



Tesis Doctoral

Departamento: Construcciones Arquitectónicas II

Tutor: Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo

Doctoranda: D^a. M^a. Victoria de Montes Delgado

Nuevo

Modelo de presupuestación de obras Basado en procesos productivos

NUEVO MODELO DE PRESUPUESTACIÓN DE OBRAS BASADO EN PROCESOS PRODUCTIVOS



Tutor: Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo
Doctoranda: D^a M^a Victoria de Montes Delgado

Departamento: Construcciones Arquitectónicas II

Sevilla, 2007

Tomo I

NUEVO MODELO DE PRESUPUESTACIÓN DE OBRAS BASADO EN PROCESOS PRODUCTIVOS

Fdo.: Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo
(Tutor)

Fdo.: D^a M^a Victoria de Montes Delgado
(Doctoranda)

Sevilla, a 3 de septiembre de 2007.

A mis padres

A Jose

Gracias por hacerla posible

Índice:

Tomo I:

Introducción	1
1. Macrosistema sector construcción	5
2. Sistema obra de edificación	9
3. Subsistema ejecución	13
4. Modelos de presupuestación actuales	15
Investigación	19
1. Introducción	21
1.1. Estado de la cuestión	
1.2. Objetivos	
1.3. Sistema investigación	
2. Metodología	29
2.1. Ciclo de mejora continua	
2.2. Plan de trabajo	
2.3. Líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación	
2.4. Cronograma	
Modelo de presupuestación por procesos	43
1. Introducción	45
2. Objetivos	49
3. Filosofía del modelo	51
4. Mapas de procesos	55
4.1. Clases de procesos	
4.2. Construcción de mapas de procesos	
5. Estructura de costes	61
5.1. Clases de costes	
5.2. Cálculo de costes	
6. Elaboración de un presupuesto por procesos	69
7. Optimización del presupuesto	77
Clasificación sistemática por procesos	81
1. Introducción	83
1.1. Objetivos	
1.2. Ámbito de aplicación	
2. Caracterización	85
2.1. Estructura de los mapas de procesos	
2.2. Sistema de codificación	
3. Clasificación sistemática por procesos para obra nueva	93
3.1. Clasificación sistemática de procesos básicos	
3.2. Clasificación sistemática de procesos de ejecución	

Análisis del modelo	125
1. Análisis individual: ventajas vs. inconvenientes	127
2. Análisis comparativo: modelo unidades de obra vs. procesos	131
Reflexiones sobre la investigación	137
1. Análisis de la investigación	139
2. Líneas de investigación derivadas	145
2.1. Líneas I+D+i verticales	
2.2. Líneas I+D+i transversales	
3. Propuestas de actuación	153
3.1. Plan de difusión	
3.2. Plan de protección	
3.3. Plan de implantación	
Conclusiones	159
Diccionario de términos	167
Bibliografía	187
1. Bibliografía consultada	191
2. Bibliografía relacionada.....	195
3. Bibliografía generada	205
Anexos	207
1. Póster III Jornadas Doctorales de Andalucía (Málaga, 2005)	
2. Comunicación CONTART 2006 (Valladolid, 2006)	
3. Póster V Jornadas de Jóvenes Investigadores (Bilbao, 2007)	
4. Comunicación I Jornada Nacional de Investigación en Edificación (Madrid, 2007)	
CD	249

Tomo II:

Experimentación	1
1. Introducción	3
2. Información	5
2.1. Justificación de la solución adoptada	
2.2. Caracterización del prototipo	
3. Planificación, organización y programación de las obras	19
4. Mapas de procesos	23
4.1. Mapa de procesos básicos	
4.2. Mapa de procesos de ejecución	
5. Presupuesto de ejecución material	47
6. Discusión de resultados	67
 Anexos	 69
1. Descripción gráfica del prototipo	
2. Programación de las obras	
3. Relación de costes básicos unitarios (CB _{ij})	
4. Fichas individuales de caracterización y cuantificación de los PE N4	

Prólogo

La presente tesis doctoral recoge nuestro compromiso como investigadores con la generación de nuevo conocimiento, conscientes de su capacidad de contribución al incremento de la calidad de la sociedad, en particular del sector construcción al que va expresamente dirigida.

El modelo de presupuestación por procesos que proponemos pretende convertirse en una herramienta complementaria a las existentes en la actualidad al servicio de todos los agentes de la edificación, especialmente de los presupuestadores dado su carácter de redactores de presupuestos de obras. De este modo, el nuevo modelo nace para dar respuesta a presupuestos que requieran un elevado grado de detalle y transparencia en la estimación de los costes esperados de la ejecución de sus correspondientes obras, incorporando para ello la consideración de su planificación, organización y programación. Asimismo, hemos redactado un sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta que permite redactar los mapas de procesos de cada presupuesto con un lenguaje común al conjunto del sector.

El nuevo modelo de presupuestación basado en procesos productivos surge de una investigación desarrollada en el seno de un centro universitario de excelencia, la *Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla*, concretamente en el *Departamento de Construcciones Arquitectónicas II*, bajo la tutela de un investigador de reconocido prestigio en la materia, el *Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo*, al que no puedo más que agradecer la confianza depositada en mí a lo largo de esta “aventura” y manifestarle el privilegio que ha supuesto para mí investigar a su lado.

Y es que, realmente, la investigación no es otra cosa que la aventura del conocimiento. Con innovadoras ideas y una gran dosis de ilusión, emprendimos el camino de esta tesis en el año 2002, sin saber a ciencia cierta dónde nos depararía este apasionante viaje. Con la inestimable ayuda de la financiación de la *Junta de Andalucía* y nuestro tesón pudimos hacer frente a los temporales que nos salieron al encuentro y aprender de ellos tomando impulso de sus fuertes sacudidas para seguir adelante. Por fin hoy, con la culminación de esta tesis, hemos llegado a nuestro primer destino, cansados pero con la satisfacción de haberlo dado todo en el trayecto y de haber alcanzado, incluso superado, los objetivos que nos planteamos inicialmente.

Una vez que repongamos fuerzas, seguiremos avanzando en la búsqueda del conocimiento de excelencia; un conocimiento que impulse la modernización y el crecimiento sostenible del sector construcción, al que nos debemos por nuestra formación académica y vocación investigadora. Esta nueva etapa del viaje nos gustaría realizarla acompañados y en estrecha colaboración con otros agentes de la edificación. Sólo caminando juntos en esta búsqueda, será posible hacer realidad este sueño. Gracias por creer en él y compartirlo con nosotros.

Introducción:

El presente trabajo de investigación ha sido realizado por la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado bajo la tutela del Profesor Doctor D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, Catedrático del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II (Dpto. CA2) y Director de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla (EUAT), gracias a la concesión de una beca de Formación de Personal Docente e Investigador¹ de la Junta de Andalucía.

Esta tesis doctoral se desarrolla dentro del programa de doctorado del Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla (IUCC) “Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana²”, así como de la actividad del grupo de investigación “ARDITEC: Arquitectura, diseño y técnica³” del Dpto. CA2 (TEP-172).

Como su propio nombre indica en la presente tesis doctoral, inscrita en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la EUAT el 12 de diciembre de 2002, se gesta el cuerpo teórico del “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos”. Este modelo nace y se enmarca dentro de un riguroso, metódico y amplio proyecto de I+D+i. Por este motivo, ha sido necesario acotar bien los límites de este trabajo de tesis dentro del conjunto de la investigación a la que pertenece. El trabajo se presenta en 2 tomos: el primero recoge la formulación teórica del nuevo modelo y las características del sistema investigador en el que se ha engendrado; el segundo recopila un ejemplo práctico de aplicación del modelo sobre un prototipo caracterizado a tal efecto.

El transcurso de esta investigación, tanto su desarrollo como sus resultados, ha sido presentado en diferentes congresos de ámbito nacional⁴ tales como el XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones⁵, CONTART 2003⁶, CONTART 2006⁷ y la I Jornada Nacional de Investigación en Edificación⁸, entre otros, suscitando un gran interés sus aportaciones entre todos los agentes del sector.

La investigación se completa con un amplio abanico de líneas de investigación derivadas y ambiciosas propuestas de actuación. Esta tesis marca el fin de una etapa preliminar de la investigación y abre el inicio de otras etapas de maduración del modelo que esperamos poder abordar con éxito en el futuro.

Nuestro compromiso y apuesta por la mejora continua del nuevo modelo propuesto y, por extensión, del sector construcción siguen vigentes. Con la ayuda de todos los agentes implicados, intentaremos seguir haciendo camino.

¹ Orden de la Consejería de Educación y Ciencia de 12 de mayo de 2003, BOJA nº 100, de 28 de mayo de 2003.

² Concretamente dentro de la línea de investigación “Teoría e historia de los procedimientos de producción arquitectónica”.

³ La actividad del grupo de investigación TEP-172, dirigido por el Profesor Dr. D. José Antonio Solís Burgos, tiene por objetivo contribuir a la mejora de la calidad del sistema obra de edificación abordando proyectos de I+D+i relacionados con aspectos tan importantes como la seguridad, la sostenibilidad, el control de costes, entre otros, tanto desde la perspectiva del proyecto como de la ejecución.

⁴ Véanse los Anexos.

⁵ Celebrado en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de La Coruña los días 29, 30 y 31 de mayo de 2003.

⁶ III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica celebrada en Sevilla los días 12, 13 y 14 de noviembre de 2003.

⁷ IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica celebrada en Sevilla los días 7, 8 y 9 de junio de 2006.

⁸ Celebrada en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Politécnica de Madrid los días 10 y 11 de mayo de 2007.

1. Macrosistema sector construcción

Desde el año 1997 la economía española manifiesta un importante dinamismo impulsado fundamentalmente por el crecimiento de la construcción y del consumo privado. De este modo, el sector de la construcción se perfila como un sector estratégico dentro del panorama económico nacional dado su carácter de motor del crecimiento del mismo. Los datos⁹ que se relacionan a continuación avalan la importancia de este sector:

- En 2005, por octavo año consecutivo, la construcción ha vuelto a destacar como el sector más dinámico de la economía andaluza tal y como se ilustra en el cuadro adjunto.

VAB precios básicos ^(*)	
Millones euros corrientes	15.384,9
Crecimiento anual nominal	16,3%
Crecimiento anual real	6,3%
VAB construcción/VAB total Andalucía	13,5%
VAB construcción/VAB construcción España	16,4%
VAB construcción/Producción construcción ⁽¹⁾	32,3%
FBCF construcción/VAB construcción ⁽¹⁾	7,9%
Distribución del VAB ⁽¹⁾	
Remuneración de asalariados	60,8%
Excedente bruto de explotación ⁽²⁾	38,3%
Impuestos netos sobre la producción	0,9%
Ocupados	
Miles de personas	435,4
Crecimiento anual	6,0%
Ocupados construcción/Ocup. Total Andalucía	14,7%
Ocupados construcción/Ocup. construcción España	18,5%
Productividad ⁽³⁾	
Productividad Andalucía=100	88,5
Productividad construcción España=100	102,4
Deflactor VAB construcción	
Crecimiento anual	9,4%
Costes laborales ⁽⁴⁾	
Euros	2.069,2
Crecimiento anual	3,0%
Coste laboral Andalucía=100	108,5
Coste laboral construcción España=100	100,6
Empresas	
Número	51.862
Crecimiento anual	9,5%
Empresas construcción/Empresas construcción España	12,5%

NOTAS:

- (*) Avance de datos.
- (1) Datos de 2003.
- (2) Incluye rentas mixtas.
- (3) VAB a precios básicos en euros corrientes, por puesto de trabajo.
- (4) Coste laboral por trabajador y mes.

Fuente: IEA; INE.
Elaboración: Secretaría General de Economía. Junta de Andalucía.

Figura 1. Indicadores básicos del sector de la construcción (Andalucía, 2005)

⁹ Datos extraídos del número 6 de la revista RCT del año 2006.

- El peso de la construcción en la economía española ha llegado a aportar, en los últimos años, en torno al 8% del Producto Interior Bruto (PIB).
- El sector construcción produce un importante efecto de arrastre en el conjunto de la economía: por cada euro añadido en construcción se inducen 0,77 euros adicionales en otros sectores; por cada empleo directo en construcción, se generan 0,57 empleos adicionales en otros sectores.
- En materia de empleo, el sector de la construcción ocupa en España a más de 2.350.000 trabajadores, constituyendo el tercer sector económico en número de trabajadores y representando el 12,5% del empleo nacional.
- El parque inmobiliario español es el mayor de Europa, representando el 13,1% de la inversión en la Unión Europea (UE). Durante el año 2005, se construyeron en nuestro país más del 50% de las viviendas que se edificaron en toda la UE. En el mercado internacional, el sector de la construcción contribuye a las exportaciones europeas, teniendo acreditado su éxito en más del 50% de los mayores contratos internacionales de construcción, con un volumen de negocio mayor que las empresas de Japón y de Estados Unidos.

De todo lo anterior, se deduce la importancia del sector de la construcción en el modelo económico andaluz y español. Pese al optimismo que los datos anteriores arrojan, somos conscientes de que el crecimiento del sector no es ilimitado, prueba de lo cual son ciertas muestras de ralentización en el mismo¹⁰, y de que es muy sensible a los ciclos económicos. Por otra parte, este crecimiento en términos cuantitativos debe ir acompañado por un crecimiento cualitativo si se quiere que sea sostenible y ejerza una influencia positiva en el resto de la economía en todos sus niveles (local, autonómico, nacional, europeo, internacional).

Los datos presentados justifican sobradamente la necesidad de impulsar la mejora continua del sector en aras de su excelencia. Esta necesidad se convierte en exigencia como respuesta a la creciente demanda de calidad por parte de los usuarios y, en general, de todos sus agentes, así como a la gran competencia existente en los mercados de productos (obra civil y obra de edificación). El avance de la globalización continúa ampliando el tamaño de los mercados y, consecuentemente, la competitividad de los mismos. Así, la mejora de la calidad y eficiencia¹¹ del macrosistema sector construcción constituye en la actualidad una exigencia ineludible que debemos afrontar todos los agentes integrantes del mismo.

En las próximas décadas, el sector debe encarar todos estos cambios y afrontar los procesos de convergencia, en primera instancia a nivel europeo y posteriormente a nivel mundial, mejorando su competitividad. En comparación con la industria tradicional manufacturera¹², la construcción tiene un 30% menos de productividad en términos de producción por hora trabajada. Además, cabe destacar que, al menos, el 15 % de los costes de construcción se emplean en corregir errores en obra.

Por nuestra parte, hemos querido contribuir a la mejora del sector desde la investigación, es decir, desde la innovación. De este modo, con esta tesis doctoral queremos aportar nuestro granito de arena a la revisión y perfeccionamiento de las herramientas del sistema con el objetivo de conseguir su optimización y la sostenibilidad de su crecimiento¹³ y, por ende, del conjunto de nuestra economía. Nuestra contribución se centra en el perfeccionamiento de una de las herramientas de análisis, gestión y control de costes del sistema, el presupuesto.

¹⁰ En el 2006 se iniciaron menos viviendas que en el 2005.

¹¹ Esta mejora debe incidir en todos los elementos componentes del sistema (mejora integral). La mejora de sus procesos, recursos y herramientas contribuye de forma automática a la mejora de sus resultados y a la satisfacción de sus agentes. Con esta tesis doctoral pretendemos contribuir a la mejora de las herramientas de presupuestación del sistema.

¹² En cuanto a sistema productivo, podemos comparar el sector construcción con el sector industrial de producción de prototipos. En ambos casos, el procedimiento general se desarrolla una sola vez en un determinado emplazamiento (sistema adhocrático) y no en serie como en los procesos industriales normales. Este procedimiento se adapta a las condiciones de contorno singulares de cada obra o prototipo plasmándose en decisiones específicas de planificación, organización y programación.

¹³ Por crecimiento sostenible entendemos aquel que perdura con el transcurso del tiempo. Un sector construcción sostenible es aquel que se adapta a las cambiantes necesidades de la sociedad dándoles pronta y eficiente respuesta.

Abordar esta ardua tarea ha sido posible gracias a las nuevas herramientas informáticas de las que disponemos en la actualidad. Todos los esfuerzos son pocos por conseguir un sector excelente y competitivo en todos los mercados, que dé una pronta y eficiente respuesta a las cambiantes y exigentes demandas de la sociedad de siglo XXI. Merece la pena seguir adelante y afrontar las situaciones de cambio como un reto en lugar de como problemas. Conscientes de que la búsqueda de la mejora continua ya es todo un éxito en sí misma, seguimos apostando por ella.

2. Sistema obra de edificación

La actividad del sector construcción se desarrolla entre dos grandes tipos de mercados, los de recursos (mano de obra, materiales, maquinaria, subcontratas, etc.) y los de productos terminados (obra civil y obra de edificación). Concretamente, el objeto de nuestro estudio va a ser la obra de edificación. Para abordar su análisis haremos uso de la teoría de sistemas. De este modo, concebimos la obra de edificación como un complejo sistema formado por múltiples subsistemas o procesos interrelacionados entre sí, que contempla el desarrollo de toda la vida útil de la edificación. A continuación mostramos un esquema que ilustra su funcionamiento básico.

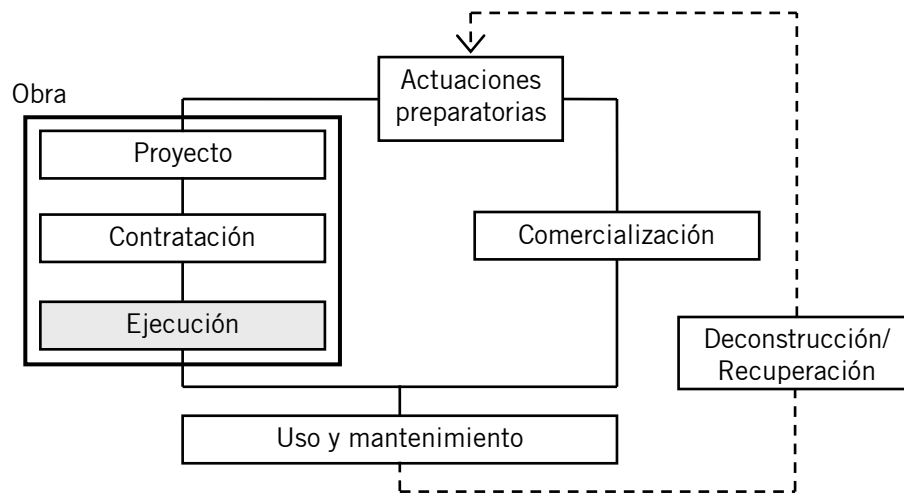


Figura 2. Sistema obra de edificación

Brevemente pasamos a comentar cada uno de los subsistemas componentes del sistema obra de edificación. En los distintos subsistemas deben existir mecanismos de control interno y externo que garanticen su calidad:

- **Actuaciones preparatorias:**

Subsistema donde nace y muere el ciclo de desarrollo del sistema, para volver a iniciarse otro nuevo ciclo. En este subsistema se contemplan las iniciativas encaminadas a abordar el comienzo de la construcción de una obra de edificación¹⁴, bien sea de nueva planta o de recuperación¹⁵. El agente protagonista es el promotor y, en su caso, el gestor del producto que actúa en representación del mismo. El emprender una actividad de este tipo tiene por objetivo dar respuesta a las necesidades y demandas de habitación de los usuarios y, por supuesto, va intrínsecamente ligado a la búsqueda de su correspondiente rentabilidad económica, social, etc. La sostenibilidad y equilibrio del sistema aconseja que su ciclo de desarrollo sea cerrado, es decir, que el punto final de un determinado ciclo constituya el inicio de otro nuevo y así sucesivamente. De este modo, el ciclo se sucede infinitas veces atendiendo en cada momento a las necesidades existentes y propiciando la mejora del mismo.

- **Proyecto:**

Subsistema en el que se aborda el diseño de la edificación. Este diseño se plasma en el conjunto de la documentación del proyecto constituida por planos, memorias, pliego de prescripciones técnicas y presupuesto. Los agentes protagonistas son el equipo técnico redactor del proyecto, el promotor y, en su caso, el gestor del producto y la Administración Pública encargada de establecer el marco

¹⁴ Incluso todas las actuaciones preparatorias tales como la adquisición del suelo, la realización de estudios previos de viabilidad, etc.

¹⁵ Distinguimos tres grandes tipos de obras de recuperación: las obras de reforma, las de rehabilitación y las de restauración.

normativo al que debe ajustarse la propuesta. Esta es una etapa de vital importancia ya que las soluciones adoptadas en la misma van a condicionar el correcto funcionamiento del resto del ciclo. Por este motivo, es imprescindible contemplar entre las tareas de diseño la simulación de la totalidad del ciclo de vida de la edificación proyectada, es decir, de su trazabilidad, para poder garantizar su sostenibilidad.

▪ **Contratación:**

En esta etapa se desarrollan todos los procesos encaminados a la selección y contratación de la empresa constructora responsable de la ejecución de las obras. Los agentes protagonistas son el promotor y, en su caso, el gestor del producto y las empresas constructoras concurrentes a la licitación. Las distintas empresas constructoras aspirantes a ser las adjudicatarias de las obras presentan sus correspondientes ofertas en función del presupuesto base de licitación, que suele ser coincidente con el presupuesto de proyecto. En base a los criterios establecidos, la mesa de contratación selecciona a la empresa constructora adjudicataria. Esta fase finaliza con la suscripción del contrato por ambas partes, promotor y empresa constructora adjudicataria.

▪ **Ejecución:**

Se trata de un subsistema de carácter productivo cuya finalidad es la construcción de la edificación. Los agentes protagonistas son la empresa constructora adjudicataria de las obras, el equipo técnico encargado de su supervisión y el promotor y, en su caso, el gestor del producto. Cabe destacar también el papel de los proveedores de recursos al centro de producción, las empresas subcontratadas que intervienen en los distintos procesos productivos y las entidades de control. Una vez más, la Administración Pública está presente configurando el marco legal de referencia en base al cual se desarrollan las obras. En esta etapa, las estimaciones de costes esperados de las etapas preliminares se transforman en valoraciones de la obra ejecutada. En la actualidad, estas valoraciones se presentan en forma de certificación motivo por el cual se denominan certificaciones.

▪ **Comercialización:**

En este subsistema se acomete la compraventa o alquiler del producto objeto del sistema, la edificación. Los agentes principales son el usuario y el promotor y, en su caso, el gestor del producto. El usuario es el beneficiario final del producto edificación y como tal el demandante de necesidades, así como el agente que en último término soporta todos los costes de su ciclo de vida.

▪ **Uso y mantenimiento:**

En esta etapa se desarrolla el disfrute de la edificación construida por parte del usuario. La puesta en uso de la edificación conlleva la responsabilidad de velar por su adecuado funcionamiento y conservación en aras de garantizar la permanencia de sus prestaciones a lo largo del tiempo, es decir, de su sostenibilidad. En este punto el usuario es el responsable de gestionar correctamente las pertinentes tareas de mantenimiento.

▪ **Deconstrucción/ Recuperación:**

Una vez finalizada la vida útil de la edificación, volvemos al punto de partida del ciclo. El comienzo de un nuevo ciclo puede abordarse a partir de la demolición de la edificación agotada o de su recuperación. La consideración en el nacimiento inicial de un determinado ciclo de su forma de finalización le dota de un elevado grado de calidad, en otras palabras, de excelencia. De este modo, al comenzar la promoción de una edificación es aconsejable estimar su vida útil y proponer su forma de finalización. Así, la elección de la deconstrucción recomendaría en la fase de diseño el uso de materiales fácilmente desmontables, reutilizables y reciclables para que ésta fuera lo más limpia y sostenible posible. Con este comentario queremos volver a destacar que de la adecuada sincronización y coordinación integral de las distintas etapas del ciclo de vida de la edificación deriva su sostenibilidad y, en definitiva, su calidad.

De todo lo anterior se desprende la importancia de la figura de los distintos agentes de la edificación gracias a cuya intervención el funcionamiento del sistema es posible. En el sistema obra de edificación intervienen numerosos agentes de carácter multidisciplinar. De la participación activa

y responsable de todos depende en gran medida el éxito del sistema. En la siguiente relación recopilamos y resumimos las principales características de los agentes del sector¹⁶.

▪ **Administración Pública:**

Agente que conforma el marco legal en el que han de desarrollarse todos los procesos del sistema. Pueden distinguirse varios niveles legislativos supeditados a lo establecido en diferentes instancias (Administración local, autonómica, nacional, europea...).

▪ **Constructor:**

Agente productor encargado del desarrollo de las obras de edificación. La tipología de las empresas del sector responde a una figura piramidal: en la cúspide se encuentran las grandes empresas que actúan en todo el territorio, en el cuerpo central las medianas empresas cuya actividad se circunscribe al ámbito regional y en la base se despliegan un inmenso número de pequeñas empresas que trabajan fundamentalmente en los mercados locales.

▪ **Equipo técnico:**

Conjunto de agentes especializados encargados, fundamentalmente, del desarrollo del diseño de la edificación y del control de la ejecución de las obras.

▪ **Gestor:**

Agente especializado encargado del desarrollo del sistema. De este modo, distinguimos figuras como el gestor del producto que representa al promotor en todas sus atribuciones, el gestor autorizado de residuos de construcción y demolición responsable del adecuado tratamiento de los mismos, etc.

▪ **Promotor:**

Agente emprendedor por antonomasia, toma la iniciativa de poner en marcha el sistema obra de edificación como respuesta a la demanda planteada por los usuarios. Podemos distinguir dos grandes tipos de promotor, el público y el privado. El promotor público es la Administración. La Administración es la que mueve un mayor volumen de negocio y, por este motivo, condiciona enormemente los procedimientos desarrollados en la promoción privada.

▪ **Proveedor:**

Agente encargado del suministro de los recursos a los centros de producción de las obras.

▪ **Sociedad:**

Agente externo que establece el marco de fondo en el que se desarrolla el ciclo de vida del sistema. De la sociedad parten todas las exigencias, los agentes intervinientes y los recursos que posibilitan este desarrollo. Asimismo a la sociedad revierten todos los beneficios y costes derivados del mismo. De este modo, podemos definir a la sociedad como el alfa y el omega del sistema obra de edificación.

▪ **Subcontrata:**

Agente encargado de la ejecución, parcial o total, de las obras. A diferencia del constructor, la subcontrata no es contratada por el promotor sino por la empresa constructora adjudicataria o alguna de sus subcontratas.

▪ **Universidad:**

Bajo este concepto englobamos a todo el personal¹⁷ dedicado a la revisión del conocimiento existente, la generación de nuevo conocimiento y a la transmisión del conjunto del cuerpo del saber. Se trata pues de agentes especializados que trabajan por la mejora de todos los sistemas, incluidos

¹⁶ Para ampliar esta información se recomienda consultar el libro "Presupuestación de obras" del Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo (3ª edición, Sevilla 2004). Véase el capítulo *Bibliografía*.

¹⁷ Perteneciente a la universidad o a otras instituciones relacionadas con la gestión del conocimiento (centros de investigación, oficinas de transferencia de resultados de investigación, etc).

el sistema obra de edificación que nos ocupa. Su labor es fundamental para garantizar el desarrollo sostenible del sector desde un enfoque integral y objetivo como el que proporciona la investigación.

- **Usuario:**

Agente consumidor del producto edificación objeto del sistema. Por este carácter de cliente es el quien establece las características de la demanda en base a sus necesidades y quien debe soportar, en última instancia, todos los costes del ciclo de vida de la edificación.

Para el óptimo funcionamiento del sistema es indispensable la colaboración y fluida comunicación entre los distintos agentes del sector tanto a nivel interno, entre los agentes que intervienen de forma directa en la obra de edificación, como externo, estableciendo espacios de diálogo con la sociedad y la universidad en aras de su mejora continua. Del compromiso, la responsabilidad, el trabajo bien hecho y el entendimiento entre las distintas partes depende la consecución del punto de equilibrio del sistema que proporcione una justa satisfacción al conjunto de los agentes.

3. Subsistema ejecución

En este subcapítulo vamos a analizar pormenorizadamente la caracterización del subsistema ejecución. Como hemos visto anteriormente, este subsistema constituye uno de los componentes del sistema obra de edificación. Para nosotros es un subsistema de vital importancia dado que sus costes esperados son los que se anticipan en el presupuesto. Por este motivo, para poder efectuar un correcto análisis de los costes que se generarán durante su desarrollo es necesario conocer en profundidad su configuración y mecanismos de funcionamiento.

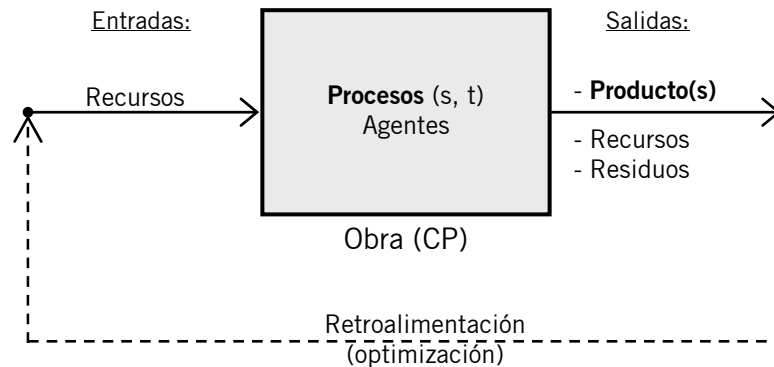


Figura 3. Subsistema ejecución

El subsistema ejecución responde a un complejo sistema productivo que tiene por objeto la producción de edificios¹⁸; se encuentra formado por múltiples procesos productivos¹⁹ interrelacionados entre sí que se desarrollan en un determinado emplazamiento²⁰ y ámbito temporal²¹, gracias a la intervención de los distintos agentes de la edificación empleando los diversos elementos de entrada del sistema, los denominados recursos²². Entre los recursos destacan la mano de obra²³, los materiales, la maquinaria, los medios auxiliares, el agua y los recursos energéticos y las subcontratas, procedentes de los mercados de factores de producción, y los recursos económicos, procedentes de los mercados financieros. Otras entradas del sistema de gran importancia son la información²⁴ y los elementos existentes en el solar previos a la implantación del centro de producción.

Del funcionamiento del sistema resultan ciertos elementos de salida, entre los que destaca el producto edificación objeto del sistema. Este producto responde a la materialización en el centro de producción de la edificación diseñada en la fase de proyecto atendiendo a las estipulaciones establecidas por la normativa vigente. A diferencia de los productos industriales, éste se trata de un producto único, no estandarizado e inmóvil generado por una organización adhocrática²⁵. Otras salidas del sistema son los recursos de carácter auxiliar, es decir, aquellos que no quedan

¹⁸ Esta edificación se comercializa en los denominados mercados de productos inmobiliarios. Las prestaciones básicas que le son exigibles son estabilidad, habitabilidad, seguridad de utilización, sostenibilidad, etc.

¹⁹ Los procesos constituyen los elementos de referencia del nuevo modelo de presupuestación de obras.

²⁰ El emplazamiento principal de los trabajos relativos a la ejecución de las obras es el denominado centro de producción (CP).

²¹ El ámbito temporal del sistema se corresponde con el plazo de ejecución de las obras.

²² Entendemos por recursos todos aquellos elementos necesarios para el desarrollo de los procesos productivos. En términos generales podemos diferenciar dos grandes tipos de características que los identifican las cualitativas y las cuantitativas.

²³ A diferencia del sector industrial, el sector construcción en el que se desarrolla este subsistema se caracteriza por ser más intensivo en mano de obra y presentar una estructura sectorial más fragmentada y heterogénea.

²⁴ Los recursos relacionados con la información hacen referencia a todos los condicionantes del subsistema ejecución (información del proyecto, de la contratación, del marco legal, del solar, de los mercados de componentes y de los productos inmobiliarios, etc).

²⁵ El sector de la construcción se caracteriza por estar compuesto de organizaciones adhocráticas, es decir, organizaciones efímeras y adaptativas creadas expresamente para la producción específica de un determinado prototipo.

integrados en el producto edificación y los residuos generados durante el desarrollo de los procesos de producción.

El equilibrio del sistema obliga a que todos los elementos de entrada se correspondan con un determinado elemento de salida y viceversa. De este modo, los recursos con entrada en el centro de producción han de salir de una de las siguientes tres formas:

- a. Como parte integrante del producto edificación. Por ejemplo, los recursos materiales.
- b. Como recursos de salida. Por ejemplo, la mano de obra, la maquinaria y los recursos auxiliares.
- c. Como residuos de construcción y demolición (RCD). Por ejemplo, las pérdidas y envases correspondientes a los recursos materiales, así como todos los productos derivados de los procesos de demolición y desmontado.

La optimización total del sistema deriva del establecimiento de mecanismos de retroalimentación que garanticen su desarrollo sostenible.

- a. Finalizado el periodo de vida útil del producto edificación, éste puede convertirse en un elemento de entrada de un nuevo sistema obra de edificación mediante su demolición o recuperación.
- b. La reutilización de los recursos auxiliares hasta agotar su vida útil es inherente a su configuración.
- c. La valorización de los RCD es fundamental para garantizar el equilibrio y la sostenibilidad del conjunto. Los RCD tras ser sometidos a los adecuados procesos de tratamiento y puesta en valor pueden volver a ser empleados como entradas de nuevos subsistemas ejecución. De este modo, se garantiza el desarrollo cíclico del sistema sin perjuicio del entorno medioambiental²⁶ y sin el agotamiento de los recursos disponibles. En cualquier caso, la medida más sostenible consiste en la minimización²⁷ de la generación de RCD en obra.

Esta optimización confiere al sistema un nivel de máxima calidad, es decir, un nivel de excelencia. El objetivo del sistema no debe ser la mera producción de la edificación proyectada sino que debe implementarse con el máximo nivel de calidad, es decir, debe perseguir la construcción de una edificación de excelencia. De todo lo anterior se desprende que un producto excelente es fruto de un sistema productivo eficiente, flexible e innovador²⁸. El incremento de calidad del sistema redundará de forma proporcional en el nivel de satisfacción general de todos los agentes intervinientes en el mismo. Por último, nos gustaría recalcar que esta calidad no se improvisa sino que es resultado de una correcta, integral y exhaustiva planificación del sistema.

Los presupuestos por procesos responden a este sistema ejecución planificado en aras de la consecución del máximo nivel de calidad viable en cada caso.

²⁶ El respeto del medioambiente se traduce no sólo en la preservación de sus condiciones durante desarrollo del sistema (respeto pasivo), sino incluso en la contribución a su mejora (respeto activo).

²⁷ El primer criterio de sostenibilidad es el de la prevención de problemas en el sistema, lo cual se traduce en la minimización de la generación de elementos negativos evitables (pérdidas, riesgos, obstáculos, costes, etc). El segundo criterio de sostenibilidad es el de la maximización de la protección y regeneración de las consecuencias de los elementos negativos inevitables (prolongación vida útil componentes, revalorización RCD, medidas de protección de seguridad, control de la calidad, etc).

²⁸ Un sistema que dé respuesta a las exigencias que le son requeridas de productividad, rentabilidad, calidad, seguridad y sostenibilidad, sabiendo adaptarse a las circunstancias propias de cada obra y anticiparse a sus cambios.

4. Modelos de presupuestación actuales

A continuación pasamos a repasar la oferta de modelos de presupuestación de los que disponemos en la actualidad. El objetivo de todos los modelos de presupuestación es el de la estimación apriorística de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, es decir, de los costes esperados del desarrollo del subsistema ejecución. Se trata pues de estimaciones de costes realizadas en las etapas previas a la ejecución de las obras. Por lo tanto, estos modelos sirven para generar presupuestos en las fases de proyecto y contratación del sistema obra de edificación, si bien sus correspondientes características proporcionan a cada uno de ellos un mayor grado de utilidad en una u otra fase.

En general, podemos diferenciar dos grandes tipos de modelos de presupuestación de obras.

▪ Modelos de predimensionado

Los modelos de predimensionado proporcionan estimaciones de costes aproximadas de la ejecución de las obras proyectadas. Estos modelos se sirven de métodos estadísticos para elaborar sus predicciones. Por ejemplo, parten de análisis estadísticos tipológicos que establecen el coste medio por m² de edificación construida expresado en una determinada unidad monetaria²⁹. De este modo, basta con conocer la superficie construida de la edificación para poder estimar su importe de ejecución. Se trata de modelos rápidos y sencillos que no proporcionan precisión en el análisis de los costes del subsistema ejecución, convirtiéndose el presupuesto en una dotación económica global en la que el detalle no tiene ninguna significación. Estas características le dotan de utilidad en estudios de viabilidad y presupuestos de proyecto.

▪ Modelo de unidades de obra

El modelo de presupuestación basado en las unidades de obra es el modelo más extendido en España³⁰. Fue a partir de mediados del siglo XX cuando su uso se generalizó en todo el territorio nacional con la entrada en vigor de la antigua Ley de Contratos del Estado³¹ que obligaba a su uso en los presupuestos de las obras promovidas por la Administración. Esta exigencia, dado el peso en el sector construcción de la promoción pública, favoreció, a su vez, su extrapolación al campo de la presupuestación de obras de promoción privada. Su uso generalizado³² se extiende hasta la actualidad, siendo el modelo más utilizado para la redacción de los presupuestos de obras de promoción tanto pública como privada, ya sea en fase de proyecto o de contratación³³.

Todo lo anterior ha propiciado la consolidación de la unidad de obra como un paradigma casi intocable por parte de los agentes del sector, hasta el punto de que todos los pasos que se han dado en la búsqueda del perfeccionamiento del modelo de unidades de obra se han dirigido hacia sus herramientas y pocos han sido los que se han atrevido a cuestionar su elemento de referencia, la unidad de obra³⁴.

En términos generales, por unidad de obra entendemos cada una de las partes en la que es susceptible de ser dividida la obra con un tamaño lo suficientemente pequeño para permitir abordar el análisis de su coste y lo suficientemente grande como para que su posterior tratamiento y agregación sucesiva no resulten excesivamente laboriosos. Profundizando en su definición, encontramos que se trata de una entidad estática de carácter estadístico, cargada de hipótesis

²⁹ En nuestro caso, €/m² superficie de edificación construida.

³⁰ Su influencia se extiende a todo el mundo latino.

³¹ Recogida en el actual texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 2/2000).

³² Se trata de un modelo fuertemente arraigado en el sector dotado de numerosas herramientas informáticas que lo desarrollan.

³³ Si bien se emplea en ambas fases por no existir otro modelo alternativo, su uso es más adecuado en fase de proyecto, ya que la de contratación requiere de un mayor grado de precisión en la estimación de los costes.

³⁴ Entre los escasos autores que se han atrevido a cuestionar la unidad de obra destaca el Prof. Dr. D. Enrique Carvajal Salinas ("Uniproducto o multiproducto". Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. 1992). Véase el capítulo *Bibliografía*.

complementarias, que representa a un conjunto de elementos constructivos más amplio. Así, la obra es concebida como un sistema de fabricación en serie de unidades simples contra pedido o, en otras palabras, como múltiples productos contratados de forma simultánea³⁵. De todo lo anterior se desprende el elevado grado de simplificación y estandarización que incorpora el modelo de unidades de obra y su falta de correspondencia con el sistema productivo cuyos costes estima³⁶.

Otra de las principales características del modelo de unidades de obra es la forma de imputación de los costes. En este modelo, los costes se imputan por dos vías:

- por vía directa los correspondientes a los materiales, la maquinaria y la mano de obra de producción directa. Éstos son los denominados costes directos de ejecución (CDE).
- por vía indirecta los restantes costes generados en el centro de producción³⁷ (mano de obra indirecta, medios auxiliares, instalaciones accesorias y complementarias, personal, seguridad y salud, varios). Éstos son los denominados costes indirectos de ejecución (CIE).

Nos gustaría resaltar que la imputación indirecta, mediante la aplicación de un porcentaje referido al total de los costes directos de ejecución, resta transparencia al presupuesto y genera grandes dificultades para integrar en el mismo todos los costes esperados derivados de la ejecución de las obras. Por otra parte, esta forma de imputación es adecuada para los denominados costes proporcionales o variables³⁸.

En cambio, en el modelo de unidades de obra se imputan por vía indirecta numerosos costes fijos³⁹ cuya vocación es la de ser constantes a lo largo de la obra o, al menos, durante largos periodos de la misma y relativamente independientes de la magnitud de la obra a ejecutar. De este modo, se desnaturaliza el significado de esta forma de imputación y se incorporan en el presupuesto costes insuficientemente justificados, relacionados con aspectos tan importantes como la implantación y retirada de los centros de producción, el control de calidad, la retirada de residuos, etc.

Por otra parte, en el modelo de unidades de obra clásico todos los costes tienen signo positivo (+). En la actualidad, la revisión de este modelo ha derivado en la incorporación también costes de signo negativo (-). Esta característica posibilita integrar en el presupuesto los ingresos atípicos proporcionados por la venta en mercados secundarios de determinados residuos de construcción y demolición (RCD) tales como el acero.

Finalmente, cabe destacar el disperso tratamiento dispensado a los costes relativos a la seguridad y salud en el modelo de unidades de obra. En la actualidad, el Real Decreto 1627/1997⁴⁰, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, obliga a realizar en determinadas obras⁴¹ un documento en la fase de proyecto denominado estudio de

³⁵ Esta concepción presupuestaria de la obra se contradice con la de la mayoría de los restantes agentes implicados en el sector. Ya a principios de los años 80, el catedrático de contabilidad D. Ángel Sáez Torrecilla se hacía eco de este pensamiento.

³⁶ La construcción responde a la producción de un gran equipo por etapas ("Uniproducto o multiproducto". Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. 1992).

³⁷ En las obras de recuperación el porcentaje correspondiente a los CIE suele ser muy elevado, adoleciendo sus presupuestos de una gran falta de información sobre un significativo volumen de costes. Por este motivo, el modelo de unidades de obra no proporciona buenos resultados en la presupuestación de este tipo de obras.

³⁸ En términos contables, los costes proporcionales o variables son los que varían de forma proporcional a la cantidad de obra ejecutada.

³⁹ Un ejemplo de costes fijos es el de la implantación en el centro de producción de las máquinas de emplazamiento permanente tales como las grúas. Así, montar y desmontar una grúa tiene el mismo coste para una obra de tres plantas que para una de cinco, si todas la demás variables relacionadas con su implantación y retirada permanecen constantes.

⁴⁰ El RD 1627/1997, de 24 de octubre (BOE nº 256 de 25/10/97), deroga el RD 555/1986, de 21 de febrero, modificado por el RD 84/1990, de 19 de enero.

⁴¹ Se exigen un estudio de seguridad y salud en las obras en las que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea \geq a 75 millones de pesetas.
- b. Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

seguridad y salud, en el que se describen, prescriben y contemplan de forma expresa en un presupuesto específico las medidas de seguridad que el autor del mismo considera necesarias para ejecutar sin riesgos la obra proyectada. De este modo, en estas obras coexisten simultáneamente dos presupuestos de similares características, uno relativo a la ejecución de las mismas y otro correspondiente a la gestión de sus medidas de seguridad y salud, que pueden ser redactados por distintos técnicos⁴². En nuestra opinión, entendemos que segregar en un presupuesto independiente el coste de la seguridad carece de sentido pues los medios de seguridad forman parte intrínseca del conjunto de recursos partícipes en los procesos productivos.

En resumen, el modelo de unidades de obra proporciona estimaciones de costes simplificadas, si bien en comparación con los modelos de predimensionado comentados anteriormente su nivel de detalle es muy superior, que presentan dificultades para integrar la totalidad de los costes esperados de la ejecución de las obras.

Hasta la fecha este modelo ha permitido mantener un razonable equilibrio en el conjunto de las relaciones económico-presupuestarias que se establecen entre los agentes participantes en la actividad del sector. En la actualidad, la situación por la que atraviesa el sector construcción marcada por la creciente calidad y transparencia demandada por parte de los usuarios, así como la competitividad de los mercados exige mejorar los productos del sector, sus procesos y componentes. En lo que a modelos de presupuestación se refiere, esta mejora aconseja la utilización de nuevos modelos que proporcionen estimaciones de costes con un mayor grado de definición.

Todo lo anterior, nos ha impulsado a afrontar el reto de investigar un nuevo modelo de presupuestación de obras que proporcione el nivel de detalle que precisan los presupuestos actuales. De esta investigación nace el modelo que presentamos en esta tesis doctoral, el modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos. Este modelo no pretende sustituir a los modelos existentes que acabamos de analizar, sino que aspira a sumarse a la oferta de modelos de presupuestación disponible en el mercado para poder dar respuesta a las nuevas circunstancias y exigencias del siglo XXI.

d. Que se trate de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

⁴² El estudio de seguridad puede ser elaborado por un técnico distinto al autor del proyecto. Si no existe una adecuada coordinación entre los mismos es difícil garantizar la eficacia del presupuesto en su conjunto.

Investigación:

1. Introducción

La investigación es la ciencia del conocimiento encargada de su renovación y actualización permanentes. Esta ciencia nace con la vocación de dar servicio a las crecientes demandas de conocimiento de la sociedad que le rodea. Como tal, ha de ser capaz de observar y escuchar atentamente estas demandas de conocimiento que emanan de su entorno para poder satisfacerlas convenientemente. De sus procesos internos de trabajo, fundamentalmente procesos de revisión y generación, deriva el nuevo conocimiento⁴³ ofertado a la sociedad con el objetivo de paliar sus necesidades, previamente detectadas o pronosticadas.

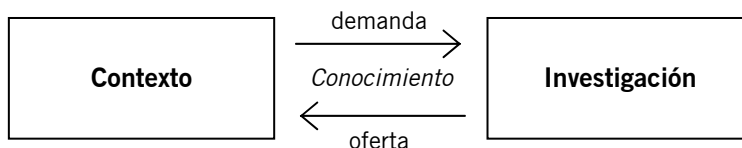


Figura 4. Interacción investigación-contexto

De este modo, la investigación ha de poder adaptarse continuamente a las cambiantes exigencias de su contexto e, incluso, poder anticiparse a las mismas para poder darles respuesta con la prontitud y eficiencia que una sociedad moderna requiere. En este sentido, la investigación se perfila, al mismo tiempo, como receptora e inductora de procesos de cambio; procesos capaces de impulsar el avance y el progreso de la sociedad, en paralelo al movimiento del ciclo de vida del conocimiento.

Esta deseable interacción permanente investigación-contexto es posible gracias a la intervención de los denominados agentes del conocimiento.

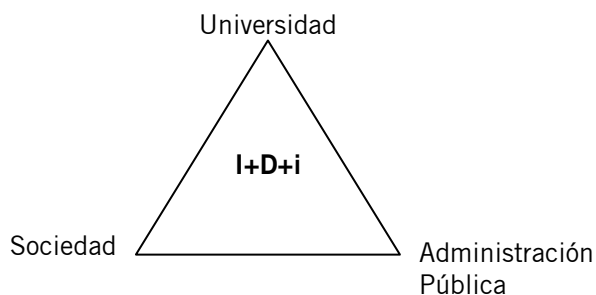


Figura 5. Agentes del conocimiento

En general, la sociedad encarna al agente demandante de conocimiento, la universidad al oferente y la Administración Pública al encargado de regular las relaciones entre los mismos con el objetivo de alcanzar el equilibrio entre la oferta y la demanda. En cambio, el dinamismo del ciclo de vida del conocimiento exige ampliar esta percepción de los roles asignados a sus distintos agentes considerando que todos ellos deben formar parte activa en el mismo asumiendo, al mismo tiempo, un doble rol como demandantes y oferentes de conocimiento. De este modo, el propio ámbito empresarial representado en la sociedad puede ser impulsor de actividades investigadoras en colaboración con la universidad. Asimismo, la Administración Pública debe intervenir activamente promoviendo políticas que incentiven la investigación como vía de crecimiento sostenible y modernización de la sociedad, presente y futura.

⁴³ Este nuevo conocimiento puede presentarse en forma de nuevos productos, herramientas, procedimientos, servicios, etc.

Entre todos estos agentes, destaca la figura del investigador cuyo espíritu comprometido, responsable y activo le lleva a concebir las demandas de conocimiento de su entorno como ineludibles exigencias a las que debe dar eficiente cumplimiento e interesantes retos que poder superar alentado por su acuciante deseo y búsqueda de mejora continua.

1.1. Estado de la cuestión

La sociedad del conocimiento en la que nos encontramos inmersos apuesta por la innovación como motor que garantice su óptima evolución y adaptación a las variables circunstancias que le rodean. En cambio, esta apuesta es aún muy débil en el sector de la construcción⁴⁴. La falta de tradición investigadora en el seno del sector, unida a la resistencia a los cambios característica del mismo, ha favorecido su parco desarrollo.

Pese a este inmovilismo general del sector, cabe destacar la dinámica y excepcional situación que se vive en el contexto en el que se ha gestado esta investigación, en la Universidad de Sevilla. En el siguiente gráfico⁴⁵ extraído de la Memoria de Investigación 2004 de la Universidad de Sevilla se recoge su posicionamiento en los diferentes programas del Plan Nacional de I+D+i en la convocatoria 2004 en relación con las restantes universidades españolas. Cabe destacar que la Universidad de Sevilla se encuentra entre las 5 primeras universidades del país con mayor financiación dentro del Programa Nacional de Construcción⁴⁶.

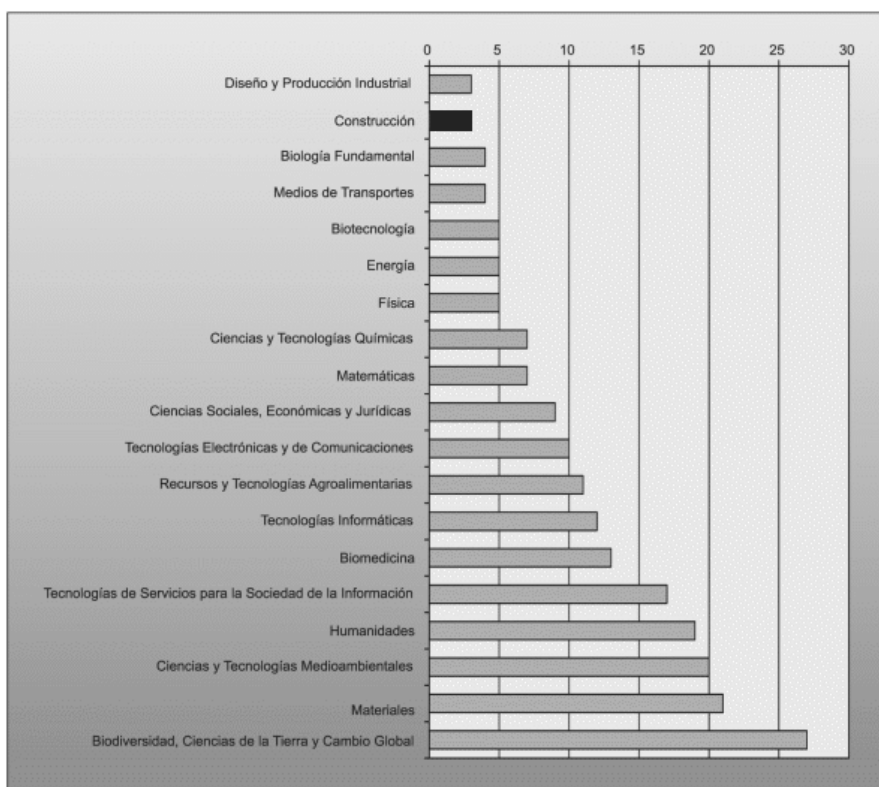


Figura 6. Posición de la US en los Programas Nacionales de I+D+i

⁴⁴ La investigación en construcción, y su consiguiente transferencia al tejido productivo, dista mucho, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo, de la desarrollada en otras áreas del conocimiento tales como Ciencias de la Salud, Matemáticas, Física y Química, entre otras.

⁴⁵ La siguiente tabla ha sido elaborada a partir de los datos facilitados por el Ministerio de Educación y Ciencia.

⁴⁶ En la convocatoria 2004 obtuvieron financiación 4 proyectos dentro de este Programa ascendiendo la misma a 255.950'00€. Si bien esta cantidad dista bastante de la obtenida en el Programa Nacional de Diseño y producción industrial, 1.123.365'00€, hemos de recordar su importancia dentro del contexto de I+D+i nacional.

Fruto de esta decidida y arriesgada apuesta de la Universidad de Sevilla por el desarrollo de la investigación como herramienta clave para el crecimiento sostenible de uno de los principales sectores económicos de nuestra sociedad, el sector construcción, son iniciativas como la que presentamos a continuación.

Ya en los años 80 del siglo pasado, el Dr. D. Ángel Sáez Torrecilla, catedrático de contabilidad de la Universidad de Sevilla, manifestaba la contradictoria concepción del sistema obra de edificación existente por parte de los presupuestadores frente a los restantes agentes implicados en la misma. Desde la perspectiva contable, carecía de sentido que los presupuestadores concibieran la obra como un conjunto de múltiples productos (unidades de obra) mientras que la mayoría de los restantes agentes la entendían como un único producto. Fruto de esta reflexión surgió una investigación desarrollada por el Dr. D. Enrique Carvajal Salinas, D. Enrique Hernández Pavón y el Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo sobre la concepción presupuestaria de la obra de los diferentes agentes de la edificación. Los resultados de la misma dieron lugar a la presentación en 1986 de una comunicación⁴⁷ en el Congreso de Economía de la Empresa⁴⁸ celebrado en Ceuta.

Posteriormente, la publicación del libro “Uniproducción o multiproducción” del Dr. D. Enrique Carvajal Salinas en 1992 volvió a abrir el debate sobre las inexactitudes del modelo de presupuestación basado en las unidades de obra profundizando en su identificación y caracterización.

Podemos afirmar que todos estos trabajos, encaminados a propiciar la mejora continua del sector a partir de su profunda revisión, constituyen el germen del que nace en el año 2002 la presente investigación. En el seno del programa de doctorado con mención de calidad “Teoría y práctica de la rehabilitación arquitectónica y urbana”, organizado por el Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla (IUCC), se fraguó el compromiso de abordar este trabajo entre el Profesor Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo y la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado como respuesta a las nuevas necesidades y exigencias de calidad detectadas en el sector construcción. La unión de la experiencia con la juventud e ilusión compartida por el aprendizaje continuo y la contribución a la innovación han resultado en un equipo de trabajo ideal para abordar este desafiante proyecto.

Por un lado, la dilatada trayectoria del Profesor Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo⁴⁹ en el campo de la presupuestación de obras, así como su larga experiencia docente e investigadora desarrollada en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica (EUAT) de la Universidad de Sevilla⁵⁰, le convierten en un experto conocedor de los modelos clásicos⁵¹ y uno de los padres del modelo actual de unidades de obras⁵² vigente en España, aunando en su figura la esencia del presente, pasado y futuro de la presupuestación de obras en nuestro país.

⁴⁷ No hemos podido incorporar esta comunicación en la bibliografía dado que no se publicaron las actas del congreso.

⁴⁸ Congreso organizado por la Cátedra de Organización de la Universidad de Sevilla dirigida por el Dr. D. Manuel Ortigueira Bouzada.

⁴⁹ El Profesor Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, arquitecto técnico y doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, aún en su vasta formación las dos disciplinas que permiten profundizar en la investigación de los modelos de presupuestación de obras. Esta formación, junto a su extensa trayectoria profesional, le han convertido en un gran especialista en la materia. Su reconocido prestigio en el campo de la economía de la construcción trasciende nuestras fronteras y le han hecho merecedor del título de “Quantity Surveyor”, de su incorporación como miembro de la Delegación Española del Comité Europeo de Economía de la Construcción desde 1984 y de su elección como miembro de honor de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) en 1992 en Londres.

⁵⁰ Catedrático de universidad desde 1997, imparte la asignatura de “Mediciones, presupuestos y valoraciones de obras” desde 1969.

⁵¹ Los modelos clásicos tienen como referencia al Profesor Dr. D. Fernando Mansilla Saiz. Catedrático numerario de la asignatura “Mediciones, presupuestos y valoraciones de obras” en la EUAT de Sevilla desde junio de 1968 hasta su fallecimiento en febrero de 1987. Durante el periodo comprendido entre 1969 y 1987, el Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo tuvo la oportunidad de aprender y trabajar junto al Profesor Mansilla.

⁵² En junio de 1993, los profesores de la Cátedra de “Mediciones, presupuestos y valoraciones de obras” de la EUAT de Sevilla presentaron en el VI Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones celebrado en Burgos una novedosa estructura de costes de construcción que, tras un amplio debate, fue aprobada por el colectivo de docentes asistentes al congreso. Esta estructura, con algunas correcciones introducidas en el propio congreso y otras surgidas de los debates desarrollados en el seno de la Asociación Nacional de Fabricantes de Bases de Datos, constituye la estructura de costes del actual modelo de unidades de obra. Este modelo se explica y desarrolla en profundidad en el libro “Presupuestación de obras” de D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo. Por otra parte su incesante actividad y espíritu crítico le han llevado a continuar la revisión del modelo de unidades de obra siendo su última aportación el modelo de unidades de obra ponderadas (“Retirada selectiva de residuos: modelo de presupuestación”. Sevilla, 2002).

Por otro lado, mi formación académica como arquitecta⁵³ me ha proporcionado la perspectiva suficiente como para poder revisar objetivamente los modelos de presupuestación actuales y proponer nuevas soluciones, ajena a la posible contaminación derivada del ejercicio profesional del presupuestador. Esta neutralidad, unida a mi gran vocación docente e investigadora, me ha permitido abordar esta investigación de una manera sistemática y rigurosa, consciente en todo momento del privilegio de poder trabajar y contar con el apoyo de mi tutor, sin lugar a dudas motor impulsor del proyecto.

Nuestro trabajo se encuadra dentro de la labor desarrollada por el grupo de investigación “ARDITEC. Arquitectura: Diseño y Técnica” (Código PAIDI de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa: TEP-172) dentro del Dpto. CA2 de la Universidad de Sevilla. ARDITEC es un grupo multidisciplinar dirigido por el Dr. D. José Antonio Solís Burgos que cuenta con un amplio elenco de profesionales del sector y personal docente e investigador unidos por el compromiso de contribuir a su revisión y mejora continuas. Entre sus proyectos de investigación⁵⁴ tienen cabida todos los aspectos que afectan a la configuración del sistema obra de edificación tales como la sostenibilidad, la seguridad y salud, el estudio de materiales, así como el desarrollo del nuevo modelo de presupuestación por procesos objeto del presente trabajo.

Mención especial merece la concesión de una beca de Formación de Personal Docente e Investigador⁵⁵ (FPDI) en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II (Dpto. CA2) de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica (EUAT) de la Universidad de Sevilla de conformidad con lo establecido en la Orden de 12 de mayo de 2003 de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía (BOJA nº 100 de 28 de mayo), gracias a la cual ha sido posible materializar esta investigación dando como resultado la presente tesis doctoral denominada “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos”.

1.2. Objetivos

En primer lugar, hemos de señalar que la presente tesis doctoral se encuadra dentro de un proyecto de investigación de mayor dimensión, constituyendo su núcleo central. De este modo, los objetivos de la tesis configuran la génesis y la esencia del conjunto del macrosistema investigador en el que se inserta. Por este motivo, delimitar sus objetivos es fundamental para poder establecer correctamente las fronteras entre ambos sistemas.

Así, los objetivos de la tesis podemos clasificarlos en dos grandes bloques en función del tipo de conocimiento al que hacen referencia: el conocimiento existente y el nuevo conocimiento.

En relación al conocimiento existente, la presente investigación se plantea abordar el estudio en profundidad de los modelos de presupuestación actuales, así como su correspondiente revisión desde la óptica de la crítica constructiva.

⁵³ En el sector construcción intervienen numerosos agentes procedentes de diferentes disciplinas. La mejora del sistema obra de edificación es un interés compartido por todos ellos, independientemente de su perfil profesional. Esta multidisciplinaredad aporta al sector una gran riqueza de enfoques y un nivel de especialización que contribuye al aumento de su eficiencia.

⁵⁴ Entre los trabajos actuales del grupo cabe destacar el proyecto SUSPURPOL (Sustainable Purchasing Policies- Políticas y Planificación para una Construcción Sostenible) financiado por la iniciativa GROW (Interreg IIIC) que tiene como objetivo principal promover y difundir nuevos métodos de construcción que tengan en cuenta todos los aspectos inherentes a la sostenibilidad de la edificación y el proyecto “Actualización de la protección de la piedra, la cerámica y demás materiales con jabelga, finas capas de mortero de cal, como sistema eficaz de restauración y estudio del color de los paramentos revestidos con jabelga” dirigido por la Dra. D^a M^a Dolores Robador González beneficiario de una ayuda del Ministerio de Ciencia y Tecnología dentro del Plan Nacional I+D 2004-2007 (Orden CTE/3131/2003, de 7 de noviembre).

⁵⁵ Desde junio de 2006, el restante periodo de disfrute de la beca se ha transformado en un contrato en prácticas de la doctoranda como personal investigador en formación a tiempo completo en el Dpto. CA2 de la Universidad de Sevilla conforme a la Orden de 25 de noviembre de 2005 de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, en la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de incentivos para la contratación laboral del personal beneficiario de las órdenes reguladoras de las convocatorias de becas y ayudas para la formación de Doctores y del Personal Docente e Investigador en las Universidades y Centros de Investigación de Andalucía, correspondiente a los años 2002 y 2003, y a su correspondiente Resolución de 12 de mayo de 2006.

En lo concerniente al nuevo conocimiento, el objetivo perseguido es el de la generación de un modelo de presupuestación por procesos, convenientemente revisado, a partir de una metodología de trabajo puramente científica basada en la mejora continua⁵⁶ del mayor nivel de calidad posible. Asimismo, se persigue el diseño de un sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta que dote de operatividad al mencionado modelo. La creación de este nuevo conocimiento responde a la necesidad de cubrir las crecientes y cambiantes demandas del sector (de calidad, sostenibilidad e innovación, entre otras).

Como objetivo común a ambos tipos de conocimiento pretendemos transmitir los resultados derivados de esta investigación a todos los agentes de la edificación para que puedan beneficiarse de los mismos, así como difundir el desarrollo de los trabajos realizados en aras de fomentar e impulsar la cultura de la innovación en el sector. Para ello es fundamental desarrollar completos programas de formación e información sobre los conocimientos derivados de la actividad investigadora que garanticen su asimilación por parte de los distintos agentes.

Los objetivos de la investigación comprenden y amplían los objetivos de la tesis proponiendo el desarrollo de nuevas líneas de investigación derivadas, encaminadas a la profundización en la investigación del modelo o a la generación de nuevo conocimiento transversal, y planteando propuestas de actuación encaminadas a culminar el ambicioso plan de difusión, protección e implantación del modelo de presupuestación por procesos en el tejido productivo. Estos objetivos tendremos ocasión de tratarlos detenidamente en el capítulo *Reflexiones sobre la investigación*.

1.3. Sistema investigación

De forma análoga a lo visto anteriormente en relación con los procesos de ejecución de las obras⁵⁷, todos los procesos conducentes al desarrollo de la presente tesis doctoral constituyen un complejo sistema productivo. Ambos sistemas comparten y se contagian de su búsqueda de la máxima eficiencia, flexibilidad e innovación en aras de satisfacer las necesidades de sus agentes destinatarios en el mayor grado y de la mejor de las maneras posibles. En otras palabras, ambos sistemas reflejan su permanente búsqueda de la excelencia.

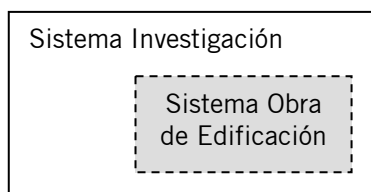


Figura 7. Sistemas investigación y obra de edificación

De este modo, la presente tesis doctoral, analizada desde el punto de vista de la teoría de sistemas, se corresponde con un conjunto interrelacionado⁵⁸ de procesos productivos que tiene por objetivo principal la producción de nuevo conocimiento a partir de la revisión crítica del conocimiento existente. A continuación vamos a analizar pormenorizadamente la caracterización de dicho subsistema, componente de un sistema investigador de mayor dimensión, deteniéndonos en el conocimiento de su configuración y mecanismos de funcionamiento. Este subsistema es de vital

⁵⁶ Esta metodología contempla la experimentación del nuevo modelo en un prototipo caracterizado a tal efecto. Complementando este objetivo, en la investigación general se plantea la consolidación de la experimentación del modelo por procesos en obras de edificación reales correspondientes a distintas tipologías.

⁵⁷ Podemos hablar de dos sistemas paralelos e interrelacionados, el sistema investigador y el sistema obra de edificación, siendo el segundo objeto de estudio del primero.

⁵⁸ La interrelación de sus componentes inherente a todo sistema le dota de la capacidad de reflejo del conjunto en sus distintas partes y de estas partes en el todo. Esta concepción integral del sistema conlleva la necesidad de la intervención en cada uno de sus componentes para conseguir resultados a nivel global y viceversa. De este modo, la consecución de un sistema de calidad pasa por la de la calidad de cada uno de sus elementos componentes.

importancia dentro del conjunto como motor generador del mismo, es decir, como célula madre de la que nace el resto del sistema.

Así, dada la condición de sistema de la presente tesis doctoral podemos representar su comportamiento en el siguiente esquema:

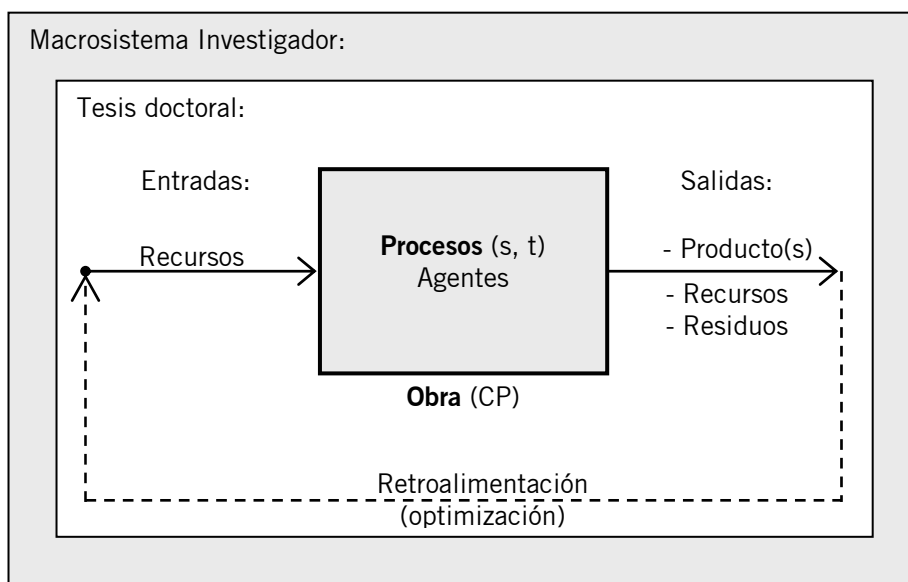


Figura 8. Sistema investigación

Entre los agentes del sistema investigador en estudio podemos distinguir entre los agentes endógenos o productivos y los exógenos o destinatarios. Los agentes productivos están constituidos por el equipo investigador⁵⁹ formado por tutor, el Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, y doctoranda, D^a M^a Victoria de Montes Delgado. Los agentes destinatarios de los servicios de esta investigación, los verdaderos protagonistas de la misma, son los agentes del sistema obra de edificación y, en términos generales, la sociedad en su conjunto.

La metodología de trabajo desarrollada en este proyecto de I+D+i apuesta por el fomento de la participación activa de todos los agentes involucrados y por el desarrollo de su comunicación, tanto a nivel interno del sistema, dentro del tándem tutor-doctoranda, como a nivel externo estableciendo contactos con los agentes destinatarios con la intención de conocer sus necesidades, exigencias y aportaciones en relación a esta investigación.

Los procesos que se desarrollan en este sistema están relacionados fundamentalmente con la formación de la doctoranda⁶⁰, la revisión de los modelos de presupuestación existentes, la creación, experimentación y redacción del nuevo modelo por procesos, así como el comienzo de su transferencia al tejido productivo. En el siguiente subcapítulo abordaremos la identificación, caracterización e interrelación pormenorizada de estos procesos.

⁵⁹ Podemos clasificar las competencias que les son exigibles como investigadores en tres grandes grupos: competencias actitudinales (ser), cognitivas (saber) e instrumentales (saber hacer). Entre las primeras, y con carácter genérico, destacan la capacidad de análisis crítico, creación, iniciativa, ilusión, síntesis y trabajo. En el segundo bloque especial mención merece el conocimiento del sector construcción, sus procesos productivos y sus modelos de presupuestación. Finalmente, entre las instrumentales se requiere el manejo de herramientas informáticas.

⁶⁰ En primera instancia, esta formación hace referencia a la doctoranda y tiene como objetivo dotarla de las herramientas necesarias para el desarrollo del nuevo modelo. En futuras intervenciones esta formación se generalizaría a todos los agentes del sector iniciando su aprendizaje del nuevo modelo de presupuestación por procesos.

El espacio principal⁶¹ de desarrollo del sistema es el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla. A diferencia de las investigaciones de otras áreas de conocimiento, ésta se caracteriza por su intenso trabajo teórico en entornos asimilables a los espacios de oficina.

Por otra parte, el ámbito temporal de esta tesis se extiende desde el curso académico 2002/03 hasta el presente curso 2006/07.

Entre las entradas del sistema destaca la concesión de una beca FPDJ de la Junta de Andalucía⁶² en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II (Dpto. CA2) de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica (EUAT) de la Universidad de Sevilla en el curso 2003/04, la cual ha posibilitado la dedicación a tiempo completo de la doctoranda al desarrollo de esta investigación durante sus 4 años de duración⁶³. Por todo lo anterior, llegados a este punto, nos gustaría volver a manifestar nuestro agradecimiento a la Junta de Andalucía por haber apoyado esta iniciativa, y a la EUAT y al Departamento CA2 por habernos facilitado todos sus recursos disponibles.

Otro de los elementos de entrada fundamentales de toda investigación son los recursos relacionados con la información. El conocimiento exhaustivo de la realidad que se pretende mejorar es crucial para garantizar su éxito.

Cabe destacar que se trata de una investigación que no requiere de medios auxiliares especiales ni de complejas tecnologías para su realización. En este sentido, se perfila como una investigación sencilla que se basta con la utilización de las herramientas informáticas disponibles en la actualidad y de los mecanismos mentales de raciocinio humano. De este modo, el trabajo sistemático y riguroso, unidos a la ilusión por la superación continua, han sido las principales herramientas empleadas.

Por otro lado, el principal elemento de salida de este sistema investigador es el producto objeto del mismo, el modelo de presupuestación por procesos y el sistema de clasificación por procesos para obras de nueva planta. Por tratarse de un sistema eminentemente teórico podemos caracterizarlo como un sistema materialmente limpio que no genera residuos dignos de mención.

La optimización del sistema pasa por su permanente retroalimentación. De este modo, los resultados obtenidos de la investigación han de incorporarse como entradas del mismo sistema o de nuevos sistemas derivados para garantizar su equilibrio y sostenibilidad. Así, si la retroalimentación se produce en el mismo sistema, los resultados se reincorporan en concepto de recursos de información de carácter provisional susceptibles de ser revisados en sucesivos procesos de control internos. En cambio, si la retroalimentación se produce en nuevos sistemas derivados, estos resultados se incorporan como recursos de información de referencia a partir del cual generar nuevo conocimiento.

De todo lo anterior, se deduce que es necesario estimar la vida útil de un sistema, es decir, su número de ciclos de revisión, y encadenarlo al comienzo de un nuevo sistema que continúe con los procesos de mejora iniciados en el mismo. En este sentido, el primer sistema investigador finaliza

⁶¹ Si bien existen otros espacios secundarios tales como los relativos a la formación de la doctoranda (aulas, seguimiento de obras “in situ”, etc) y los diferentes foros de difusión de la investigación (La Coruña, Sevilla, Málaga, Valladolid, Madrid, etc).

⁶² De conformidad a lo establecido en la Orden de 12 de mayo de 2003 de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía (BOJA nº 100 de 28 de mayo).

⁶³ Desde junio de 2006, el restante periodo de disfrute de la beca se ha transformado en un contrato en prácticas de la doctoranda como personal investigador en formación a tiempo completo en el Dpto. CA2 de la Universidad de Sevilla conforme a la Orden de 25 de noviembre de 2005 de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, en la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de incentivos para la contratación laboral del personal beneficiario de las órdenes reguladoras de las convocatorias de becas y ayudas para la formación de Doctores y del Personal Docente e Investigador en las Universidades y Centros de Investigación de Andalucía, correspondiente a los años 2002 y 2003, y a su correspondiente Resolución de 12 de mayo de 2006.

con la presentación de esta tesis doctoral y a partir del mismo se plantea la posibilidad de su concatenación con nuevos sistemas que aborden líneas de investigación derivadas⁶⁴.

La planificación de mecanismos de optimización en la concepción del sistema entronca con su búsqueda de la excelencia. Entendemos que la investigación no debe limitarse a la mera generación de nuevo conocimiento para mejorar la calidad de su entorno, sino que, además, debe aspirar a la excelencia integral, es decir, a la máxima calidad en sus productos y procesos.

Por este motivo, uno de los principales objetivos de nuestra investigación, junto con la generación del modelo por procesos y el sistema de clasificación para obra nueva, es la planificación y desarrollo de un sistema investigador en el que primen la eficiencia, flexibilidad e innovación.

⁶⁴ En el capítulo *Reflexiones sobre la investigación* se sugieren posibles líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación que garanticen la continuidad de este sistema y su permanente contribución a la mejora del sector construcción.

2. Metodología

En nuestra incansable búsqueda de la excelencia, hemos adoptado para la presente investigación una metodología de trabajo científica, caracterizada por su racionalidad, sistematicidad y dinamismo, que nos permita alcanzar elevadas cotas de eficiencia, flexibilidad e innovación.

2.1. Ciclo de mejora continua

En este apartado vamos a describir desde un punto de vista conceptual la metodología empleada en el desarrollo de esta investigación, abordando en posteriores apartados el análisis pormenorizado de las etapas de trabajo a las que ha dado lugar.

La metodología elegida se basa en la aplicación del ciclo⁶⁵ de mejora continua a la investigación, por considerar que es capaz de proporcionar un elevado nivel de calidad a todos los procesos que la integran y, por extensión, a la totalidad de los productos que de ella derivan. Sus mecanismos operativos se basan en la revisión continua de todos los postulados y resultados, en aras de conseguir la mejor de las respuestas posibles a las necesidades detectadas en cada momento. Esta iteración permanente permite al sistema adaptarse de forma continuada al contexto en el que se encuentra inmerso y al que pretende dar respuesta e, incluso, anticiparse a posibles futuros cambios y demandas que pudieran producirse en el mismo. De este modo, también podríamos describir esta metodología como un ciclo de adaptación, renovación y actualización continuas. Se trata pues de un método de trabajo, eminentemente científico, que trata de integrar la excelencia en el sistema investigador, proporcionando una eficiente respuesta al conjunto de sus necesidades y requerimientos. En el siguiente esquema observamos su célula básica de funcionamiento:

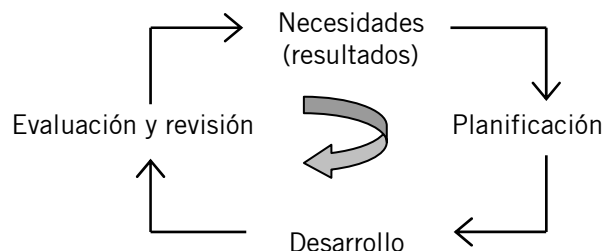


Figura 9. Ciclo de mejora continua

El ciclo de trabajo comienza con la identificación de nuevas necesidades, en el caso que nos ocupa, en el sector construcción y, más concretamente, en el campo de la presupuestación de obras. Esta identificación se produce a partir del estudio reflexivo y la revisión en profundidad del estado actual de la cuestión. La superación y satisfacción de estas necesidades es el objetivo principal que impulsa el desarrollo continuo del sistema. El entendimiento de estas necesidades como un reto de estímulo al trabajo, en lugar de como un problema de difícil solución, ha sido nuestro planteamiento de partida. Tras el análisis pormenorizado de la situación del sector como investigadores comprometidos con el progreso y con una inherente vocación de servicio, sentimos la detección de necesidades en el mismo como algo más que un reto, como una exigencia ineludible que nos obliga a intervenir en la proposición de posibles soluciones que puedan satisfacerlas.

⁶⁵ Realmente deberíamos denominarla “espiral de mejora continua” ya que cada ciclo se desarrolla en un nivel diferente, representando un avance respecto a la situación anterior de cuyos logros se retroalimenta.

La segunda fase consiste en la planificación, organización y programación de la investigación a desarrollar. En primer lugar, es imprescindible definir con precisión los objetivos y resultados esperados de la misma, así como la identificación de los agentes participantes y sus respectivas competencias. Además, caracterizar pormenorizadamente los procesos y asignarles sus correspondientes recursos es fundamental para garantizar la eficiencia y calidad del trabajo, siendo para ello necesario el establecimiento previo de un espacio y un marco temporal de desarrollo concretos, dada su gran capacidad de condicionar el resto de los parámetros del sistema. En definitiva, el punto de arranque de esta metodología se encuentra en la caracterización pormenorizada de todos los elementos del sistema (procesos, componentes, agentes, etc) y sus correspondientes interrelaciones.

A continuación, abordamos el desarrollo teórico del modelo de presupuestación de obras por procesos y su ulterior experimentación práctica en la presupuestación de un prototipo caracterizado al efecto para comprobar el grado de satisfacción de las necesidades inicialmente identificadas. Así, es en esta fase en la que se produce la generación de nuevo conocimiento, es decir, en la que priman la creación y proposición de soluciones.

Todos los resultados de la investigación, tanto intermedios como finales, son analizados y revisados para garantizar su adecuación y grado de cumplimiento en relación con los objetivos planteados. De este modo, los resultados cuya evaluación sea positiva se convierten en nuevo conocimiento, convenientemente validado, susceptible de ser transferidos de forma inmediata a los usuarios destinatarios del mismo. Por el contrario, los resultados negativos son rechazados induciendo la activación de un nuevo ciclo de trabajo con su consiguiente reformulación de objetivos y condicionantes de partida a partir de la proposición de acciones de mejora que permitan su corrección, garantizándose de este modo la optimización del sistema. Estas iteraciones se reproducen de forma permanente hasta que los agentes intervinientes consideren que los resultados de la investigación se ajustan satisfactoriamente a los objetivos perseguidos por la misma alcanzando el sistema el nivel de equilibrio y calidad pretendidos.

En cualquier caso, esta interrupción del ciclo de mejora continua tiene siempre, por su propia definición, carácter provisional dado que puede volver a ponerse en marcha en cualquier momento; ésto significa que todo conocimiento, aún habiendo sido favorablemente evaluado en un determinado momento, es susceptible de volver a ser revisado y mejorado si se modifican las circunstancias que le rodean. El incesante cambio de las necesidades y condiciones de contorno obliga la conveniente revisión de todos los conocimientos con el paso del tiempo para impedir la prescripción de su utilidad. De este modo, en este trabajo se proponen líneas de investigación⁶⁶ derivadas que velen por la actualización permanente del nuevo modelo de presupuestación presentado garantizando así su sostenibilidad.

En paralelo a este flujo continuo que representa el ciclo de vida del conocimiento, se desarrolla el de la formación e información permanente de los agentes del sistema, es decir, el ciclo de mejora continua de los conocimientos asimilados por los mismos. La transferencia de los resultados, tanto parciales como globales, de la investigación al tejido productivo e investigador constituye el objetivo último del sistema. Esta transferencia posibilita el darle una solución real a las necesidades inicialmente detectadas en el sector construcción mediante el uso del nuevo modelo propuesto.

Por último, queremos destacar el importante papel que juegan los procesos de comunicación en la metodología de trabajo adoptada, propiciando el perfeccionamiento y avance de la investigación. Así, nuestra decidida apuesta por la comunicación, tanto a nivel de trabajo interno entre tutor y doctoranda como a nivel externo en interesantes foros de debate con los agentes del sector⁶⁷, ha favorecido enormemente el perfeccionamiento del modelo de presupuestación propuesto, proporcionando el resultado obtenido un elevado grado de satisfacción entre el conjunto de los

⁶⁶ Todo lo referente a las líneas de investigación derivadas de esta tesis doctoral se desarrollará en detalle en el capítulo *Reflexiones sobre la investigación*.

⁶⁷ Destacando su presentación y gran interés suscitado en el congreso CONTART 2006 celebrado en Valladolid en junio 2006 que congregó a más de 600 profesionales del sector.

agentes implicados. Entre las principales características de esta comunicación sobresalen su bidireccionalidad y deseo de participación universal. Esta bidireccionalidad se traduce en el doble rol de todos los agentes involucrados, pasando de ser emisores a receptores y viceversa en todo momento. De este modo, todas las opiniones son oídas y tomadas en consideración con la consiguiente ampliación de perspectivas y enriquecimiento de planteamientos y soluciones. Por su parte, el deseo de participación universal es una de las apuestas de futuro a las que aspira la presente investigación. La voz de todo el colectivo al que pretende dar servicio la nueva herramienta generada es indispensable para garantizar su máxima eficiencia y adaptación a las necesidades reales del mismo, es decir, el que este nuevo modelo pueda llegar a ser una realidad tangible pasa por la participación activa en su construcción de los destinatarios a los que va dirigido.

2.2. Plan de trabajo

La metodología anteriormente descrita se ha traducido en el desarrollo de las tareas que relacionamos a continuación⁶⁸.

- **Profundización en el conocimiento y análisis crítico de los modelos de presupuestación existentes en la actualidad**

En este proceso hemos abordado el estudio y la revisión de los modelos de presupuestación vigentes, centrándonos fundamentalmente en el estudio del modelo de presupuestación basado en unidades de obra por ser el más utilizado en nuestro contexto geográfico en comparación a los modelos de predimensionado extendidos principalmente en el mundo anglosajón.

Ni que decir tiene que el tutor de esta tesis doctoral, el Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, lleva años dedicado a esta labor hasta el punto de liderar la reformulación del citado modelo. Su libro "Presupuestación de obras"⁶⁹ es un manual de obligada lectura para todo presupuestador, llegando a convertirse en objeto de estudio en las asignaturas de mediciones de la mayoría de las escuelas de arquitectura técnica del país por su completa contribución a la caracterización del modelo de presupuestación de unidades de obra. En resumen, este libro refleja el profundo conocimiento de su autor del modelo de unidades de obra, así como su gran aportación a su concreción y perfeccionamiento, perfilándose como uno de los mayores expertos en la materia en la actualidad.

Por otra parte, la doctoranda, D^a M^a Victoria de Montes Delgado, ha tenido la oportunidad de colmatar las lagunas de su formación como arquitecta en dos materias fundamentales en relación con el nuevo modelo, la presupuestación y planificación de obras. Para ello, en materia de presupuestación ha abordado el estudio exhaustivo y continuado de los modelos al uso, asistiendo como oyente a las clases de la asignatura de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla impartidas por el profesor D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo durante el curso académico 2003/04 y colaborando con el mismo en su docencia en los cursos sucesivos. Por otro lado, en materia de planificación ha participado en calidad de oyente en las clases de la asignatura de Planificación, Organización y Control de Obras impartidas por el profesor D. Enrique Carvajal Salinas y D^a Pilar Civantos Nieto durante el curso 2004/05 en el citado departamento.

De este proceso formativo e informativo ha resultado el conocimiento pormenorizado de las fortalezas y debilidades del modelo de presupuestación de unidades de obra, convirtiéndose la superación de estas últimas en los objetivos inspiradores y promotores de la presente investigación.

⁶⁸ La presentación lineal de las actividades de esta investigación no obedece a su estricto desarrollo temporal, ya que como veremos en el siguiente apartado muchas de ellas son simultáneas.

⁶⁹ Véase el capítulo *Bibliografía*.

- **Acercamiento a la realidad del sector construcción y toma de datos mediante visitas a departamentos de estudio de ofertas de empresas constructoras de reconocido prestigio a nivel nacional⁷⁰ y seguimientos continuos de obras de edificación “in situ”**

Las visitas a los departamentos de estudio nos han permitido recabar una nutrida información sobre los modelos de presupuestación internos que utilizan las empresas constructoras para la redacción de ofertas en la fase de contratación del sistema obra de edificación. Estos modelos internos les permiten estimar con mayor definición sus costes esperados de la ejecución de las obras y proponer ofertas, en base a los mismos, económicamente viables para ellas. El nuevo modelo propuesto comparte con estos modelos su búsqueda de precisión en la estimación de costes y aspira a estandarizar para todas las empresas constructoras esta herramienta de trabajo, permitiendo así el intercambio de información entre distintos presupuestos.

Por otro lado, el seguimiento periódico de varias obras de edificación⁷¹ ha posibilitado la identificación y caracterización “in situ” de los procesos productivos más frecuentes desarrollados en las mismas. A continuación se relacionan las citadas obras.

Obra 1: 218 viviendas, locales y garajes.

Ubicación: Manzana R-3 del PERI-SU-2 Cross Pirotecnia de Sevilla.

Promotor: EMVISESA.

Empresa Constructora: Vías y Construcciones, S.A.

Periodo: desde el 13 de noviembre de 2002 hasta el 31 de marzo de 2004.

Obra 2: Centro de Investigación, Tecnología e Innovación (CITIUS).

Ubicación: Avda. Reina Mercedes esq. C/ Profesor García González s/n, CP. 41012, Sevilla.

Promotor: Universidad de Sevilla.

Empresa Constructora: Germán Gil Senda, S.A.

Periodo: desde el 5 de diciembre de 2002 hasta el 13 de noviembre de 2003.

Obra 3: Edificio de nueva planta de PB+6 y 2 bajo rasante.

Ubicación: Manzana R-2 del PERI-SU-2 Cross Pirotecnia, Sevilla.

Promotor: Nova Indes Grupo Inmobiliario, S.A.

Empresa Constructora: Dintel.

Periodo: desde el 10 de febrero de 2003 hasta el 14 de junio de 2005.

Obra 4: Pabellón de Brasil.

Ubicación: Paseo de las Delicias s/n, CP. 41013, Sevilla.

Promotor: Universidad de Sevilla.

Empresa Constructora: Dragados Obra y Proyectos, S.A.

Periodo: desde el 1 de octubre de 2003 hasta el 21 de febrero de 2005.

Obra 5: Edificio Solurban

Ubicación: Avda. de la Palmera nº 28, CP. 41012, Sevilla.

Promotor: Solurban Inversiones, S.L.

Empresa Constructora: Azagra, S.A.

Periodo: desde el 19 de enero de 2004 hasta el 14 de junio de 2005.

En este punto, nos gustaría hacer un alto en el camino para reiterar nuestro agradecimiento a todas las empresas y profesionales que han colaborado en esta investigación, sin cuyo inestimable apoyo el desarrollo de esta etapa del trabajo no hubiera sido posible.

⁷⁰ Tales como Dragados, Solurban Construcciones y DETEA.

⁷¹ Se han elegido obras de edificación de nueva planta de diversas tipologías con una dimensión suficiente como para garantizar el desarrollo de un amplio espectro de procesos productivos. A partir de este requisito de partida, el criterio de selección de las mismas se ha basado en la optimización del conjunto del sistema investigador primando su accesibilidad y localización en el ámbito de desarrollo de la misma, Sevilla capital, para minimizar los desplazamientos.

- **Clasificación sistemática por procesos para obra nueva**

En esta fase hemos desarrollado un sistema para la clasificación de todos los procesos productivos constituyentes de las obras de edificación de nueva planta convencionales⁷². Este sistema representa una herramienta del modelo indispensable para garantizar su operatividad y funcionalidad, posibilitando el intercambio de información entre distintos presupuestos y favoreciendo la comunicación entre los diferentes agentes del sector al emplear un lenguaje común de expresión.

Cabe destacar que este sistema de clasificación procede de la revisión del trabajo de investigación "Clasificación sistemática por procesos para obras de nueva planta"⁷³, defendido por la doctoranda para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA), en base a las recomendaciones emanadas del desarrollo del conjunto de la investigación y su consiguiente discusión de resultados.

- **Redacción del modelo de presupuestación por procesos**

A partir de la formación e información obtenidas de las fases anteriores hemos abordado la definición y caracterización de todos los postulados que constituyen el cuerpo teórico del nuevo modelo propuesto y que presentamos en esta tesis doctoral. La concepción presupuestaria integral de la obra que el nuevo modelo propone supone una gran aportación a la innovación del sector, permitiendo su optimización tanto a nivel de costes como de gestión. Por otra parte, la precisión y rigor en el análisis de los costes endógenos de las obras de edificación de los presupuestos por procesos les convierte en herramientas de gran eficiencia y utilidad para todos los agentes de la edificación. La apuesta por la innovación en el sector de la construcción es una apuesta de futuro comprometida con el crecimiento sostenible del mismo.

- **Experimentación del nuevo modelo de presupuestación por procesos**

En esta fase hemos experimentado el modelo propuesto en un prototipo caracterizado al efecto. Esta etapa empírica es imprescindible en todo proceso de investigación aplicada para poder evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados y contrastar el nivel de utilidad del modelo propuesto, es decir, su grado de eficiencia, flexibilidad e innovación.

La elección de un prototipo teórico en lugar de un proyecto correspondiente a una obra de edificación real se justifica por la necesidad de realizar la primera aplicación del modelo en la estimación de costes de una obra de carácter genérico, capaz de representar al conjunto de las infinitas obras posibles, sin perderse en excesivas singularidades propias de casos particulares. Su depurado y simplificado diseño responde al modelo constructivo tradicional español constituido por una edificación de obra nueva, de dos plantas de altura (PB + P1^a), con estructura de hormigón armado, cubierta plana invertida no transitable, cerramientos de fábrica de ladrillo trasdosados con tabiques de cartón-yeso y carpinterías exteriores de aluminio.

- **Discusión de resultados**

Tras la aplicación del nuevo modelo de presupuestación por procesos a la estimación de los costes de producción del prototipo, hemos procedido a discutir los resultados obtenidos en relación con los objetivos promotores de la investigación. En este momento simplemente avanzaremos que nuestro grado de satisfacción en relación a los mismos es muy elevado dado que hemos alcanzado la

⁷² Por su parte, las obras de nueva planta singulares requieren de sus propios sistemas de clasificación debido a la excesiva complejidad de su estandarización. La redacción de sus correspondientes sistemas de clasificación se propone como líneas de investigación derivadas del presente trabajo, susceptibles de ser desarrolladas en el futuro.

⁷³ Trabajo de Investigación calificado de sobresaliente por unanimidad en septiembre 2004 dentro del Programa de Doctorado con Mención de Calidad "Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana" organizado por el Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción (IUCC) de la Universidad de Sevilla.

totalidad de los objetivos que nos impulsaron a abordar este trabajo. Sin embargo, somos conscientes de que el modelo puede y, definitivamente, debe seguir siendo mejorado, completado y perfeccionado en el futuro en colaboración con los agentes del sector a los que va dirigido.

▪ **Transferencia de la investigación al tejido productivo**

Con esta etapa se pretende dar cumplimiento a una de las exigencias básicas de la investigación, la difusión de sus procesos de desarrollo y consiguientes resultados. La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de nuevo conocimiento destinado a satisfacer determinadas necesidades de su entorno. Por este motivo, es indispensable la transferencia de sus resultados al tejido productivo cuyas necesidades pretende satisfacer. Esta transferencia permite dotar de utilidad real al nuevo conocimiento generado en beneficio de sus agentes destinatarios.

En la presente tesis doctoral hemos abordado la primera fase del plan de transferencia del nuevo modelo de presupuestación por procesos. En etapas sucesivas abordaremos el desarrollo integral de las restantes fases previstas tal y como analizaremos en el capítulo *Reflexiones sobre la investigación*.

En esta primera etapa nos hemos centrado en la difusión a nivel nacional tanto de los resultados de esta investigación, el modelo de presupuestación por procesos y su correspondiente sistema de clasificación para obra nueva, como del sistema investigador en el que se ha gestado dado su carácter innovador dentro del contexto del sector de la construcción. La transmisión de este conocimiento a los agentes del sector favorece su necesario debate interno y profunda revisión colectiva, así como posibilita su utilización en la redacción de presupuestos de obras de promoción privada y en la elaboración de ofertas por parte de las empresas constructoras.

Por otra parte, queremos contribuir, en la medida de nuestras posibilidades, a la creación de la cultura de la innovación en el sector construcción compartiendo la investigación de la que nace este nuevo modelo con sus agentes destinatarios y el conjunto de la comunidad científica española. Apostar por esta cultura y fomentarla nos parece indispensable dado que creemos firmemente en la innovación como principal vía de desarrollo de futuro.

A continuación relacionamos los foros en los que se ha difundido a día de hoy la presente investigación:

✓ *XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones.*

La primera exposición pública de la presente investigación tuvo lugar entre compañeros docentes e investigadores de las asignaturas de mediciones, presupuestos y valoraciones de las diferentes Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica españolas, expertos conocedores del modelo actual de unidades de obra, reunidos en La Coruña en el mes de mayo de 2003. El modelo propuesto despertó la curiosidad de todo el PDI asistente dado su profundo conocimiento de las limitaciones de los modelos de presupuestación existentes en la actualidad.

✓ *CONTART 2003.*

Ya en el mes de noviembre del año 2003 tuvimos la ocasión de presentar la comunicación "Presupuestos por procesos" en la III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica celebrada en Sevilla. Cabe destacar que esta comunicación⁷⁴, centrada en el desarrollo de los comienzos de esta investigación, suscitó un gran interés entre el conjunto de asistentes a la citada convención, todos ellos agentes de la edificación, dando lugar a la creación de un seminario en el que se ampliaron y discutieron sus contenidos. Además de su correspondiente incorporación a las actas del mencionado congreso, esta comunicación fue seleccionada como una de las aportaciones

⁷⁴ Véase el texto íntegro de esta comunicación en el Anexo I.

más interesantes del mismo por la revista BIA editada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid y fue publicada en su número 233, correspondiente a los meses de septiembre y octubre de 2004.

✓ *Primeras Jornadas de Investigación en Arquitectura y Urbanismo (IAU04).*

Durante el mes de septiembre de 2004, presentamos este proyecto enmarcado dentro de la actividad investigadora desarrollada por el grupo de investigación ARDITEC en las jornadas IAU04 organizadas por el Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción (IUCC) en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla. El objeto de la Presentación del grupo de investigación TEP-172. “ARDITEC, Arquitectura: Diseño y Técnica” no era otro que compartir el estado de sus distintas iniciativas en el ámbito de la edificación, entre ellas la presente tesis doctoral, con el resto de los agentes del conocimiento del sector en aras de fomentar su comunicación y consiguiente colaboración como vía de trabajo eficiente y sostenible.

✓ *III Jornadas Doctorales de Andalucía.*

En junio de 2005, presentamos el póster “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” entre un nutrido grupo de jóvenes investigadores de la comunidad autónoma andaluza pertenecientes a distintas áreas de conocimiento en las III Jornadas Doctorales de Andalucía celebradas por la Universidad de Málaga. La elección de este foro estriba en que entendemos que la comunicación transversal entre investigaciones que abordan temáticas concernientes a distintos sectores es también necesaria para fomentar el desarrollo del conjunto del sistema investigador favoreciendo retroalimentaciones e, incluso, cooperaciones entre las mismas que deriven en la construcción de un conocimiento integral más sólido y útil para el conjunto de la sociedad.

✓ *CONTART 2006.*

Durante el pasado mes de mayo de 2006 participamos en la IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica celebrada en Valladolid con la comunicación “Modelo de presupuestación de obras por procesos”. En la misma presentamos a los agentes del sector los avances producidos en la investigación desde la pasada edición del congreso en el año 2003 hasta el momento actual. Fieles a nuestro compromiso con la difusión del nuevo conocimiento, no quisimos faltar a esta importante cita que congrega a un gran número de agentes del sector ávidos por conocer las últimas tendencias emergentes en el mismo.

Además de su publicación en las actas del congreso, dicha comunicación ha sido publicada en el número 248 de la revista BIA editada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, correspondiente a los meses de marzo y abril de 2007. La gran aceptación cosechada por nuestro trabajo no sólo culmina favorablemente este proceso preliminar de transmisión de información a los futuros destinatarios del modelo, sino que nos ha servido de motor propulsor para seguir trabajando en el mismo con energías e ilusión renovadas, armas estas dos fundamentales para poder superar todas las dificultades del camino.

✓ *V Jornadas de Jóvenes Investigadores.*

En las V Jornadas de Jóvenes Investigadores celebradas en Bilbao durante el mes de febrero de 2007 hemos podido compartir con las nuevas generaciones de investigadores españoles un póster de la presente tesis doctoral, denominado “Tesis doctoral. Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos”. Nuestro objetivo ha sido dar a conocer a la comunidad científica nacional los procesos de generación de nuevo conocimiento que están emergiendo en campos del saber, como el correspondiente al sector construcción, tradicionalmente alejados de los circuitos de la innovación. De este modo, pretendemos integrar nuestra actividad en el conjunto de

la actividad científica española con la consiguiente creación de sinergias entre distintas disciplinas que impulsen el avance de la investigación.

✓ *I Jornada Nacional de Investigación en Edificación.*

Finalmente, durante el pasado mes de mayo tuvimos ocasión de presentar la comunicación “Presupuestación por procesos, una apuesta por la innovación” a los principales agentes del conocimiento relacionados con el sector construcción en la I Jornada Nacional de Investigación en Edificación celebrada en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad Politécnica de Madrid. En esta jornada, pudimos compartir con la comunidad científica experta en edificación la totalidad de la presente investigación, tanto a nivel de desarrollo como de resultados, así como nuestro compromiso con la excelencia del sector construcción, a cuyas necesidades pretendemos dar respuesta en la medida de nuestras posibilidades.

2.3. Líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación

Podemos describir la investigación sobre el nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos como un proyecto de I+D+i concebido e iniciado en tiempo presente con gran proyección de futuro; futuro que pasa por el desarrollo de numerosas líneas de investigación y propuestas de actuación derivadas de la misma que tienen por objetivo su mejora permanente.

Como ya comentamos anteriormente, la finalización de la presente tesis doctoral no marca el fin de esta investigación, sino que, más bien al contrario, supone el comienzo de nuevas e interesantes líneas de investigación derivadas de la misma encaminadas a la mejora y actualización permanente del modelo de presupuestación por procesos propuesto. De este modo, esta tesis comprende el final de una etapa de trabajo que se enmarca dentro de un sistema investigador de mayor dimensión espacial y temporal. En el capítulo *Reflexiones sobre la investigación* tendremos ocasión de profundizar en el conocimiento de estas nuevas líneas, mientras que en este apartado simplemente las esbozaremos someramente.

Podemos distinguir dos grandes tipos de líneas de investigación derivadas, las verticales o continuistas que avanzan y profundizan en la caracterización y revisión continua del modelo y las transversales que desarrollan nuevos aspectos tangenciales al mismo. A continuación relacionamos algunas de estas posibles líneas:

- Desarrollo de herramientas informáticas⁷⁵ que doten de operatividad al nuevo modelo.
- Redacción de sistemas de clasificación por procesos para obras de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización y actuaciones arqueológicas.
- Experimentación del modelo de presupuestación por procesos en obras reales de diferentes tipologías y emplazamientos. Discusión de resultados.
- Elaboración y actualización permanente de bancos de costes de suministro.
- Elaboración y actualización permanente de bases de rendimientos de factores de producción.
- Establecimiento de criterios estandarizados para la identificación de procesos productivos.
- Redacción de fichas de procesos de referencia.

⁷⁵ Adaptación de los programas informáticos de presupuestación de obras existentes al modelo por procesos o generación de nuevas aplicaciones.

- Establecimiento de indicadores de calidad estandarizados, consensuados por todos los agentes del sector, que permitan evaluar las obras de edificación e identificar su POP óptimo de un conjunto de alternativas de POP posibles.

De todo lo anterior se desprende el fascinante carácter de esta investigación de madre o raíz susceptible de generar gran multitud de investigaciones derivadas. La fertilidad de un proyecto de investigación es un importante indicador de su nivel de calidad al poner de manifiesto su grado de contribución y compromiso con la actualización y mejora permanente de los conocimientos. En resumidas cuentas, la búsqueda de nuevas vías de mejora proporciona excelencia a la investigación dotándola de eficiencia, flexibilidad e innovación.

Por otra parte, del plan de trabajo de la presente investigación surge la imperiosa necesidad del desarrollo futuro de su correspondiente plan de transferencia. La transferencia de los resultados de la misma, es decir, del nuevo modelo de presupuestación por procesos propuesto y de su sistema investigador de gestación al tejido productivo al que va dirigido, el sector construcción, es uno de sus objetivos, presentes y futuros, fundamentales dado su carácter de investigación aplicada. El mencionado plan de transferencia se concreta en la ejecución de sus correspondientes planes de difusión, protección e implantación.

En primer lugar, proseguiremos con la difusión del nuevo modelo por procesos y su investigación asociada entre los agentes del sector nacionales, fomentando su información y formación continuas en la materia, una vez que hayan sido resueltos sus mecanismos de protección pertinentes. Por otro lado, daremos el salto al ámbito internacional iniciando su difusión a nivel europeo. Esta difusión, tanto nacional como internacional, no se limitará a la mera transmisión de nuevos conocimientos sino que, además, fomentará la participación activa en el debate y la revisión en profundidad del modelo propuesto de todos los agentes de la edificación. Esta colaboración en la construcción consensuada del modelo por procesos por parte de los agentes del sector es indispensable como paso previo a su aceptación y consiguiente implantación en el tejido productivo.

Desafortunadamente, el marco legal vigente no favorece la implantación en el sector construcción del modelo de presupuestación por procesos. Por un lado, el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 2/2000) prescribe la utilización del modelo de unidades de obra para la redacción de los presupuestos de las obras públicas, tanto en fase proyecto como de contratación. Por otro lado, el Real Decreto 1627/97 (Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción) estipula la obligatoriedad de elaborar un presupuesto de seguridad independiente al de ejecución de las obras en determinados casos.

De todo lo anterior se desprende la necesaria modificación de estas dos leyes, LCAP y RD 1627/97, para la posible implantación integral del modelo de unidades de obras en el sector. Conscientes de esta dificultad legislativa, nos planteamos abordar su aplicación de forma progresiva partiendo de la redacción de ofertas por parte de las empresas constructoras en fase de contratación. Esta redacción de ofertas se efectúa dentro del ámbito de la propia empresa constructora y carece de restricciones legales que condicionen su elección del modelo de presupuestación a emplear. Por este motivo, su inmediata accesibilidad y por la adecuación de las necesidades de las empresas constructoras a las características ofrecidas por los presupuestos por procesos serán éstas las primeras destinatarias del nuevo modelo.

La implantación del modelo por procesos en el sector construcción lleva aparejados grandes procesos de cambio. Para que estos cambios se desarrollen favorablemente es necesaria la colaboración activa de todos los agentes implicados; sólo así se podrán superar las limitaciones impuestas por la inercia y el temor a lo nuevo y afrontar con denodado esfuerzo e ilusión los nuevos aires de renovación. Esta colaboración requiere un gran esfuerzo por parte de todos los agentes, tanto a nivel individual como colectivo, en tres grandes frentes: el del conocimiento, la asimilación e incorporación a la práctica profesional del nuevo modelo de presupuestación de obras. Las propuestas de actuación anteriormente comentadas, y que desarrollaremos en profundidad en el

capítulo correspondiente a las *Reflexiones sobre la investigación*, inciden en fomentar y facilitar el desarrollo de este triple esfuerzo entre los agentes del sistema.

2.4. Cronograma

En este apartado vamos a desarrollar la planificación temporal de las principales actividades constituyentes de esta investigación. La estructura elegida para mostrar la secuencia temporal de los trabajos⁷⁶ ha sido la correspondiente a los cursos académicos dado el contexto universitario en el que se enmarcan los mismos.

▪ Curso 2001/02

En esta etapa previa surge la idea de la presente investigación a partir de la reflexión suscitada en un curso⁷⁷ sobre control de costes impartido por el Profesor Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, al que tuvo oportunidad de asistir la doctoranda, D^a M^a Victoria de Montes Delgado, dentro del periodo de docencia del programa de doctorado con mención de calidad “Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana” organizado por el Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla.

▪ Curso 2002/03

Etapa preliminar centrada en completar la formación de la doctoranda y en recabar información para el desarrollo de la investigación. Asimismo, en este periodo se plantean los objetivos del nuevo modelo y un primer esbozo de su configuración. Cabe destacar que la difusión del presente trabajo de investigación se inicia desde sus comienzos, ya en esta fase inicial, buscando propiciar el debate activo sobre el mismo entre los agentes del sector y retroalimentarse de sus consideraciones.

- ✓ Periodo de investigación del programa de doctorado con mención de calidad “Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana” organizado por el Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla. Línea de investigación “Teoría e historia de los procedimientos de producción arquitectónica”.
- ✓ Incorporación al grupo de investigación ARDITEC: Arquitectura, diseño y técnica (TEP-172) del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla.
- ✓ Inscripción de la presente tesis doctoral “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla el 12 de diciembre de 2002.
- ✓ Seguimiento de obras y visitas a departamentos de estudio de empresas constructoras.
- ✓ Presentación de la comunicación “Presupuestos por procesos” en el XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones⁷⁸ celebrado en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de La Coruña los días 29, 30 y 31 de mayo de 2003.

⁷⁶ Estos trabajos de investigación se pueden clasificar en dos grandes bloques, el de los trabajos pasivos, en los que los agentes protagonistas de la investigación son receptores de formación e información, y los activos, en los que estos agentes desarrollan las labores de investigación, docencia y gestión que les competen. La continua retroalimentación de ambos tipos de trabajos es fundamental para garantizar el correcto avance del conjunto de la investigación.

⁷⁷ Concretamente el correspondiente al módulo “Organización, planificación y control de obras” del curso de doctorado Gestión sostenible de residuos de construcción impartido por los doctores Ricardo Huete Fuertes, Carmen Llatas Oliver, M^a Cruz López de los Mozos Martín, Francisco Alonso Ortega Riejos, Antonio Ramírez de Arellano Agudo y Florentino del Valle Rodríguez Márquez.

⁷⁸ No constan publicaciones asociadas a este congreso.

▪ **Curso 2003/04**

En este periodo tiene lugar la elaboración del sistema de clasificación por procesos para las obras de edificación de nueva planta, continuando simultáneamente los procesos de formación e información puestos en marcha. Sin duda el acontecimiento más importante de esta etapa es la concesión de la beca FPDJ que ha permitido financiar la investigación. Finalmente, cabe destacar que la presentación de este trabajo en CONTART 2003, foro especializado que congrega a multitud de agentes de la edificación de todos los puntos de la geografía española, marca un hito de referencia en la difusión y debate del mismo.

- ✓ Concesión a la doctoranda de una beca de Formación de Personal Docente e Investigador de la Junta de Andalucía en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla (Orden de la Consejería de Educación y Ciencia de 12 de mayo de 2003, BOJA núm. 100, de 28 de mayo de 2003) para la realización de la presente tesis doctoral.
- ✓ Asistencia en calidad de oyente a las clases de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones impartidas por el profesor D. Antonio Ramírez de Arellano en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla.
- ✓ Seguimiento de obras y visitas a departamentos de estudio de empresas constructoras.
- ✓ Presentación de la comunicación “Presupuestos por procesos” en la III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2003⁷⁹ celebrada en Sevilla del 12 al 14 de noviembre de 2003.
- ✓ Obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) mediante la presentación del trabajo de investigación “Clasificación sistemática por procesos para obras de nueva planta” con la calificación de sobresaliente por unanimidad.
- ✓ Presentación de la comunicación “ARDITEC, Arquitectura: Diseño y Técnica. Grupo de Investigación TEP-172” en las Primeras Jornadas sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo (IAU04).

▪ **Curso 2004/05**

En este periodo, se inicia, en paralelo a la formación⁸⁰ como investigadora, la complementaria formación como docente de la doctoranda. Por su parte, la investigación afronta el núcleo central de su desarrollo completando la caracterización del modelo de presupuestación por procesos y del prototipo sobre el que se va a experimentar posteriormente. El avance de la misma ha inducido la revisión crítica y consecuente mejora del sistema de clasificación por procesos para obra nueva redactado en la fase anterior. El plan de difusión trazado sigue avanzando transmitiendo paulatinamente los nuevos conocimientos generados al sector construcción y a la sociedad en general.

- ✓ Colaboración en la docencia de la asignatura de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla (4.5 créditos LRU).
- ✓ Participación en el Programa de Equipos Docentes para la Formación de Profesores Noveles del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (ICE).

⁷⁹ Esta comunicación se adjunta para su consulta al final del presente documento en el Anexo 1.

⁸⁰ Los procesos formativos nutren el conjunto del sistema investigador.

- ✓ Asistencia en calidad de oyente a las clases de Organización, Programación y Control de obras impartidas por los profesores D. Enrique Carvajal Salinas y D^a Pilar Civantos Nieto en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla.
- ✓ Seguimiento de obras y visitas a departamentos de estudio de empresas constructoras.
- ✓ Caracterización del modelo de presupuestación por procesos y revisión de la clasificación sistemática para obra nueva.
- ✓ Caracterización del prototipo sobre el que se va a experimentar el nuevo modelo propuesto.
- ✓ Publicación en el número 233 de la revista BIA editada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, correspondiente a los meses de septiembre y octubre de 2004, de la comunicación “Presupuestos por procesos” presentada a CONTART 2003.
- ✓ Presentación en las III Jornadas Doctorales de Andalucía del póster “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” (Málaga, junio 2005).

▪ **Curso 2005/06**

Este periodo se centra fundamentalmente en la experimentación del nuevo modelo en un prototipo caracterizado al efecto y en la discusión de los resultados obtenidos. De esta discusión deriva la revisión y mejora del cuerpo teórico modelo de presupuestación por procesos y sus herramientas complementarias. La difusión del presente trabajo vuelve a cobrar protagonismo en la IV edición de CONTART celebrada en el mes de junio en Valladolid.

- ✓ Transformación de la beca FPDJ de la doctoranda en contrato en prácticas de personal investigador en formación a tiempo completo del 1 de junio de 2006 al 30 de noviembre de 2007.
- ✓ Colaboración en la docencia de la asignatura de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla (4.5 créditos LRU).
- ✓ Experimentación del modelo de presupuestación por procesos.
- ✓ Discusión de resultados.
- ✓ Presentación de la comunicación “Modelo de presupuestación de obras por procesos” en la IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2006⁸¹ celebrada en Valladolid del 7 al 9 de junio de 2006.

▪ **Curso 2006/07**

En este periodo, en el que nos encontramos actualmente, concluye la presente tesis doctoral con la redacción de sus dos volúmenes, el primero correspondiente a la descripción del cuerpo teórico del modelo y sus herramientas y el segundo a la experimentación efectuada, y su presentación en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla. Por otra parte, continúa la formación como docente de la doctoranda colaborando en el desarrollo de la asignatura

⁸¹ Esta comunicación se adjunta para su consulta al final del presente documento en el Anexo 2.

de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla.

- ✓ Redacción en dos tomos de la tesis doctoral “Nuevo modelo de presupuestación basado en procesos productivos”.
- ✓ Colaboración en la docencia de la asignatura de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla (4.5 créditos LRU).
- ✓ Presentación en las V Jornadas de jóvenes investigadores del póster “Tesis doctoral. Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” (Bilbao, 2007).
- ✓ Participación en la I Jornada Nacional de Investigación en Edificación con la comunicación “Presupuestación por procesos, una apuesta por la innovación” (Madrid, 2007).
- ✓ Publicación en el número 248 de la revista BIA editada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, correspondiente a los meses de marzo y abril de 2007, de la comunicación “Modelo de presupuestación de obras por procesos” presentada a CONTART 2006.

▪ **Curso 2007/08 y siguientes**

En futuros cursos académicos esperamos poder ser testigos del desarrollo de las líneas de investigación y propuestas de actuación que emanan de este proyecto.

Si bien en estos momentos solamente podemos hablar de intenciones y deseos, con la colaboración del sector, tanto económica como humana, confiamos poder abordar estos nuevos retos a medio-largo plazo. Además, para hacerlos realidad seguimos contando con la ilusión y capacidad de trabajo que nos han impulsado desde el primer día a lo largo de todos estos años. Sin duda, estas serán las claves de su futura evolución e implementación.

Modelo de presupuestación por procesos:

1. Introducción

El modelo de presupuestación basado en procesos productivos permite generar presupuestos de obras de edificación “a medida” con un elevado grado de detalle y transparencia, constituyéndose en una nueva herramienta que proporciona estimaciones pormenorizadas y cercanas a la realidad de los costes esperados de la ejecución de las obras de edificación proyectadas. Para ello, la presupuestación por procesos parte de la consideración de la planificación, organización y programación de las obras objeto de estudio (POP). Además, el nuevo modelo permite, de forma opcional, optimizar los presupuestos mediante el análisis comparado de diferentes simulaciones de planificación de las obras.

El modelo propuesto surge como respuesta a la creciente demanda del sector construcción de mejora de sus conocimientos como vía para mantener la sostenibilidad de su crecimiento. Concretamente, en el campo de la presupuestación se hace precisa la aparición de nuevas herramientas que permitan solventar situaciones presupuestarias insuficientemente resueltas por los modelos disponibles en la actualidad. Así, por ejemplo, los estandarizados modelos al uso no permiten una adecuada redacción de los presupuestos de las obras de recuperación dada la manifiesta singularidad de cada caso.

Por el contrario, el modelo por procesos es capaz de proporcionar una respuesta personalizada a la presupuestación de cada tipo de obra integrando la totalidad de sus costes, convirtiéndose en una herramienta de gran utilidad para los presupuestadores. Asimismo, la gran cantidad de información aportada por los presupuestos por procesos⁸² sobre la configuración y funcionamiento de las obras proporciona una gran ventaja al conjunto de los agentes de la edificación en la toma de decisiones.

En la siguiente tabla se resumen las principales características de los presupuestos generados por el nuevo modelo propuesto:

Presupuestos por procesos	
Características	Observaciones
A medida	Proporcionan una respuesta personalizada y cercana a la realidad de cada obra.
Integrales	Incorporan todos los procesos y todos sus costes, sin omisiones ni repeticiones.
Detallados	Aportan gran cantidad de información, siendo competencia del presupuestador la determinación de su grado de detalle.
Transparentes	Permiten una clara interpretación de los mismos por parte de los diferentes agentes de la edificación, armonizando sus relaciones económicas.
Óptimizados	Opcionalmente, los presupuestos por procesos pueden ser optimizados si el presupuestador lo estima conveniente.
De calidad	En resumen, los presupuestos por procesos proporcionan una respuesta eficaz, flexible e innovadora a la estimación de los costes esperados de las obras de edificación proyectadas.

Tabla 1. Caracterización de los presupuestos por procesos

⁸² Por su parte, los presupuestos por procesos optimizados proporcionan gran cantidad de información sobre alternativas de planificación de las obras y su correspondiente incidencia en los costes.

El modelo de presupuestación por procesos tiene como referencia **la unidad de proceso**⁸³. La obra de edificación es concebida como un complejo sistema productivo formado por múltiples procesos que se interrelacionan entre sí con el objetivo de construir el producto “edificación”. Podemos diferenciar tres grandes tipos de procesos:

- **Procesos de ejecución (PE)**, comprenden todos los trabajos que se prevé desarrollar en el centro de producción en relación con la ejecución de las obras, incluidos los correspondientes a su implantación y retirada, la gestión de la seguridad⁸⁴, los residuos, los planes de control, etc.
- **Procesos básicos (PB)**, representan a los diferentes componentes empleados o resultantes de dichos trabajos, tales como los recursos puestos en obra o los residuos generados en los centros de producción.
- **Procesos de suministro (PS)**, son los procesos exógenos que vinculan los componentes empleados y resultantes de la ejecución de las obras con sus correspondientes mercados.

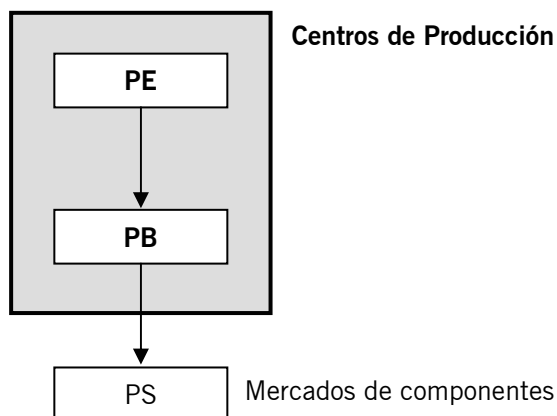


Figura 10. División en procesos de la obra de edificación

Los procesos endógenos, PE y PB, se localizan, codifican y estructuran jerárquicamente en distintos niveles de desagregación en los denominados mapas de procesos⁸⁵. Estos mapas se construyen en base a sistemas de clasificación por procesos estandarizados, desarrollados para cada tipología de obra, siendo competencia del presupuestador elegir el número de niveles de procesos de cada tipo que considere oportuno según el grado de detalle requerido para el presupuesto.

El modelo por procesos propone una estructura de costes jerarquizada, integral, detallada y transparente en la que todos los costes se imputan de forma directa con su correspondiente signo (\pm). Existen tres grandes tipos de costes en función de sus procesos generadores:

⁸³ Por proceso entendemos cada una de las partes dinámicas en las que es susceptible de ser dividido el sistema obra de edificación, procedentes de su correspondiente POP. Los procesos son los elementos generadores de costes en el nuevo modelo.

⁸⁴ En este punto, nos gustaría reseñar que el modelo de presupuestación por procesos genera un único presupuesto que recoge íntegramente todos los costes esperados de la ejecución de las obras, incluidos los costes relacionados con el establecimiento de medidas de seguridad. La seguridad es una de las múltiples exigencias a las que debe dar respuesta el POP de la obra y, al igual que las restantes, consideramos que no es segregable del conjunto.

⁸⁵ Atendiendo al tipo de procesos endógenos que albergan podemos diferenciar dos tipos de mapas de procesos, los mapas de procesos de ejecución (mapas PE) y los mapas de procesos básicos (mapas PB). Por su parte, los procesos de suministro no constan de mapas de procesos “estandarizados” dada la singularidad y dispersión que les caracteriza.

- **Costes de ejecución (CE)**, costes endógenos generados por los PE
- **Costes básicos (CB)**, costes endógenos generados por los PB
- **Costes de suministro (CS)**, costes exógenos generados por los PS.

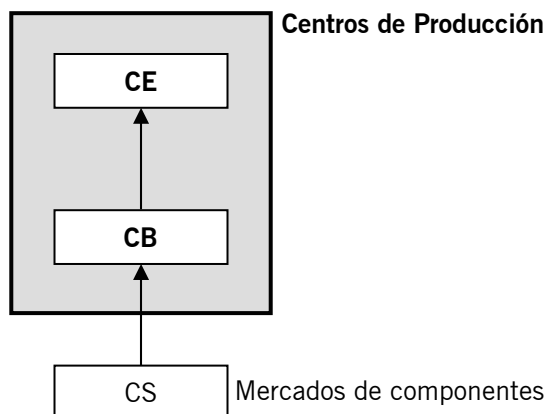


Figura 11. Tratamiento de costes de la obra de edificación

El modelo consta de las siguientes etapas de trabajo:

- **Recabación de información**
- **Planificación, organización y programación de las obras**
- **Elaboración de los mapas de procesos**
- **Redacción del presupuesto de ejecución material**

La presupuestación por procesos comienza con la búsqueda de información sobre el sistema obra de edificación. A partir de dicha información, el presupuestador se encuentra en disposición de identificar y caracterizar todos los procesos integrantes del sistema, es decir, de planificar, organizar y programar la ejecución de las obras, así como de diseñar sus correspondientes mapas de procesos (mapa PE y mapa PB).

Posteriormente, el cálculo analítico de los costes se aborda mediante sencillas operaciones ascendentes de tratamiento de los CS, CB y CE, respectivamente. Así, se llega a la obtención del Importe de Ejecución Material (IEM⁸⁶), objeto del presupuesto, partiendo de los costes unitarios de suministro (CS_U) de los componentes del sistema, recursos y residuos, procedentes de sus correspondientes mercados, y mediante sucesivas operaciones de:

- Cuantificación (Q_U, C_U)
- Integración ($Q_U \times C_U$)
- Agregación ($\sum C_C$)

⁸⁶ Coste esperado de la construcción del producto “edificación”, íntimamente vinculado a los mercados de productos inmobiliarios.

Siendo:

Q_U , el número de procesos unitarios iguales

C_U , el coste de la unidad de proceso

C_C , el coste complejo de un proceso resultante de aplicar su correspondiente coste unitario a la cantidad de unidades de proceso iguales ($C_C = Q_U \times C_U$).

Por último, merece especial atención la capacidad del modelo por procesos de optimizar los presupuestos. Opcionalmente, el presupuestador puede abordar la optimización del presupuesto por procesos, tanto en fase de proyecto como de contratación, mediante la simulación de diferentes alternativas de POP. Cada POP simulado generará un presupuesto por procesos, siendo el óptimo aquel que dé cumplimiento a los objetivos perseguidos con el mínimo coste, es decir, aquel que proporcione una solución productiva de máxima eficiencia.

A lo largo de este capítulo tendremos ocasión de profundizar en cada una de las características del modelo de presupuestación por procesos que acabamos de avanzar.

2. Objetivos

Entre los objetivos del nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos destacamos los siguientes:

- Estimación detallada y cercana a la realidad de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas.
- Optimización del presupuesto y, por extensión, del sistema obra de edificación.
- Enriquecimiento de la oferta de modelos de presupuestación.
- Contribución al incremento de calidad del sector construcción.

El principal objetivo de esta investigación es desarrollar un nuevo modelo de presupuestación de obras de edificación que proporcione estimaciones de costes esperados pormenorizadas y próximas a la realidad, tanto en fase de proyecto como de contratación.

Para conseguir un elevado grado de precisión, el modelo de presupuestación basado en procesos productivos⁸⁷ toma como punto de partida la consideración de la planificación, organización y programación de la obra objeto del presupuesto (POP⁸⁸) para abordar el análisis integral y pormenorizado de sus correspondientes costes. Además, el modelo por procesos busca la transparencia y claridad de sus presupuestos, valiéndose para ello de la imputación directa, con su correspondiente signo (\pm), de todos los costes endógenos. Todo lo anterior convierte a los presupuestos por procesos en grandes portadores de información, dotándoles de gran utilidad para el conjunto de los agentes de la edificación.

Otro de los objetivos del modelo es dotar a los presupuestos de capacidad para optimizar los costes esperados mediante la comparación de simulaciones de distintas alternativas de POP. Podemos definir el POP óptimo de un sistema productivo como aquel, entre todos los posibles, que permite la generación de un producto de máxima eficiencia, es decir, un producto que dé cumplimiento a los objetivos perseguidos al mínimo coste. A partir del POP óptimo se obtiene el correspondiente presupuesto óptimo del sistema.

En nuestro caso, el sistema productivo que nos ocupa es la obra y el producto resultante de la misma la edificación. De este modo, el POP óptimo de una obra es aquel que permite maximizar su relación objetivos/coste. De todas las simulaciones posibles, la correspondiente al POP óptimo proporciona la estimación de costes esperados óptima. Esta utilidad es excepcionalmente potente en el caso de la optimización de presupuestos en fase de proyecto, ya que permite inducir procesos de retroalimentación capaces de introducir mejoras en las soluciones de diseño.

Asimismo, el modelo por procesos pretende ampliar y completar la oferta de modelos de presupuestación existente en la actualidad, enriqueciendo el repertorio de herramientas a disposición de los presupuestadores, cuantitativa y cualitativamente. Esta circunstancia redundará en el incremento de la eficiencia del trabajo de los presupuestadores, permitiéndoles elegir la herramienta que mejor se adapte a sus necesidades en cada momento.

Finalmente, todos los objetivos anteriores se condensan en la aspiración del modelo de contribuir a la mejora de la calidad del sector construcción mediante la mejora de sus herramientas de presupuestación desde la innovación. La aportación de nuevas herramientas especializadas que superen los límites de las actuales repercute positivamente en la excelencia del sistema.

⁸⁷ La denominación resumida de este nuevo modelo es “modelo de presupuestación por procesos”. Generalmente utilizaremos esta denominación simplificada a la hora de referirnos al mismo.

⁸⁸ En este momento, nos permitiremos la licencia de acuñar un nuevo acrónimo POP. Con el mismo, identificaremos de aquí en adelante los conceptos de planificación, organización y programación de las obras.

Y es que, hoy en día, inmersos en crecientes procesos de convergencia de los mercados, la búsqueda de la excelencia es la única vía capaz de garantizar el crecimiento sostenible del sector.

3. Filosofía del modelo

El funcionamiento del modelo por procesos se basa en el seguimiento de las leyes básicas de la presupuestación y en el empleo de mecanismos operativos lógicos, sencillos y repetitivos para abordar la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas.

Dos son las leyes básicas que todo presupuesto ha de cumplir:

- 1ª. El presupuesto debe contemplar todos los costes generados en la obra.
- 2ª. En el presupuesto no pueden producirse duplicidades de costes.

Para darles cumplimiento, el modelo por procesos concibe la obra de edificación de una manera integral y transparente, garantizando la incorporación en sus presupuestos de todos los procesos que las componen y, consecuentemente, de todos sus costes, sin omisiones ni repeticiones.

Modelo de presupuestación por procesos		
Obra de edificación	Caracterización integral del sistema obra de edificación (POP).	
División (↓)	Procesos de ejecución (PE)	Identificación
		Caracterización (límites)
	Procesos básicos (PB)	Identificación
		Caracterización (límites)
	Procesos de suministro (PS)	Identificación
		Caracterización (límites)
Tratamiento (↑)	Costes de suministro (CS)	Cuantificación (Q_U, CS_U)
		Integración ($Q_U \times CS_U$)
		Agregación ($\sum CS_C$)
	Coste básicos (CB)	Cuantificación (Q_U, CB_U)
		Integración ($Q_U \times CB_U$)
		Agregación ($\sum CB_C$)
	Costes de ejecución (CE)	Cuantificación (Q_U, CE_U)
		Integración ($Q_U \times CE_U$)
		Agregación ($\sum CE_C$)
IEM	Estimación del total de los costes endógenos esperados de la ejecución de las obras proyectadas.	

Tabla 2. Funcionamiento del modelo por procesos

Partiendo de la concepción integral del sistema, la presupuestación por procesos aborda la sucesiva división de la obra de edificación en sus procesos componentes.

- En primer lugar, la obra se desagrega en distintos niveles de procesos de ejecución (PE). Los procesos de ejecución engloban todos los trabajos desarrollados en los centros de producción de las obras generadores de costes, incluyendo los relacionados con la implantación, mantenimiento y retirada de los propios centros de producción, la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados, de las medidas de seguridad y salud adoptadas, el desarrollo de planes de control⁸⁹, etc.

⁸⁹ El objetivo de calidad y las responsabilidades derivadas de la aplicación de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) obligan a la elaboración de planes de control que requieren de pruebas y ensayos generadores de costes significativos en las obras.

- A continuación, se produce la desagregación del sistema, concretamente del último nivel de procesos de ejecución, en distintos niveles de procesos básicos (PB). Estos procesos representan los componentes empleados (recursos) o derivados (residuos) del desarrollo de los anteriormente mencionados PE. Los procesos básicos delimitan las fronteras entre el sistema obra de edificación y los mercados exteriores de componentes.
- Finalmente, los procesos básicos se dividen en procesos exógenos de suministro (PS), que vinculan los componentes del sistema, recursos y residuos, con sus correspondientes mercados exteriores.

Posteriormente, una vez identificados y caracterizados todos los procesos que integran el sistema obra de edificación, se procede al tratamiento de los costes de cada una de las partes en las que ha sido previamente dividido. Mediante el empleo de mecanismos sencillos y repetitivos de cuantificación, integración y agregación se obtiene el total de los costes endógenos esperados de la ejecución de las obras proyectadas, el denominado Importe de Ejecución Material (IEM).

- El tratamiento de los costes de suministro (CS) comienza con la obtención de los costes de suministro unitarios (CS_U) de los PS, procedentes de sus correspondientes mercados exteriores, así como con la cuantificación del número de unidades de cada uno de ellos partícipes en la obra (Q_U). Posteriormente, de la integración de dichas magnitudes ($Q_U \times CS_U$) se obtienen los costes de suministro complejos de los mencionados PS.

$$CS_C = Q_U \times CS_U$$

Finalmente, de la agregación de los CS_C derivan los costes básicos unitarios de los PB pertenecientes al último nivel de procesos básicos desagregado.

$$CB_U = \sum CS_C$$

- El tratamiento de los costes básicos (CB) comienza con la obtención de los costes básicos unitarios (CB_U) de los PB mediante la agregación de los costes complejos de sus procesos componentes, así como con la cuantificación del número de unidades de cada uno de ellos (Q_U). Posteriormente, de la integración de dichas magnitudes ($Q_U \times CB_U$) se obtienen los costes básicos complejos de los mencionados PB.

$$CB_C = Q_U \times CB_U$$

Finalmente, de la agregación de los CB_C derivan los costes unitarios de los procesos de nivel inmediatamente superior. El tratamiento de los CB se repite iterativamente, ascendiendo por los distintos niveles de procesos básicos del presupuesto que proporcionen una información económica de interés para los agentes de la edificación⁹⁰, hasta llegar a los CE.

$$CE_U = \sum CB_C$$

- El tratamiento de los costes de ejecución (CE) comienza con la obtención de los costes de ejecución unitarios (CE_U) de los PE mediante la agregación de los costes complejos de sus procesos componentes, así como con la cuantificación del número de unidades de cada uno

⁹⁰ Generalmente, la estimación de los costes correspondientes a los niveles de procesos PB N1 y PB N2 se omite en el presupuesto por procesos dado que su generalidad no aporta ninguna información económica de utilidad al conjunto, vinculando directamente la agregación de los costes básicos complejos de nivel 3 a la obtención de los costes de ejecución unitarios del último nivel de procesos de este tipo desagregado ($\sum CB_C N3 = CE_U Nn$). Más adelante, en el subcapítulo correspondiente a la estructura de costes, tendremos ocasión de profundizar en estos aspectos.

de ellos (Q_U). Posteriormente, de la integración de dichas magnitudes ($Q_U \times CE_U$) se obtienen los costes de ejecución complejos de los mencionados PE.

$$CE_C = Q_U \times CE_U$$

Finalmente, de la agregación de los CE_C derivan los costes unitarios de los procesos de ejecución de nivel inmediatamente superior. El tratamiento de los CE se repetirá iterativamente, ascendiendo por los distintos niveles de procesos de ejecución del presupuesto, hasta llegar a la obtención del IEM .

$$IEM = \sum_i CE_{Ci}$$

4. Mapas de procesos

El modelo concibe la obra de edificación como un complejo sistema productivo constituido por múltiples procesos interrelacionados entre sí que tienen por finalidad la construcción de la edificación⁹¹. Estos **procesos productivos** constituyen los elementos de referencia del nuevo modelo dada su capacidad de generar los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas.

4.1. Clases de procesos

Existen numerosos tipos de procesos que pueden ser clasificados atendiendo a distintos criterios. A continuación relacionamos los más importantes:

a) En función de su vinculación al sistema obra de edificación:

- **Procesos endógenos (PE_N)**. Son los procesos que se desarrollan dentro del centro de producción de las obras.
- **Procesos exógenos (PE_x)**. Son los procesos exteriores al centro de producción de las obras.

b) En función de su naturaleza:

- **Procesos de ejecución (PE)**. Son los procesos endógenos correspondientes a los diferentes trabajos que se desarrollan en obra encaminados a la construcción del producto edificación. En base a su función los podemos subdividir en **procesos productivos**, vinculados de forma directa con la construcción de la edificación, y en **procesos logísticos**, centrados principalmente en la gestión y control del centro de producción. La unidad de medida de los procesos de ejecución es la unidad de proceso (u).
- **Procesos básicos (PB)**. Son los procesos endógenos asociados a los componentes de entrada (recursos) y salida (recursos de carácter auxiliar⁹², residuos) del sistema obra de edificación partícipes en los procesos de ejecución. Las unidades de medida de los procesos básicos se corresponden, en general, con las del Sistema Métrico Internacional (kg, m, s, u) y sus derivadas (por ejemplo, t, m², m³, h, mu)⁹³.
- **Procesos de suministro (PS)**. Son los procesos exógenos que vinculan los componentes del sistema (recursos y residuos) con sus correspondientes mercados exteriores. Se trata pues de procesos fuertemente condicionados por las características de estos mercados, los cuales se encuentran regulados en nuestro contexto económico por las leyes de la oferta y la demanda. Las unidades de medida de los procesos de suministro se corresponden, en general, con las del Sistema Métrico Internacional (kg, m, s, u) y sus derivadas (por ejemplo, t, m², m³, h, mu).

⁹¹ De esta expresión deducimos que por “proceso productivo” entendemos cada uno de los elementos que conforman el sistema obra de edificación. Para ampliar esta definición, véase el capítulo correspondiente al *Diccionario de términos*.

⁹² Por recursos de carácter auxiliar entendemos todos aquellos componentes que tienen entrada y salida en la obra sin cambiar su naturaleza, no quedando integrados en el producto edificación ni consumiéndose íntegramente en ninguno de sus procesos.

⁹³ Estas unidades se corresponden, en la mayoría de los casos, con las empleadas en la medición de los recursos y residuos del modelo de presupuestación de unidades de obras. La elección de estas unidades, si bien proviene de la tradición presupuestaria, tiene su origen en la configuración característica de los distintos componentes de entrada y salida del sistema obra de edificación.

c) En función de su dimensión:

- **Procesos unitarios (P_U).** Son los procesos correspondientes a la unidad de proceso caracterizados por su coste unitario (C_U).

$$P_U(I, C_U)$$

Siendo:

P_U , un proceso unitario genérico

$Q_U = 1$, la cantidad correspondiente a una unidad de proceso

C_U , su correspondiente coste unitario.

- **Procesos complejos (P_C).** Son los procesos que representan al conjunto de unidades de proceso iguales existentes en una obra (Q_U), caracterizados por su correspondiente coste complejo (C_C).

$$P_C(C_C)$$

$$C_C = Q_U \times C_U$$

Siendo:

P_C , un proceso complejo genérico

C_C , su correspondiente coste complejo

Q_U , la cantidad de unidades de proceso que lo componen

C_U , su correspondiente coste unitario.

Así un proceso genérico vendría representado por las variables independientes Q_U y C_U y la variable dependiente C_C , tal y como muestra la siguiente expresión:

$$P(P_U; P_C) \leftrightarrow P(Q_U, C_U; C_C)$$

Siendo:

P , un proceso genérico

P_U , su correspondiente proceso unitario

P_C , su correspondiente proceso complejo

Q_U , la cantidad de unidades de proceso iguales existentes en el presupuesto

C_U , el coste unitario correspondiente a la unidad de proceso

C_C , el coste complejo correspondiente al conjunto de unidades de proceso iguales.

d) En función de su cantidad:

- **Procesos simples (P_S).** Son los procesos que participan en la obra de edificación con una única unidad de proceso ($Q_U = 1$). Así, en estos procesos su correspondiente proceso unitario coincide con el complejo.

$$P_S(I, C_U)$$

- **Procesos múltiples (P_M).** Son los procesos que participan en la obra de edificación con un número de unidades de proceso superior a la unidad ($Q_U > 1$). Por su parte,

estos procesos pueden desarrollarse simultáneamente o de forma sucesiva, subdividiéndose en **procesos múltiples simultáneos** y **procesos múltiples sucesivos**.

$$P_M (>I, C_U)$$

4.2. Construcción de mapas de procesos

Los procesos productivos y sus costes esperados resultan del diseño de la planificación, organización y programación de las obras (POP). Por este motivo, el presupuestador necesita conocer la solución de POP adoptada en cada caso, de entre las infinitas soluciones posibles, o, en su defecto, elaborarla para poder abordar la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas utilizando el modelo por procesos⁹⁴.

POP_i → Presupuesto por procesos_i

Una vez identificados y caracterizados todos los procesos del sistema generadores de costes⁹⁵, a partir de la información obtenida de las decisiones de POP, el presupuestador se encuentra en disposición de construir sus correspondientes mapas de procesos.

Los mapas de procesos son estructuras jerárquicas que integran, de manera ordenada y transparente, la totalidad de los procesos endógenos⁹⁶ de la obra de edificación en base a un determinado sistema de clasificación⁹⁷. Los mapas de procesos son susceptibles de aportar gran información al conjunto de agentes de la edificación, si bien su nivel de detalle, proporcionado por el mayor o menor grado de desagregación en niveles de procesos, habrá de ser elegido por el presupuestador responsable de su confección.

Podemos distinguir dos grandes tipos de mapas de procesos en función del tipo de procesos endógenos que incorporen:

- Mapas de procesos de ejecución⁹⁸ → PE
- Mapas de procesos básicos → PB

En los mapas de procesos de ejecución (mapas PE), como su propio nombre indica, se localizan, codifican y estructuran jerárquicamente por niveles todos los procesos de ejecución (PE) del sistema objeto de presupuestación.

Los mapas PE surgen de una primera gran división del sistema, identificando y delimitando, en distintos niveles de concreción, todos los trabajos necesarios para la producción de la edificación, desde los relacionados con la implantación, mantenimiento y retirada de los centros de producción,

⁹⁴ La presupuestación por procesos nace de la planificación, organización y programación de las obras.

⁹⁵ De este modo, aquellos trabajos o componentes empleados cuyo coste sea nulo no se incorporan en los mapas de procesos dado que no tienen incidencia económica en el presupuesto.

⁹⁶ No existen mapas de procesos de suministro dado que su gran diversidad dificulta enormemente la sistematización de su clasificación y, en todo caso, proporcionaría herramientas complementarias al modelo de escasa eficiencia.

⁹⁷ Los sistemas de clasificación por procesos son herramientas que permiten la estandarización de la estructura de los mapas de procesos facilitando su interpretación por parte de todos los agentes de la edificación. En el próximo capítulo tendremos ocasión de profundizar en su definición y caracterización.

⁹⁸ Estos mapas son los que figuran en los documentos finales del presupuesto: presupuesto detallado y resumen del presupuesto.

hasta los de gestión de la seguridad, del control de calidad y de la retirada de sus componentes de salida (recursos auxiliares y residuos), pasando por los propiamente productivos⁹⁹.

Los mapas de procesos de ejecución son susceptibles de ser divididos en distintos niveles de procesos. Compete al presupuestador elegir, en cada caso, el nivel de desagregación que estime oportuno en función del nivel de detalle que le sea requerido al presupuesto.

- **PE N1**, Procesos de Ejecución de Nivel 1
- **PE N2**, Procesos de Ejecución de Nivel 2
- **PE N3**, Procesos de Ejecución de Nivel 3
- **PE N4**, Procesos de Ejecución de Nivel 4 o Actividades de Ejecución (AE)
- **PE N5**, Procesos de Ejecución de Nivel 5 o Tareas de Ejecución (TE)
- ...
- **PE Nn**, Procesos de Ejecución de Nivel n

En términos generales¹⁰⁰, podemos hablar de cinco niveles de procesos de ejecución. Los tres niveles superiores responden a la estructura proporcionada por los sistemas de clasificación por procesos, mientras que los restantes habrán de ser diseñados a medida para cada obra por el presupuestador. En la secuencia anterior de división de los procesos de ejecución, podemos identificar como Proceso de Ejecución de Nivel 0 (PE NO) al conjunto del sistema obra de edificación.

Por otra parte, los mapas de procesos básicos (mapas PB) están formados por todos los procesos básicos (PB) integrantes del sistema obra de edificación. Los mapas PB derivan de la desagregación¹⁰¹ del último de los niveles de los correspondientes PE.

- **PB N1**, Procesos Básicos de Nivel 1
- **PB N2**, Procesos Básicos de Nivel 2
- **PB N3**, Procesos Básicos de Nivel 3 o Actividades Básicas (AB)
- **PB N4**, Procesos Básicos de Nivel 4 o Tareas Básicas (TB)
- ...
- **PB Nn**, Procesos Básicos de Nivel n

En términos generales, distinguimos cuatro niveles de procesos básicos. Los dos niveles superiores responden a la estructura proporcionada por los sistemas de clasificación por procesos, mientras que los restantes habrán de ser diseñados a medida para cada obra por el presupuestador.

Finalmente, el último nivel de procesos básicos desagregado en el presupuesto se divide en los procesos de suministro (PS).

En resumen, la presupuestación por procesos parte de la desagregación del sistema obra de edificación en distintos niveles de PE, los cuales quedan recogidos en su correspondiente mapa de procesos de ejecución; posteriormente aborda su división en distintos niveles de PB, reflejados en el mapa de procesos básicos.

⁹⁹ Tales como actuaciones preparatorias, demoliciones y desmontados, acondicionamientos de terrenos, cimentaciones, saneamientos, estructuras, cerramientos, cubiertas, paredes interiores, instalaciones, carpinterías, revestimientos, amueblamientos, trabajos exteriores, terminaciones, actuaciones finales, etc.

¹⁰⁰ La estructura de niveles de procesos descrita es una estructura de referencia definida de forma genérica que el presupuestador adaptará a las necesidades propias de cada caso.

¹⁰¹ Esta desagregación, intersección de los mapas de procesos de ejecución y básicos, da respuesta a la asignación de componentes de los distintos PE.

Finalmente, esta primera etapa concluye con su segregación en procesos de suministro (PS) que lo vinculan con los mercados exteriores de componentes.

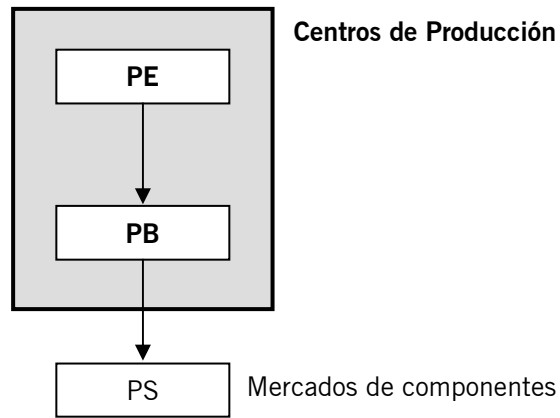


Figura 10. División en procesos de la obra de edificación

En resumidas cuentas, la división del sistema obra de edificación implica la sucesiva atomización y fragmentación del mismo en multitud de partes de menor tamaño cada vez, que posibilitan abordar la estimación de sus costes esperados con garantías de éxito haciendo uso de las herramientas disponibles.

Para dividir adecuadamente el sistema es fundamental, en cada uno de sus niveles de desagregación y entre niveles contiguos, caracterizar bien los límites de cada uno de los procesos que lo integran, para que no existan huecos por cubrir ni solapamientos entre los mismos. Sólo así, podremos garantizar la eficiencia del presupuesto, evitando omisiones y repeticiones de procesos y, consecuentemente, de sus costes.

5. Estructura de costes

La estructura de costes¹⁰² del modelo de presupuestación por procesos destaca fundamentalmente por su jerarquización, integridad, detalle y transparencia. Todas estas características permiten al modelo proporcionar buenas estimaciones de los costes endógenos esperados de la ejecución de las obras proyectadas.

En dicha estructura tienen cabida todos los costes generados en los centros de producción de las obras como consecuencia del desarrollo de los procesos productivos, con el nivel de detalle que el presupuestador estime conveniente en cada caso.

En el modelo por procesos, todos los costes endógenos se imputan por vía directa con su correspondiente signo \pm . Así, los costes de signo (+) representan los gastos derivados de la ejecución de las obras y los de signo (-) posibles ingresos, tales como los derivados de la venta en mercados secundarios de residuos procedentes de los centros de producción.

Todo lo anterior, confiere gran transparencia al modelo, permitiendo al presupuestador controlar, en todo momento, la ausencia de omisiones y repeticiones de costes en el presupuesto y proporcionando con claridad gran cantidad de información a todos los agentes de la edificación.

La siguiente figura¹⁰³ ilustra la estructura de costes propuesta, organizada en distintos niveles, en consonancia a la de sus procesos generadores:

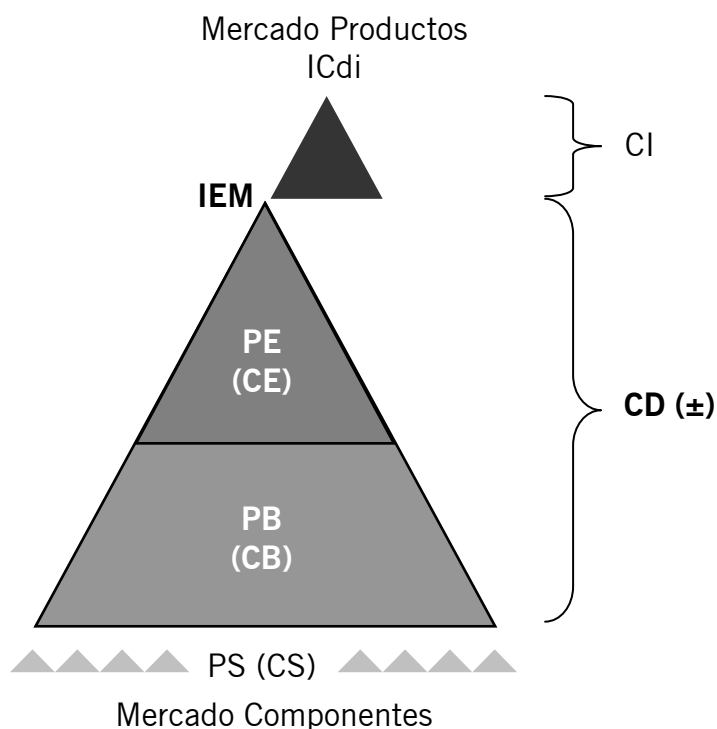


Figura 12. Estructura de costes

¹⁰² Los costes son magnitudes económicas caracterizadas por un determinado signo (\pm) y valor, expresadas en unidades monetarias de medida. En nuestro caso, esta unidad monetaria es el euro (€).

¹⁰³ Basada en la desarrollada por el Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo en su libro "Presupuestación de obras" para ilustrar la estructura de costes del modelo de presupuestación basado en las unidades de obras.

En el exterior de la base de la pirámide aparecen los costes de suministro (CS) correspondientes a los procesos de suministro (PS). El nivel CS, exógeno al modelo, se encuentra directamente afectado por las características de los mercados de componentes (recursos, residuos), especialmente por sus precios y condiciones de suministro o retirada.

A continuación, recorriendo la estructura de costes en sentido ascendente, encontramos el primer nivel de costes endógenos del modelo: el nivel de costes básicos (CB). Los CB, derivados de los procesos básicos (PB), integran en el modelo los CS.

Posteriormente, los CB se integran en el último nivel de costes endógenos de la estructura, el nivel de costes de ejecución (CE). De la concentración de los CE, procedentes de los procesos de ejecución (PE), se obtiene el Importe de Ejecución Material (IEM), objeto del presupuesto, el cual representa el total de los costes endógenos esperados de la ejecución de las obras proyectadas.

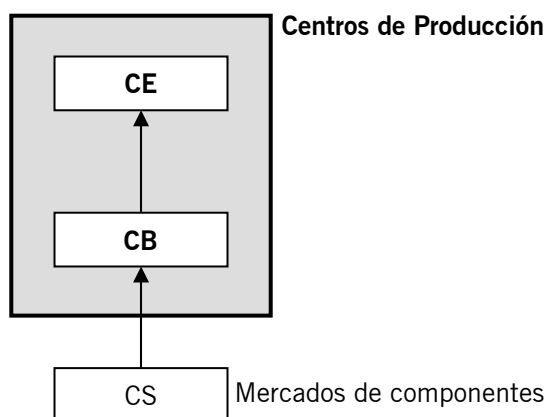


Figura 11. Tratamiento de costes de la obra de edificación

Si proseguimos ascendiendo por la estructura de costes, nos encontramos con los costes exógenos relativos a los costes indirectos generales (CIG¹⁰⁴), el beneficio industrial (BI) y los impuestos que gravan la producción (IP¹⁰⁵).

De manera análoga a como sucede en los modelos actuales, si al IEM le agregamos los CIG y el BI obtenemos el Importe de Contrata antes de Impuestos (IC_{ai}). Ambos costes exógenos, CIG y BI, son imputados por vía indirecta mediante la aplicación de un porcentaje sobre el IEM.

$$IC_{ai} = IEM + CIG + BI$$

Finalmente, si al IC_{ai} le sumamos los IP obtenemos el Importe de Contrata después de Impuestos (IC_{dj}). Dicho IP es también un coste exógeno imputado por vía indirecta a partir de la aplicación de un porcentaje sobre el IC_{ai}.

¹⁰⁴ Podemos diferenciar dos grandes tipos de Costes Indirectos Generales: los derivados del contrato y de la estructura de la empresa constructora responsable de las obras. Véase el libro "Presupuestación de obras" del Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo referenciado en la bibliografía.

¹⁰⁵ Concretamente, en la actualidad en España, el impuesto sobre la producción es el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) según establece la Ley 37/1992, de 28 de diciembre. Este impuesto grava todos los productos objeto de transacciones comerciales; en el caso que nos ocupa el producto gravado es la edificación, siendo responsabilidad del constructor la recaudación del mencionado impuesto.

$$IC_{di} = IC_{ai} + IP$$

El IC_{di} vincula al producto resultante del subsistema ejecución con los mercados inmobiliarios. De este modo, los costes del sistema obra de edificación se mueven entre los costes asociados a dos grandes tipos de mercados, los de componentes y los de productos inmobiliarios. En este sentido, los modelos de presupuestación actúan como nexo entre ambos mercados facilitando la transferencia de información entre los mismos.

5.1. Clases de costes

En primer lugar, recordaremos la diferencia entre dos conceptos fundamentales de la presupuestación: coste vs. precio. Por coste entendemos el esfuerzo económico necesario para la producción de un bien, mientras que el precio resulta de la confrontación en el mercado de su oferta y su demanda. De este modo, en el presupuesto se recogen costes que, como veremos a continuación, pueden ser de muy distintos tipos.

a) En función de su vinculación al sistema productivo de ejecución de la edificación:

- **Costes endógenos (CE_N).** Son los costes que se generan en los centros de producción. Podemos diferenciar dos grandes tipos de costes endógenos, los básicos (CB) y los de ejecución (CE).
- **Costes exógenos (CE_X).** Son los costes que se generan fuera de los centros de producción, tales como los costes de suministro (CS), los costes indirectos generales (CIG), el beneficio industrial (BI) y los impuestos sobre la producción (IP).

b) En función del tipo de proceso del que derivan:

- **Costes de suministro (CS).** Son los costes derivados de los procesos de suministro (PS). Estos costes se caracterizan por su cuantía, expresada en unidades monetarias, y por sus condiciones de suministro o retirada, según se trate de componentes de entrada o salida de las obras.
- **Costes básicos (CB).** Son los costes derivados de los procesos básicos (PB).
- **Costes de ejecución (CE).** Son los costes derivados de los procesos de ejecución (PE).

c) En función de su forma de imputación:

- **Costes directos (CD).** Son los costes que se obtienen de la integración de sus parámetros característicos (Q_U, C_U), aplicando a la cantidad su correspondiente coste unitario ($Q_U \times C_U$). En el modelo por procesos todos los costes endógenos se imputan por vía directa en aras de dar cumplimiento a sus objetivos de detalle y transparencia.
- **Costes indirectos (CI).** Son los costes que se obtienen de la aplicación de un determinado porcentaje sobre un valor de referencia. En el modelo propuesto, los costes exógenos (CIG, BI e IP) se integran en los presupuestos por vía indirecta.

d) En función de su signo:

- **Costes positivos (+).** Son los costes correspondientes a los gastos que debe afrontar la empresa constructora responsable de la ejecución de las obras.
- **Costes negativos (-).** Son los costes correspondientes a los ingresos que recibe la empresa constructora responsable de la ejecución de las obras, tales como los derivados de la venta en mercados secundarios de determinados residuos de construcción y demolición (RCD¹⁰⁶) procedentes del centro de producción.

e) En función de su tratamiento matemático en el presupuesto:

- **Costes unitarios (C_U).** Son los costes correspondientes a las unidades de proceso expresados en unidades monetarias.

$$P_U(C) = C_U$$

$$PS_U(CS) = CS_U$$

$$PB_U(CB) = CB_U$$

$$PE_U(CE) = CE_U$$

- **Costes complejos (C_C).** Son los costes correspondientes a conjuntos de unidades de proceso iguales existentes en una obra¹⁰⁷ expresados en unidades monetarias.

$$P_C(C) = C_C$$

$$C_C = Q_U \times C_U$$

$$PS_C(CS) = CS_C$$

$$PB_C(CB) = CB_C$$

$$PE_C(CE) = CE_C$$

5.2. Cálculo de costes

Para que un modelo de presupuestación sea eficaz, su funcionamiento ha de ser sencillo y repetitivo. Por este motivo, el modelo por procesos parte de la progresiva división en procesos de la obra de edificación, para poder abordar, posteriormente, el tratamiento ascendente de sus costes hasta llegar a la obtención del IEM.

¹⁰⁶ Por ejemplo, residuos de acero, de tejas árabes procedentes de desmontados de cubiertas inclinadas, etc.

¹⁰⁷ En el caso de que sólo exista una unidad de proceso en una determinada obra: $C_U = C_C$.

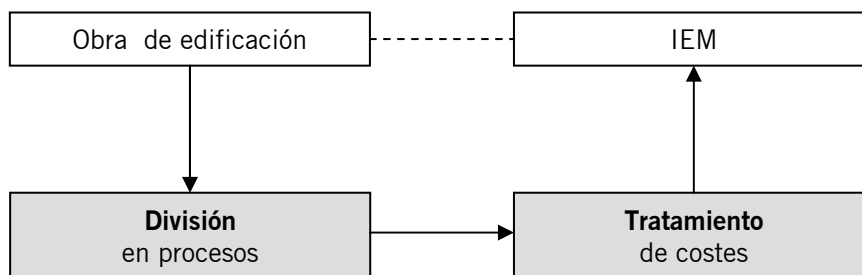


Figura 13. Presupuestación por procesos

División.

La división en partes de la obra se realiza a partir de su POP. Cada una de estas partes se corresponde con uno de los procesos productivos del subsistema ejecución. La identificación, clasificación y codificación de todos los procesos integrantes de una obra queda recogida en sus correspondientes mapas de procesos (mapa PE y mapa PB), los cuales se elaboran en sentido descendente partiendo de la consideración del conjunto de la misma (PE NO) hasta llegar a su máxima fragmentación en procesos de suministro (PS).

Tratamiento.

El tratamiento económico de los procesos integrantes de la obra está compuesto por tres operaciones presupuestarias básicas: cuantificación [C], integración [I] y agregación [A].

- **Cuantificación [C].** La cuantificación es la operación en la que se determinan los parámetros que caracterizan los procesos productivos a nivel presupuestario, los costes unitarios (C_U^{108}) y la cantidad con la que participan en la obra (Q_U^{109}). De este modo, podemos representar un proceso genérico (P) como una función con dos variables independientes, la cantidad (Q_U) y el coste (C_U).

$$P(Q_U, C_U)$$

- **Integración [I].** La integración es la operación transversal que permite la obtención del coste complejo asociado a un proceso a partir de la aplicación de su coste unitario a la cantidad con que participa en la obra, es decir, a su número de unidades de proceso.

En términos generales podemos diferenciar dos tipos de procesos, los procesos unitarios (P_U) y los procesos complejos (P_C) formados por el conjunto de todos los procesos unitarios iguales.

$$P_C N_n = Q_U \times P_U N_n$$

Siendo:

$P_C N_n$, un proceso complejo genérico de nivel “n”

Q_U , el número de unidades de proceso $P_U N_n$ iguales

$P_U N_n$, el proceso unitario componente del proceso $P_C N_n$.

¹⁰⁸ Los costes unitarios de los procesos de suministro (CS_U) se obtienen de los mercados de componentes (recursos, residuos), mientras que los de los restantes costes endógenos (CB_U , CE_U) derivan, en cada caso, de la agregación de los costes complejos de sus correspondientes subprocesos de nivel inferior, tal y como veremos más adelante.

¹⁰⁹ La determinación de Q_U deriva de las decisiones de planificación, organización y programación de las obras adoptadas, las cuales quedan plasmadas en los mapas de procesos del sistema.

A nivel de costes, cada uno de los procesos P_{cNn} que configuran el mapa de procesos de una obra lleva aparejado un coste C_C , tal y como figura en la siguiente expresión:

$$P_{cNn}(C) = Q_U \times P_{uNn}(C)$$

Siendo:

$P_{cNn}(C)$, el coste del proceso complejo P_{cNn}

Q_U , el número de unidades iguales correspondientes al proceso unitario P_{uNn}

$P_{uNn}(C)$, el coste del proceso unitario P_{uNn} .

- **Agregación [A].** La operación de agregación de costes complejos es una operación ascendente, que permite la obtención de costes unitarios correspondientes a procesos de niveles superiores al de partida.

Por su parte, cada proceso unitario de nivel “ n ” se descompone en n' procesos de nivel “ $n+1$ ”. Así:

$$P_{uNn} = P^1_{cNn+1} + P^2_{cNn+1} + P^3_{cNn+1} + \dots + P^{n'}_{cNn+1}$$

Siendo:

P_{uNn} , un proceso unitario de nivel “ n ”

P^1_{cNn+1} , el proceso 1 de nivel “ $n+1$ ” componente del proceso unitario P_{uNn}

P^2_{cNn+1} , el proceso 2 de nivel “ $n+1$ ” componente del proceso unitario P_{uNn}

P^3_{cNn+1} , el proceso 3 de nivel “ $n+1$ ” componente del proceso unitario P_{uNn}

...

$P^{n'}_{cNn+1}$, el proceso n' de nivel “ $n+1$ ” componente del proceso unitario P_{uNn} .

El coste de un proceso unitario de nivel “ n ” se obtiene a partir de la agregación de los costes de sus procesos complejos componentes de nivel “ $n+1$ ”, es decir, del coste complejo de sus subprocesos del nivel inmediatamente inferior.

$$P_{uNn}(C) = P^1_{cNn+1}(C) + P^2_{cNn+1}(C) + P^3_{cNn+1}(C) + \dots + P^{n'}_{cNn+1}(C)$$

Siendo:

$P_{uNn}(C)$, el coste del proceso unitario P_{uNn}

$P^1_{cNn+1}(C)$, el coste del proceso complejo P^1_{cNn+1}

$P^2_{cNn+1}(C)$, el coste del proceso complejo P^2_{cNn+1}

$P^3_{cNn+1}(C)$, el coste del proceso complejo P^3_{cNn+1}

...

$P^{n'}_{cNn+1}(C)$, el coste del proceso complejo $P^{n'}_{cNn+1}$.

Los presupuestos por procesos se resuelven aplicando de forma reiterada el mecanismo operativo combinado de cuantificación, integración y agregación de costes. De este modo, partiendo de los costes unitarios de suministro y mediante el tratamiento ascendente de los diferentes niveles de costes de la estructura recogidos en los mapas de procesos (Q_U , C_U ; C_C) llegamos a la estimación del IEM, tal y como se ilustra en la siguiente figura:

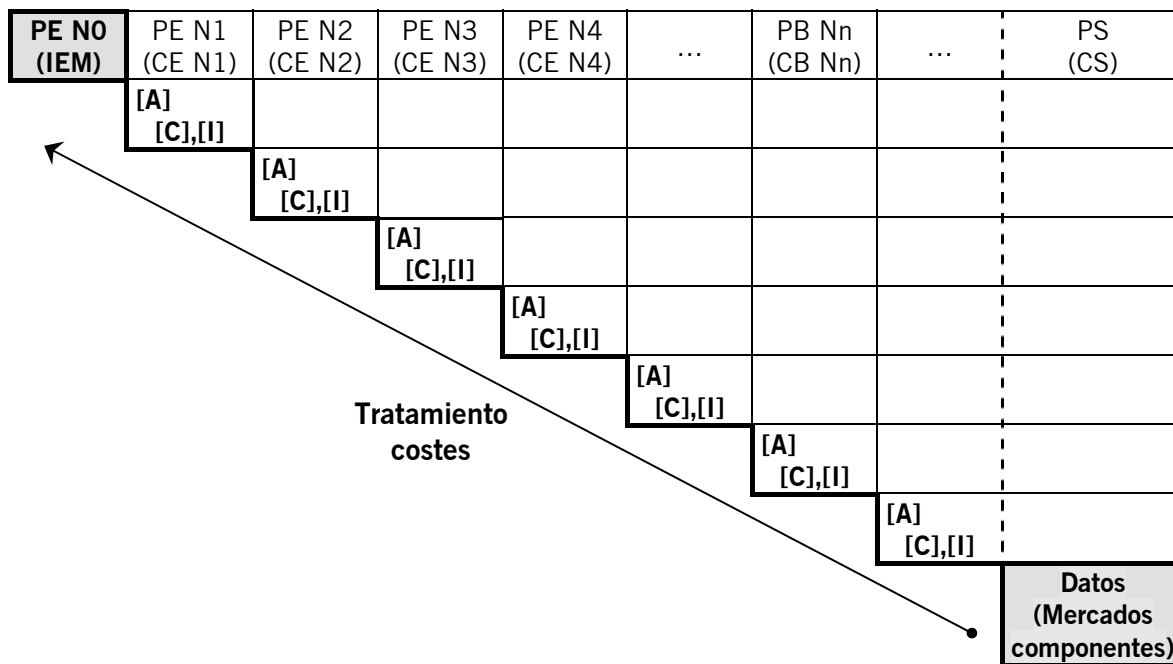


Figura 14. Cálculo IEM

Siendo:

[C], la operación de cuantificación de un determinado proceso de nivel “n+1” (Q_U, C_{UNn+1})

[I], la operación de integración ($C_{CNn+1} = Q_U \times C_{UNn+1}$)

[A], la operación de agregación ($C_{UNn} = \sum C_{CNn+1}$).

En resumen, para dar cumplimiento a la estimación de los costes endógenos de las obras de edificación, el modelo por procesos propone una doble secuencia lógica operativa¹¹⁰.

- La sucesiva división en partes del sistema obra de edificación permite afrontar la estimación de sus costes con las herramientas disponibles y el nivel de detalle requerido.
- El tratamiento de los costes correspondientes a cada uno de los procesos componentes del sistema, mediante la aplicación de operaciones mixtas de cuantificación-integración-agregación, conduce a la obtención del Importe de Ejecución Material objeto del presupuesto, cuya formulación general podemos condensar en la siguiente expresión:

$$IEM = \sum CE_N = \sum_i CE_{Ci}$$

$$CE_{Ci} = Q_U \times CE_{Ui}$$

Siendo:

IEM , el Importe de Ejecución Material

CE_N , los costes endógenos de la obra de edificación

CE_{Ci} , el coste complejo de un proceso_i correspondiente a un determinado nivel del mapa PE

Q_U , el número de unidades de proceso_i iguales

CE_{Ui} , el coste unitario del proceso_i.

¹¹⁰ El modelo de presupuestación de obras de edificación basado en unidades de obra también incorpora esta doble secuencia operativa (descendente-ascendente).

6. Elaboración de un presupuesto por procesos

En este subcapítulo vamos a analizar detenidamente el procedimiento a seguir para la redacción de un presupuesto por procesos, ya sea en fase de proyecto o en fase de contratación en sus etapas de ofertación y licitación.

El modelo que estamos describiendo pretende dar respuesta a la presupuestación de las infinitas obras de edificación posibles, abordando las siguientes etapas de trabajo para su redacción:

- Información
- Planificación, organización y programación de las obras
- Mapas de procesos
- Presupuesto de ejecución material
- Presupuesto de contrata.

A continuación profundizaremos en el desarrollo de cada una de estas etapas:

▪ **Información**

El paso previo a la redacción, propiamente dicha, de un presupuesto por procesos es el de la recopilación de toda la información que pueda condicionar económicamente el desarrollo de la obra.

De este modo, el presupuestador habrá de recabar información sobre la restante documentación del proyecto (memorias, pliegos, planos), el emplazamiento del centro de producción, el plazo y condiciones de ejecución de las obras, el marco legal vigente, los mercados de componentes (recursos, residuos), los recursos disponibles por la empresa constructora adjudicataria de las obras¹¹¹, los agentes intervinientes, etc; en resumidas cuentas, toda la información necesaria para poder caracterizar íntegramente el subsistema ejecución de la obra de edificación.

▪ **Planificación, organización y programación de las obras**

Como hemos comentado anteriormente, la presupuestación por procesos parte de la planificación, organización y programación (POP) de las obras objeto de estimación económica. Por este motivo, el presupuestador necesita conocer o, en su defecto, elaborar el POP que mejor se adapte a sus requerimientos y a los recursos disponibles, atendiendo a todas las condiciones del entorno emanadas de la información recabada.

El POP definido debe contemplar la identificación y pormenorizada caracterización de todos¹¹² los procesos que constituyen la obra de edificación, tanto a nivel individual como colectivo, delimitando con claridad sus límites e interrelaciones, así como los recursos asignados y residuos generados, tanto desde el punto de vista cualitativo como desde el cuantitativo.

El nuevo modelo propuesto parte de la base de que la solución de POP adoptada condiciona la estimación de costes esperados proporcionada por el presupuesto por procesos, convirtiéndose la unidad de proceso productivo en el elemento generador de costes de referencia.

¹¹¹ La caracterización, tanto cuantitativa (nº) como cualitativa (referida al tipo de recurso y su correspondiente nivel tecnológico), de los factores de producción de los que dispone la empresa constructora responsable de la ejecución de las obras condiciona enormemente la elección de su planificación, organización y programación. De este modo, el modelo propuesto genera presupuestos por procesos atendiendo al perfil de una determinada empresa constructora ubicado en un contexto espacial y temporal concreto.

¹¹² No sólo los propiamente productivos, sino también los procesos de carácter logístico y de control relacionados con la implantación, mantenimiento y retirada de los centros de producción, el establecimiento de medidas de seguridad y salud, la gestión de los residuos, el control de la calidad, etc.

▪ **Mapas de procesos**

A partir de las decisiones de planificación, organización y programación de las obras adoptadas se configuran los mapas de procesos del presupuesto en base a un determinado sistema de clasificación¹¹³ estandarizado: el mapa de procesos de ejecución (mapa PE) y el de los procesos básicos (mapa PB).

El mapa de procesos de ejecución integra, clasifica y codifica en distintos niveles jerárquicos todos los trabajos a desarrollar en el centro de producción de las obras, mientras que el mapa de procesos básicos da cabida en sucesivos niveles de desagregación a todos los componentes, tanto de entrada (recursos) como de salida (recursos de carácter auxiliar y residuos) del sistema, correspondientes a dichos trabajos.

Los mapas de procesos se elaboran, en sentido descendente, mediante la división del conjunto de la obra de edificación en partes cada vez más pequeñas, correspondientes a los niveles de la estructura de procesos del modelo anteriormente descrita, hasta alcanzar el grado de detalle deseado por el presupuestador.

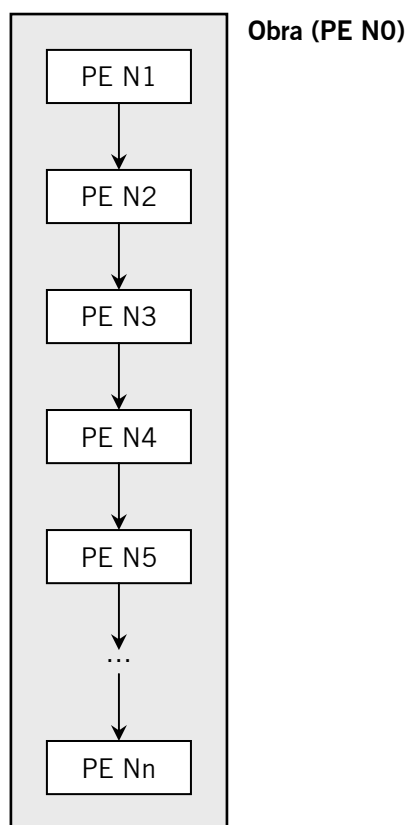


Figura 15. Niveles de desagregación del “Mapa PE”

¹¹³ En la actualidad, sólo es posible la redacción de mapas de procesos estandarizados en obras de nueva planta convencionales, ya que el único sistema de clasificación desarrollado hasta la fecha es el correspondiente a este tipo de obras. En el próximo capítulo tendremos ocasión de profundizar en su caracterización y en la importancia de este tipo de sistemas como herramientas de intercambio de información entre diferentes presupuestos por procesos.

Así, partiendo de la segregación de la totalidad de la obra proyectada (PE N0), identificamos los procesos de ejecución de nivel 1 (PE N1). De la segregación de los PE N1, obtenemos los procesos de ejecución de nivel 2 (PE N2) y, de la reiterada desagregación de los procesos de ejecución de un determinado nivel (PE Nn), se derivan sus correspondientes procesos de nivel inferior (PE Nn+1), hasta llegar al nivel de detalle que el presupuestador estime conveniente en cada caso.

Una vez alcanzado el último de los niveles del mapa de procesos de ejecución, por ejemplo, el correspondiente a los niveles de ejecución de nivel 5 (PE N5), proseguiremos dividiendo el sistema en partes de menor dimensión correspondientes a los procesos básicos (PB), los cuales representan los componentes de los distintos procesos productivos desarrollados en obra. La nueva segregación da lugar a la configuración del mapa de procesos básicos.

Nuevamente, es potestad del presupuestador elegir el nivel de detalle que ha de alcanzar el mapa PB en base a las características propias de la obra objeto de estudio. En un mapa de procesos básicos genérico podemos distinguir “n” niveles de procesos básicos (PB N1, PB N2, PB N3, PB N4, ..., PB Nn) procedentes de la segregación sucesiva de los procesos correspondientes a los niveles superiores.

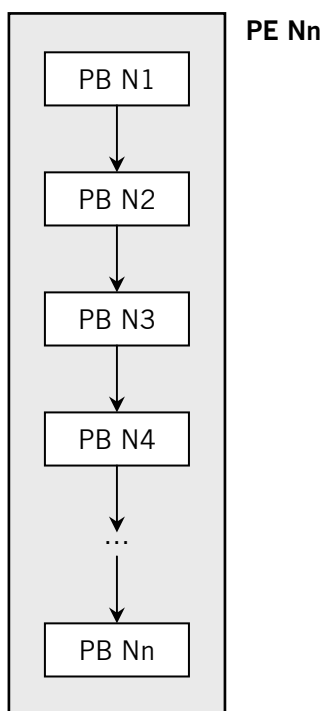


Figura 16. Niveles de desagregación del “Mapa PB”

Finalmente, la división de la obra de edificación concluye con la segregación del último nivel de procesos básicos en sus correspondientes procesos de suministro, procedentes de los mercados de componentes exógenos (recursos, residuos).

En resumen, de la progresiva desagregación de la obra de edificación en partes resultan, en primer lugar, los diferentes niveles de procesos de ejecución recogidos en el mapa PE, posteriormente los distintos niveles de procesos básicos contemplados en el mapa PB y, por último, los procesos de suministro procedentes de los mercados de componentes.

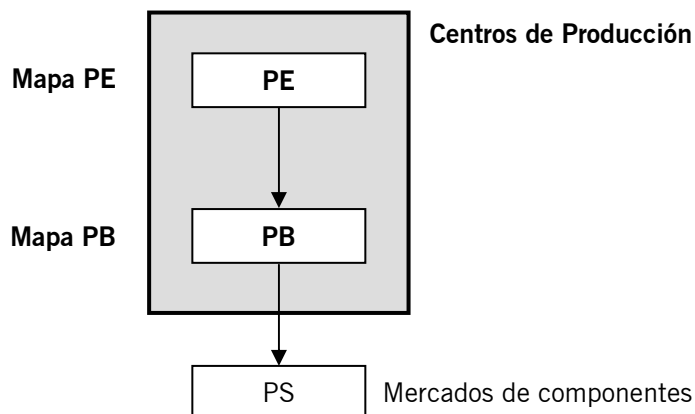


Figura 17. Elaboración de mapas de procesos

Sin duda, la flexibilidad y capacidad de adaptación de esta estructura es una de las principales ventajas del modelo de presupuestación por procesos propuesto, ya que permite generar presupuestos a medida para cada obra, que responden fielmente a su específica configuración y necesidades. Por otra parte, es conveniente recordar que para garantizar la eficiencia de estos mapas es fundamental trazar cuidadosamente los límites entre los distintos procesos que los componen, tanto entre los pertenecientes a un mismo nivel como entre los pertenecientes a distintos niveles, para evitar posibles omisiones y repeticiones de procesos, que en términos económicos se traducirían en omisiones y repeticiones de costes que mermarían la utilidad del presupuesto resultante.

▪ **Presupuesto de ejecución material**

La siguiente etapa consiste en la elaboración del presupuesto de ejecución material de la obra proyectada, es decir, en la estimación del importe total de los costes endógenos derivados de su ejecución conocido como Importe de Ejecución Material (IEM). Podemos describirla como una operación ascendente que combina de forma iterativa la cuantificación, integración y agregación de los costes correspondientes a los distintos procesos del sistema, partiendo del nivel inferior de su estructura, el nivel de los procesos de suministro (PS), hasta llegar al nivel superior de la misma, el proceso de ejecución de nivel 0 (PE NO) coincidente con el macroproceso obra de edificación.

En todo este recorrido ascendente, la traducción sucesiva de los diferentes procesos identificados en los mapas de procesos del sistema en costes¹¹⁴ se realiza a partir del conocimiento de sus dos parámetros de cuantificación [C] característicos, Q_U y C_U , representando Q_U el número de unidades de proceso y C_U su coste unitario.

$$P(Q_U, C_U) \tag{C}$$

De la integración [I] de estas magnitudes se obtiene el coste complejo del proceso (C_C), tal y como muestra la siguiente ecuación para un proceso genérico de nivel “ $n+1$ ”:

$$C_C N_{n+1} = Q_U \times C_U N_{n+1} \tag{I}$$

¹¹⁴ Estos costes se expresan en las unidades monetarias correspondientes al ámbito geográfico de aplicación del presupuesto.

De la agregación [A] de los costes complejos de un determinado nivel “ $n+1$ ” se obtienen los costes unitarios del nivel “ n ” inmediatamente superior.

$$C_{UNn} = \sum C_{CNn+1} \quad [A]$$

El procedimiento de cálculo analítico del presupuesto por procesos parte del tratamiento de los costes de suministro. De este modo, el presupuesto comienza con la obtención de los costes unitarios de los procesos de suministro procedentes de los mercados de componentes¹¹⁵ y sus correspondientes cantidades, es decir, con la cuantificación [C] de los procesos de suministro.

$$PS(Q_U, CS_U) \quad [C]$$

A partir de su integración [I] y, posterior, agregación [A] obtenemos los costes unitarios de los procesos básicos de menor nivel del mapa PB (PB Nn).

$$CS_C = Q_U \times CS_U \quad [I]$$

$$CB_{UNn} = \sum CS_C \quad [A]$$

De la sucesiva cuantificación, integración y agregación de CB resultan los costes unitarios de los procesos básicos de los niveles superiores hasta llegar al nivel n' , último nivel de costes básicos calculado¹¹⁶ en el que se concentra la información económica de interés relativa a los componentes (recursos, residuos) de los procesos productivos.

$$PB\ Nn(Q_U, CB_{UNn}) \quad [C]$$

$$CB_{CNn} = Q_U \times CB_{UNn} \quad [I]$$

$$CB_{UNn-1} = \sum CB_{CNn} \quad [A]$$

...

$$CB_{UNn'} = \sum CB_{CNn'+1} \quad [A]$$

Análogamente, mediante la cuantificación, integración y agregación de los costes de los procesos básicos de nivel n' se obtienen los costes unitarios de los procesos de ejecución de menor nivel del mapa PE (PE Nn).

$$PB\ Nn'(Q_U, CB_{UNn'}) \quad [C]$$

¹¹⁵ Cabe señalar que estos costes de suministro (CS_U), y consiguientemente todos los demás derivados de éstos, varían a lo largo del tiempo en función de las características de los mercados de componentes. Por este motivo, el presupuesto por procesos, al igual que todo presupuesto independientemente del modelo empleado para su estimación, tiene un ámbito temporal de aplicación teniendo como referencia la fecha (t_0) de obtención de los CS_U .

¹¹⁶ Generalmente, el nivel n' se corresponde con el nivel 3 de los procesos básicos (PB N3). Los costes básicos de los niveles de procesos superiores (PB N1 -Recursos humanos, Recursos materiales, Maquinaria, Recursos auxiliares, Agua y recursos energéticos, Recursos económicos, Subcontratas, etc- y PB N2) no suelen calcularse por ser excesivamente genéricos y no aportar su estimación ninguna información económica de interés a los agentes de la edificación.

$$CB_{cNn}' = Q_U \times CB_{uNn}' \quad [I]$$

$$CE_{uNn} = \sum CB_{cNn}' \quad [A]$$

Sucesivamente de la cuantificación, integración y agregación de los costes de los procesos de ejecución de los diferentes niveles del mapa PE, obtenemos los costes unitarios de los procesos de ejecución de los niveles inmediatamente superiores hasta llegar al último nivel de la estructura, el del macroproceso obra de edificación (PE NO) correspondiente al Importe de Ejecución Material (IEM¹¹⁷) de la obra objeto del presupuesto que representa la suma total del conjunto de los costes endógenos del sistema.

$$PE_{Nn} (Q_U, CE_{uNn}) \quad [C]$$

$$CE_{cNn} = Q_U \times CE_{uNn} \quad [I]$$

$$CE_{uNn-1} = \sum CE_{cNn} \quad [A]$$

...

PE NO (IEM)

En resumen, la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas se efectúa en sentido ascendente partiendo de los costes unitarios de suministro (CS_U) procedentes de los mercados de componentes, pasando por los costes de los diferentes niveles de procesos básicos objeto de estimación económica (CB) y de procesos de ejecución (CE), hasta llegar al coste unitario total esperado del producto “obra de edificación” denominado Importe de Ejecución Material (IEM).

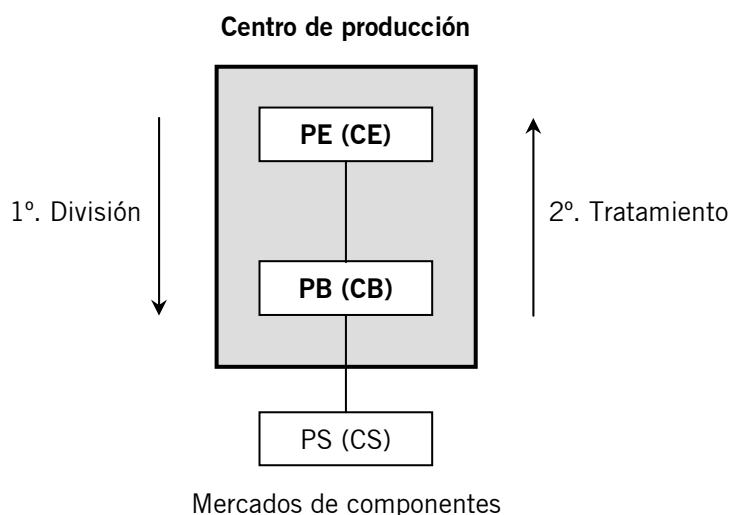


Figura 18. Procedimiento de presupuestación por procesos

¹¹⁷ Además, por tratarse el macroproceso obra de edificación de un proceso único ($Q_U=1$), el IEM es al mismo tiempo su correspondiente coste unitario y coste complejo ($CE_{uNO} = CE_{cNO}$).

Todas estas estimaciones quedan recogidas en dos documentos: el presupuesto por procesos detallado y el resumen del presupuesto.

El primero de ellos incorpora el mapa PE con el detalle de los parámetros (Q_U , C_U ; C_C) correspondiente a cada uno de sus procesos integrantes. Por su parte, el resumen del presupuesto recopila el coste de los procesos de ejecución de los niveles superiores, generalmente CE N1, así como su peso dentro del conjunto de la obra expresado mediante la aplicación de un porcentaje sobre el IEM¹¹⁸.

Por último, y de forma complementaria a la documentación anterior, el presupuesto por procesos contará con fichas individuales de caracterización y cuantificación de cada uno de los procesos de ejecución de menor nivel del mapa PE y de sus correspondientes procesos básicos.

▪ Presupuesto de contrata

El presupuesto de contrata se determina agregando, en dos fases, al total de los costes endógenos del sistema obra de edificación (IEM), los costes exógenos¹¹⁹ relacionados con los Costes Indirectos Generales (CIG¹²⁰), el Beneficio Industrial (BI¹²¹) y los impuestos que gravan la producción (IP).

En primer lugar, si al IEM, objeto del modelo de presupuestación por procesos, le sumamos los CIG y el BI, obtenemos el Importe de Contrata antes de Impuestos (IC_{ai}).

$$IC_{ai} = IEM + CIG + BI$$

Siendo:

IC_{ai} , el Importe de Contrata antes de Impuestos.

IEM , el Importe de Ejecución Material de la obra de edificación.

CIG , los Costes Indirectos Generales.

BI , el Beneficio Industrial.

Finalmente, añadiéndole al IC_{ai} su correspondiente porcentaje de IP obtenemos el Importe de Contrata después de Impuestos (IC_{di}).

$$IC_{di} = IC_{ai} + IP$$

Siendo:

IC_{di} , el Importe de Contrata después de Impuestos.

IP , los impuestos sobre la producción.

¹¹⁸ Valor de referencia del presupuesto por procesos considerado como el 100%.

¹¹⁹ La consideración de este tipo de costes exógenos excede del objeto del nuevo modelo propuesto, centrado exclusivamente en la estimación de los costes endógenos de las obras proyectadas. Por este motivo, para ampliar esta información, de forma complementaria al contenido de esta investigación, se recomienda la consulta del libro "Presupuestación de obras" del Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo editado por el Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla (véase la Bibliografía).

¹²⁰ Costes exógenos constituidos por los gastos generales derivados de la actividad de la empresa constructora y de las estipulaciones del contrato, los cuales suelen imputarse de forma indirecta mediante la aplicación de un determinado porcentaje sobre el IEM.

¹²¹ Coste exógeno que representa el margen sobre ventas que obtiene la empresa constructora por la ejecución de las obras; generalmente es imputado por vía indirecta mediante la aplicación de un porcentaje sobre el IEM.

7. Optimización del presupuesto

El modelo de presupuestación por procesos además de proporcionar una estimación real y detallada de la ejecución de las obras proyectadas, permite la optimización del presupuesto comparando mediante simulaciones diferentes POP alternativos.

Para poder identificar el presupuesto por procesos óptimo, hemos de definir previamente el concepto de eficiencia de un sistema, en nuestro caso del sistema obra de edificación. El parámetro eficiencia (E) vincula la consecución de objetivos con la generación de costes, tal y como se refleja en la siguiente expresión:

$$E = \frac{Ob}{Rs} \cdot \frac{Rs}{C} = \frac{Ob}{C}$$

Siendo:

E , la eficiencia del sistema obra de edificación

Ob , los objetivos previstos

Rs , los resultados obtenidos

C , los costes generados.

Así, el presupuesto óptimo, de entre todas las alternativas planteadas¹²² por el presupuestador, será aquel que responda a un sistema obra de edificación de máxima eficiencia, es decir, a un sistema que dé cumplimiento a los objetivos previstos al mínimo coste.

$$Max(E) = \frac{Ob}{Rs} \cdot \frac{Rs}{Min(C)} = \frac{Ob}{Min(C)}$$

Siendo:

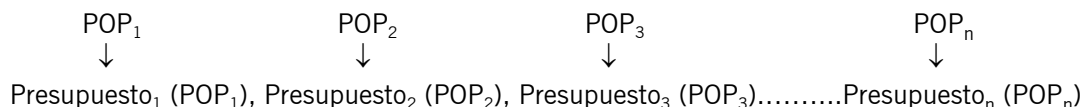
$Max(E)$, la función de maximización de la eficiencia del sistema obra de edificación

Ob , los objetivos previstos

Rs , los resultados obtenidos

$Min(C)$, la función de minimización de los costes generados.

Cabe destacar que la optimización de un presupuesto es siempre una cuestión opcional. De este modo, cuando el presupuestador estime conveniente o le sea exigida dicha optimización, habrá de elaborar tantos presupuestos por procesos como alternativas de POP considere oportunas siguiendo el procedimiento desarrollado en el subcapítulo anterior. De la aplicación iterativa de diferentes alternativas de POP surgirán distintos presupuesto por procesos.



¹²² Conviene recordar en este punto que las alternativas de presupuestos por procesos posibles para cada obra son infinitas al serlo sus correspondientes POP. El presupuestador estudiará en cada caso el número de simulaciones, de entre las infinitas posibles, que estime conveniente ateniéndose a los recursos que tenga a su disposición, tanto cognitivos como instrumentales.

Posteriormente, el presupuestador procederá a comparar entre sí las características de cada una de las simulaciones realizadas.

$$\begin{aligned} \text{Presupuesto}_1 (\text{POP}_1) &\rightarrow \text{Eficiencia}_1 = \text{Objetivos} / \text{Coste}_1 \\ \text{Presupuesto}_2 (\text{POP}_2) &\rightarrow \text{Eficiencia}_2 = \text{Objetivos} / \text{Coste}_2 \\ \text{Presupuesto}_3 (\text{POP}_3) &\rightarrow \text{Eficiencia}_3 = \text{Objetivos} / \text{Coste}_3 \\ &\dots \\ \text{Presupuesto}_n (\text{POP}_n) &\rightarrow \text{Eficiencia}_n = \text{Objetivos} / \text{Coste}_n \end{aligned}$$

Siendo:

Presupuesto_n, el presupuesto correspondiente a la alternativa POP_n

Eficiencia_n, el nivel de eficiencia del Presupuesto_n

Coste_n, el IEM del Presupuesto_n.

Finalmente, para obtener el presupuesto por procesos óptimo, el presupuestador habrá de seleccionar de entre todos los presupuestos simulados el de mayor grado de eficiencia, es decir, el que proporcione un menor coste. El POP asociado al presupuesto óptimo será el POP óptimo y, análogamente, sus correspondientes mapas de procesos serán los mapas de procesos óptimos.

$$\text{Presupuesto}_{\text{óptimo}} (\text{POP}_{\text{óptimo}}) \rightarrow \text{Eficiencia}_{\text{máx}} = \text{Objetivos} / \text{Coste}_{\text{mín}}$$

Siendo:

Presupuesto_{óptimo}, el presupuesto correspondiente al POP_{óptimo}

Eficiencia_{máx}, el nivel de eficiencia del Presupuesto_{óptimo}

Coste_{mín}, el IEM del Presupuesto_{óptimo}.

La optimización del presupuesto que acabamos de describir emana de la filosofía del modelo de búsqueda permanente de mejora. En este sentido, podemos interpretar la herramienta de la optimización como la aplicación del ciclo de mejora continua a la actividad de redacción de presupuestos. El IEM obtenido de los presupuestos óptimos será el correspondiente al coste endógeno total óptimo esperado de la ejecución de las obras proyectadas al proceder de su POP óptimo y sus correspondientes mapas de procesos óptimos.

A continuación, reproducimos la secuencia iterativa de trabajo a desarrollar por el presupuestador que desea optimizar un presupuesto por procesos:

- Elaboración POP (1, 2, 3, ..., n)
- Diseño mapas de procesos (1, 2, 3, ..., n)
- Redacción presupuesto por procesos (1, 2, 3, ..., n)
- Comparación de las "n" simulaciones efectuadas
- Elección simulación óptima (Presupuesto_{óptimo}).

Siendo:

n, el número de simulaciones realizadas.

La optimización de los presupuestos por procesos se puede realizar tanto en fase de proyecto como de contratación. La potencia de esta herramienta destaca especialmente en fase de proyecto ya que al ser capaz de proporcionar gran cantidad de información a los redactores del mismo, puede incluso llegar a aconsejar la introducción de alguna modificación en el diseño de la edificación en aras de su optimización integral. Así, la retroalimentación entre los presupuestos por procesos optimizados y el resto de la documentación del proyecto propicia el incremento de la eficiencia del conjunto del sistema obra de edificación.

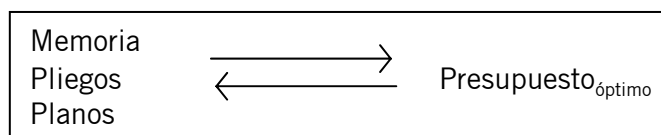


Figura 19. Optimización integral del proyecto

La revisión rigurosa y evaluación contrastada de distintos presupuestos por procesos simulados de la que se obtiene el presupuesto óptimo induce, por extensión, la mejora y perfeccionamiento del conjunto del sistema productivo obra de edificación. De este modo, el incremento de la eficiencia del presupuesto mediante su optimización impregna la totalidad del sistema.

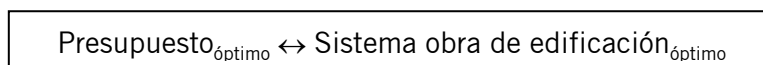


Figura 20. Optimización integral de la edificación

Todo lo anterior convierte a la herramienta de optimización en un potente instrumento de regulación y control internos de la obra de edificación que favorece su mejora y perfeccionamiento permanentes.

Esta característica aporta al nuevo modelo propuesto la posibilidad de superar los límites de aplicación de los modelos de presupuestación tradicionales, estrictamente presupuestarios¹²³, adentrándose en los de la gestión y control del sistema¹²⁴, proporcionando a los agentes del sector una amplia información, de gran interés para la acertada toma de decisiones, sobre las alternativas posibles de configuración de la obra en relación con sus procesos y componentes de entrada y salida (asignación, nivelación, etc), así como su incidencia en el coste.

La información adicional susceptible de ser proporcionada por los presupuestos por procesos les confiere un valor añadido a su mera y estricta utilidad presupuestaria de gran relevancia en la sociedad del conocimiento en la que vivimos inmersos.

¹²³ Los modelos de presupuestación tradicionales se centran exclusivamente en la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, mientras que el modelo por procesos se perfila como un modelo más amplio capaz de dar respuesta a la presupuestación y gestión integral de las mismas.

¹²⁴ Por este motivo, otras de las líneas de investigación derivadas es la extrapolación del modelo de presupuestación por procesos a un modelo de evaluación de la calidad y de gestión integral de la obra de edificación.

Clasificación sistemática por procesos:

1. Introducción

La clasificación¹²⁵ es una potente herramienta al servicio del modelo de presupuestación por procesos, destinada a implementar su utilidad y eficacia permitiendo confeccionar mapas de procesos legibles y comparables por todos los agentes del sector. La estandarización de la estructura de los mapas correspondientes a los presupuestos por procesos favorece el fluido y claro intercambio de información entre los agentes participantes en el sistema obra de edificación y, por consiguiente, el adecuado desarrollo del mismo.

1.1. Objetivos

En primer lugar, recordemos que el presupuesto es una herramienta que favorece la regulación de las relaciones económicas que acontecen entre los diferentes agentes de la edificación, condicionando enormemente su toma de decisiones. Para garantizar el favorable desarrollo de las relaciones y la satisfacción del conjunto de los agentes intervinientes en el sistema es indispensable que dichos presupuestos estén elaborados a partir de un lenguaje común, conocido y empleado por todos, emisores y receptores.

Así, para contribuir a la creación de un lenguaje común de comunicación en el modelo de presupuestación por procesos, aparecen, como nuevas herramientas de carácter instrumental, los denominados sistemas de clasificación por procesos correspondientes a las distintas tipologías edificatorias. Estos sistemas permiten elaborar mapas de procesos en base a una estructura estandarizada susceptible de ser utilizada e interpretada por todos los agentes de la edificación. Asimismo, permite contrastar y compartir información entre distintos presupuestos contribuyendo a la optimización del conjunto del sistema y, por extensión, al incremento de su calidad.

En la presente investigación hemos desarrollado el sistema de clasificación correspondiente a las obras de edificación de nueva planta convencionales¹²⁶, por ser las más frecuentes en el sector construcción español¹²⁷. Así, la clasificación sistemática redactada permite la elaboración de mapas de procesos para obra nueva a partir de un lenguaje común, estandarizado y homogéneo, contribuyendo a favorecer una fluida y transparente comunicación entre los agentes de la edificación.

Del grado de difusión, conocimiento y aceptación de dicho lenguaje dependerá su grado de utilidad. Así, un mayor despliegue del mismo contribuirá a incrementar el grado de utilidad de esta herramienta al permitir el intercambio de información entre un mayor número de agentes.

En resumen, dado el carácter de medio de comunicación, especialmente a nivel económico, del presupuesto entre los distintos agentes del sector es importante dotarlo de un lenguaje eficiente, ampliamente conocido y extendido en el mismo. Con el objetivo de iniciar la construcción de este lenguaje, hemos creado el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta convencionales; una herramienta instrumental del modelo de presupuestación por procesos que aspira a ser eficiente, flexible e innovadora.

¹²⁵ Los antecedentes del sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta se encuentran en el trabajo de investigación “Clasificación sistemática por procesos” presentado por la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado, bajo la tutela del Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) dentro del programa de doctorado con mención de calidad “Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana” del Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla en el curso 2003/04. Durante el transcurso de la presente investigación, en base a la aplicación de la metodología de trabajo del ciclo de mejora continua comentada en el capítulo *Investigación*, hemos tenido ocasión de revisar y completar el sistema de clasificación inicialmente propuesto.

¹²⁶ En el capítulo *Reflexiones sobre la investigación* se propone como línea de investigación derivada el desarrollo de los sistemas de clasificación correspondientes a las restantes tipologías edificatorias (obras de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc).

¹²⁷ Esta característica convierte a este tipo de obras en las más conocidas, estudiadas y estandarizadas hasta la fecha, premisas que posibilitan la eficiente confección del sistema de clasificación.

1.2. Ámbito de aplicación

La clasificación diseñada es de aplicación para la redacción de los mapas de procesos de todas las obras de edificación convencionales de nueva planta, correspondientes principalmente al uso de viviendas y oficinas, y sus trabajos de urbanización complementarios destinados a resolver los espacios exteriores subordinados a la edificación, caracterizados por sus reducidas dimensiones. De este modo, quedan excluidas las obras de edificación de nueva planta singulares¹²⁸, las obras de recuperación¹²⁹, las grandes obras de urbanización¹³⁰ y las actuaciones arqueológicas¹³¹, por precisar la elaboración “a medida” de sus propios sistemas de clasificación, recogiendo sus procesos más frecuentes, así como todas sus complejidades y singularidades.

La clasificación sistemática propuesta contempla la totalidad del conjunto de procesos productivos y componentes necesarios para la ejecución de las obras de edificación de nueva planta, proporcionando a los agentes del sector estándares compatibles de referencia que facilitan el fluido y eficiente intercambio y contraste de información a partir de un determinado presupuesto por procesos e, incluso, entre distintos presupuestos. Los procesos denotados expresamente en el sistema de clasificación son los identificados en el modelo constructivo tradicional español, contexto geográfico en el que se encuadra esta investigación y al que se dirige en primera instancia¹³².

¹²⁸ Obras no caracterizadas por parámetros normales y estandarizados. Por ejemplo, correspondientes a usos singulares tales como deportivos o instalaciones de especial complejidad como la de ciertos transformadores eléctricos. Estos casos divergen de los procesos constructivos convencionales requiriendo sus propios sistemas de clasificación, así como de un proyecto y un presupuesto independiente al del resto de la edificación.

¹²⁹ El sistema de clasificación para obras de recuperación ha de dar respuesta a los tres grandes tipos de obras de esta tipología existentes: las obras de reforma, rehabilitación y restauración.

¹³⁰ Tales como la construcción de parques o las actuaciones de tratamiento del paisaje.

¹³¹ La presente clasificación, tan sólo considera las actuaciones relacionadas con el posible descubrimiento de restos arqueológicos durante el transcurso de una obra de edificación (040140. Excavaciones arqueológicas) y sus correspondientes procesos de retirada de los centros de producción (2760. Restos arqueológicos).

¹³² Entre las propuestas de actuación a medio-largo plazo levantadas en el capítulo *Reflexiones sobre la investigación* se encuentra la exportación internacional del modelo y del sistema de clasificación para obra nueva.

2. Caracterización

El sistema de clasificación propuesto contempla, ordena y codifica todos los procesos susceptibles de ser desarrollados en las obras de edificación de nueva planta. El sistema se subdivide en un subsistema de clasificación de procesos básicos (PB) y en otro de procesos de ejecución (PE), en los que se recogen los procesos pertenecientes a los niveles superiores de sus correspondientes mapas de procesos. Así, la clasificación sistemática por procesos se convierte en una herramienta a disposición del presupuestador que le permite redactar mapas de procesos con una estructura estandarizada, legible por todos los agentes de la edificación. En cualquier caso, los mapas de procesos de cada presupuesto son confeccionados a medida, compitiendo al presupuestador completar y especificar los niveles inferiores de procesos.

De todo lo anterior se desprende que la clasificación sistemática por procesos para obra nueva desarrollada y, por extensión, las clasificaciones para las restantes tipologías edificatorias constituyen herramientas complementarias imprescindibles para dotar de utilidad y eficiencia al nuevo modelo de presupuestación, permitiendo a los presupuestadores confeccionar los mapas de procesos de los presupuestos en base a una estructura de referencia estandarizada y al conjunto de agentes de la edificación interpretarlos correctamente. Así, el sistema de clasificación elaborado acota la disparidad de configuraciones de los infinitos mapas de procesos posibles, facilitando el intercambio de información y fomentando la fluida comunicación entre los agentes del sector a partir de los presupuestos por procesos.

El sistema de clasificación busca ser flexible para poder adaptarse y dar respuesta a las infinitas obras de ejecución de nueva planta posibles, de cualquier ámbito espacial y temporal imaginable. Para ello su estructura se configura como una estructura abierta en la que se identifican expresamente los procesos más frecuentes detectados en el ámbito geográfico de gestación de la presente investigación y al que aspira a dar respuesta en un primer momento, a la vez que se prevén huecos en su codificación para la posible inserción de otros procesos no contemplados inicialmente, tales como los correspondientes a otros ámbitos geográficos o, incluso, a procesos futuros, inexistentes en la actualidad. Además, cada nivel de procesos incorpora una terna de procesos genéricos tipo “nicho” (Procesos mixtos, Procesos especiales y Varios) susceptible de ser especificada por el presupuestador en cada caso.

De este modo, la clasificación sistemática por procesos posee un potencial de crecimiento, tanto espacial como temporal, capaz de conferir al modelo de presupuestación por procesos una gran proyección de futuro y profunda vocación de universalidad. Aunque la primera etapa de gestación del modelo se enmarca en nuestro ámbito geográfico nacional, dada la necesidad de elegir un ámbito acotado para el arranque de su difusión e implantación progresivas, queremos resaltar que su configuración incorpora desde un primer momento las claves que posibiliten su futuro crecimiento espacio-temporal, garantizando la continuidad y sostenibilidad de su utilidad.

En resumen, el nuevo sistema de clasificación se caracteriza por su gran dinamismo y capacidad de adaptación a los cambios que se puedan producir en la obra de edificación. Estas características le confieren un importante potencial de expansión de su ámbito de aplicación, tanto a nivel espacial como temporal, que garantiza su posible permanencia en el tiempo y le convierten en una apuesta de futuro.

2.1. Estructura de los mapas de procesos

El sistema de clasificación por procesos desarrollado para obras de edificación de nueva planta consta de dos subsistemas¹³³, el correspondiente a los procesos básicos (PB) y el de los procesos de ejecución (PE). Ambos subsistemas de clasificación se estructuran jerárquicamente en distintos

¹³³ No existe sistema de clasificación para los procesos de suministro dada su condición de procesos exógenos al modelo, la cual les confiere una gran dispersión e imposibilita su exhaustiva identificación.

niveles de procesos, dando cabida a todos los procesos de posible desarrollo en las obras de edificación de nueva planta; expresamente se contemplan los procesos más frecuentes detectados en obra nueva e implícitamente todos los restantes, mediante la reserva de espacios genéricos para su inserción en los correspondientes mapas de procesos derivados.

La jerarquización en niveles proporciona diversas lecturas del sistema, lecturas verticales y transversales, capaces de ilustrar las interrelaciones existentes entre sus distintos procesos componentes. De este modo, las lecturas descendentes permiten analizar la secuencia de división y atomización de la obra en partes, mientras que las ascendentes sintetizan su sucesiva concentración hasta llegar a la constitución del macroproceso obra de edificación (PE NO). Por su parte, las lecturas transversales permiten identificar los límites y relaciones laterales existentes entre los procesos integrantes de un mismo nivel. En resumidas cuentas, todas estas lecturas del sistema productivo obra de edificación permiten, por un lado, el análisis pormenorizado de todos sus componentes integrantes y, por el otro, la gestión integral del conjunto, mediante el establecimiento de los límites entre sus procesos.

La clasificación de procesos básicos consta de dos niveles jerárquicos de proceso, el nivel 1 de procesos básicos (PB N1) y el nivel 2 de procesos básicos (PB N2). En dichos niveles tienen cabida todos los procesos básicos componentes de los sistemas productivos de obra nueva, tanto de entrada (recursos) como de salida (recursos de carácter auxiliar, residuos).

Los mapas de procesos básicos redactados a partir del sistema de clasificación han de implementar su estructura con el número de niveles de proceso que el presupuestador estime conveniente en cada caso (PB Nn).

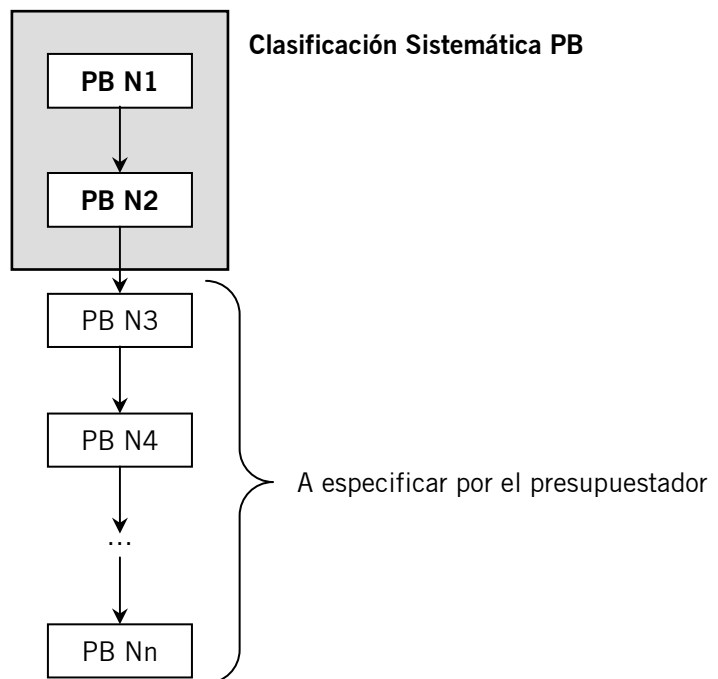


Figura 21. Sistema de clasificación de procesos básicos

Así, en un mapa de procesos básicos constituido por cuatro niveles de proceso (PB N1, PB N2, PB N3 y PB N4), los dos niveles superiores proceden del sistema de clasificación de referencia (PB N1 y PB N2) y los dos inferiores a las actividades básicas (PB N3) y tareas básicas (PB N4) especificadas por el presupuestador en base al POP simulado de la obra. De este modo, los procesos básicos de nivel 1 (PB N1) se subdividen en los procesos básicos de nivel 2 (PB N2), los PB N2 se

subdividen en los procesos básicos de nivel 3 o actividades básicas (PB N3) y, finalmente, éstos últimos se subdividen en los procesos básicos de nivel 4 o tareas básicas (PB N4). La lectura ascendente de esta secuencia constata que los PB N4 son subprocesos de los PB N3, los PB N3 son subprocesos de los PB N2 y, por último, los PB N2 de los PB N1.

Por otro lado, el sistema de clasificación de procesos de ejecución consta de tres niveles jerárquicos de proceso, el nivel 1 de procesos de ejecución (PE N1), el nivel 2 de procesos de ejecución (PE N2) y el nivel 3 de procesos de ejecución (PE N3). En dichos niveles tienen cabida todos los procesos de ejecución integrantes de los sistemas productivos correspondientes a obra nueva convencional; desde los relacionados con la implantación, mantenimiento y retirada de los centros de producción hasta los de retirada de los componentes de salida del mismo, pasando por los propiamente productivos. Los mapas de procesos de ejecución redactados a partir de este sistema de clasificación han de implementar su estructura en el número de niveles de proceso que estime por el presupuestador.

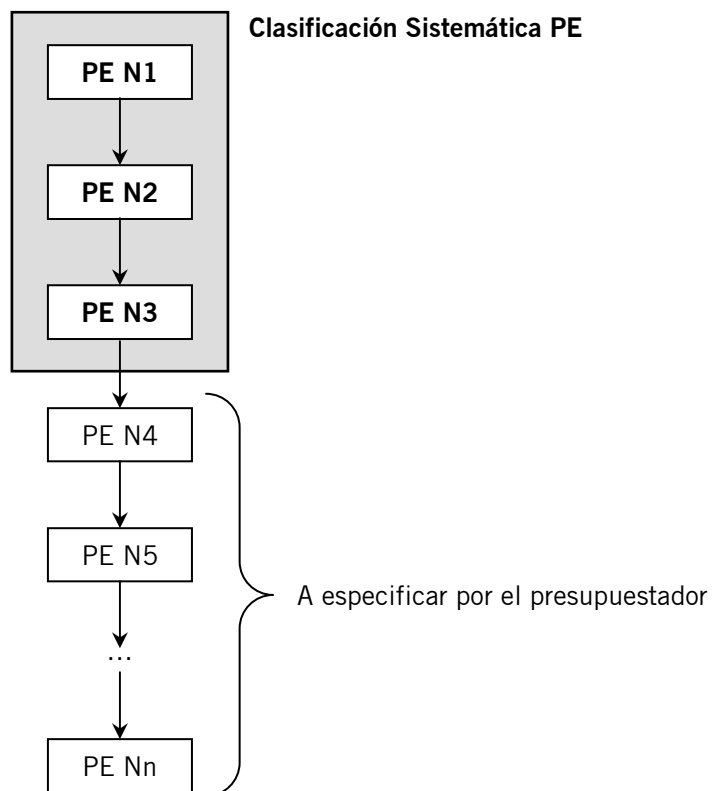


Figura 22. Sistema de clasificación de procesos de ejecución

Así, en un mapa de procesos de ejecución de cinco niveles de proceso (PE N1, PE N2, PE N3, PE N4 y PE N5), los tres niveles superiores se corresponden con la clasificación sistemática (PE N1, PE N2 y PE N3) y los dos niveles inferiores (PE N4 y PE N5) son especificados por el presupuestador en base al POP simulado de la obra. De este modo, los procesos de ejecución de nivel 1 (PE N1) se subdividen en los procesos de ejecución de nivel 2 (PE N2), los PE N2 en los procesos de ejecución de nivel 3 (PE N3), los PE N3 en los procesos de ejecución de nivel 4 o actividades de ejecución (PE N4) y, finalmente, los PE N4 en los procesos de ejecución de nivel 5 o tareas de ejecución (PE N5). En sentido ascendente, los PE N5 son subprocesos constituyentes de los PE N4, los PE N4 de los PE N3, los PE N3 de los PE N2 y, por último, los PE N2 de los PE N1.

En resumen, el sistema de clasificación contempla sólo los niveles de proceso superiores de los mapas de procesos, los tres primeros niveles del mapa de procesos de ejecución (PE N1, PE N2 y

PE N3) y los dos primeros niveles del mapa de procesos básico (PB N1 y PB N2), correspondiendo al presupuestador en cada obra especificar los niveles de proceso inferiores en base a las decisiones de planificación, organización y programación adoptadas.

2.2. Sistema de codificación

La clasificación proporciona un sistema de codificación que permite identificar todos los procesos integrantes del sistema obra de edificación, tanto los contemplados en la propia clasificación sistemática como los pertenecientes a los niveles inferiores de los mapas de procesos. De este modo, la codificación propuesta vertebra la totalidad de la estructura de los mapas de procesos, dotando a los presupuestadores de reglas para su construcción y al conjunto de los agentes del sector de un nuevo lenguaje común capaz de facilitar y fluidificar su comunicación.

El sistema de codificación se caracteriza por su búsqueda de la excelencia mediante la de la eficiencia, flexibilidad e innovación. Su eficiencia radica en su capacidad de identificación de forma unívoca de todos y cada uno de los procesos componentes del sistema, garantizando la no omisión ni repetición de los mismos. Por otra parte, su flexibilidad se basa en su capacidad de dar respuesta a los infinitos mapas de procesos posibles, presentes y futuros. Para ello, consta de códigos genéricos asociados a los procesos “nicho” anteriormente mencionados (Procesos mixtos, Procesos especiales y Varios), así como de una codificación no agotada que permite intercalar procesos en cualquier punto de la estructura. Finalmente, su innovación estriba en su proceso de gestación dentro de un proyecto de investigación, que alienta su revisión y renovación permanente.

Antes de avanzar en la caracterización del sistema de codificación de las obras de edificación de nueva planta, detengámonos en analizar el concepto de código. De entre las múltiples definiciones del mismo, hemos seleccionado dos que resaltan sus principales características.

- “Denominación simbólica, generalmente sintética, de un objeto físico, persona o idea inmaterial, en función de sus características o persiguiendo unos objetivos determinados”.

En esta primera definición se hace referencia a la consideración del código como una denominación sintética, con la intención de subrayar que su utilización supondrá una simplificación del trabajo a realizar.

- “Sistema de símbolos utilizados para representar una información”¹³⁴.

Esta segunda definición destaca la consideración sistemática del código cuya finalidad es la representación de una información.

A partir de lo anteriormente expuesto, podemos acuñar nuestra propia definición, entendiendo por código “toda aquella denominación sintética y sistemática que se construye y descifra a partir de unas claves conocidas, por emisor y receptor, para representar una información u objeto”.

De este modo, cualquier conjunto de elementos se puede denominar de dos formas, la clásica expresada en el lenguaje corriente y la nueva expresión abstraída en forma de código. Entre ambos lenguajes, el corriente (“lenguaje real u original”) y el “lenguaje código” (“lenguaje imagen”) debe existir una correspondencia biunívoca para que se pueda descifrar correctamente la información, es decir, a cada elemento del conjunto de referencia le debe corresponder un solo código, y viceversa, a cada código le debe corresponder un solo elemento del conjunto de referencia. Para que la transmisión de información sea posible es necesario que los usuarios de un determinado sistema de codificación, emisores y receptores, entiendan y admitan el creado “lenguaje código”.

¹³⁴ Diccionario de la empresa. Andrés Suárez Suárez y otros (Pirámide, 1977).

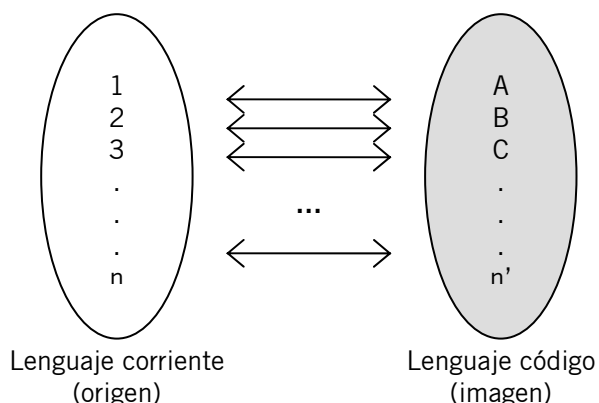


Figura 23. Fundamentos de un sistema de codificación

Podemos clasificar las distintas clases de códigos en función del tipo de caracteres elegidos para su representación en códigos alfabéticos, numéricos, alfanuméricos y simbólicos.

- **Los códigos alfabéticos** están formados por las letras correspondientes a un determinado abecedario.

El alfabeto español, al constar de veintiséis caracteres (de la A a la Z), permite un mayor número de combinaciones sintéticas que los diez dígitos numéricos (del 0 al 9) para una determinada dimensión de código. De este modo, se pueden construir códigos más cortos con mayor capacidad de codificación del lenguaje elegido, es decir, se pueden generar series de elementos codificados más largas para un mismo número de caracteres que empleando los códigos numéricos. Además, el uso de letras puede facilitar la asociación de los códigos con las informaciones que representan dentro de su ámbito lingüístico de gestación, por lo que también se conocen como “códigos significativos”. Así, si las letras son elegidas cuidadosa e intencionadamente, pueden aportar información complementaria al código, facilitando su asignación en la fase de codificación¹³⁵ y su posterior interpretación. Por otro lado, la ordenación alfabética de los códigos, si no están agotados los caracteres, permite intercalar nuevos elementos en la estructura, dotándola de gran flexibilidad.

- **Los códigos numéricos** son los formados por números.

Como acabamos de comentar, permiten un menor número de combinaciones que los alfabéticos al disponer solamente de diez caracteres diferentes frente a los veintiséis componentes del abecedario español, lo que se traduce en la generación de códigos más largos para obtener la misma capacidad de codificación del lenguaje elegido. Además, no se asocian directamente con la información representada, respondiendo a un sistema de correspondencia arbitrario, a menos que los elementos codificados sigan una secuencia ordenada, pudiendo en ese caso representar su posición dentro de dicho orden. Pese a todo lo anterior este tipo de códigos presentan una gran ventaja, su capacidad de internacionalización al no responder a un idioma específico; se trata pues de códigos internacionales no adscritos al lenguaje de su país de gestación, lo cual facilita su difusión y adopción por varias naciones.

- **Los códigos alfanuméricos** son códigos mixtos formados por un conjunto de caracteres compuesto por letras y números.

Su configuración mixta les permite incorporar ventajas e inconvenientes de los códigos alfabéticos y numéricos.

¹³⁵ Por ejemplo, es frecuente incluir en un código alfabético la inicial del elemento a representar.

- **Los códigos simbólicos**¹³⁶ se encuentran formados por un conjunto de caracteres no correspondiente ni a letras ni a números.

Su principal ventaja es su marcado y universal carácter significativo que permite la asociación directa del código con la información representada. Por el contrario, se trata de códigos muy complejos que no permiten su sistematización y manejo en los sistemas informáticos con teclados estandarizados.

En el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta, hemos optado por los códigos numéricos primando su vocación de expansión internacional frente a su longitud, ya que el modelo de presupuestación por procesos y sus herramientas complementarias, si bien nacen inicialmente vinculados al ámbito nacional por motivos de planificación estratégica, poseen un gran potencial de crecimiento más allá de nuestras fronteras.

Una vez seleccionada la clase de código a utilizar en nuestro sistema de codificación, hemos de definir las reglas que permitan su agrupación para formar las palabras del “lenguaje código”, es decir, hemos de caracterizar la estructura reguladora de la formación de nuevos códigos.

Entre las estructuras de codificación más frecuentes encontramos las siguientes:

- **La estructura de codificación representativa** identifica los diferentes elementos del conjunto origen sin especificar ninguna cualidad o característica de los mismos.

Así, los códigos se representan mediante una sucesión de caracteres asignados en base a su orden de aparición¹³⁷.

- **La estructura de codificación significativa** busca que el código elegido sirva para identificar y, al mismo tiempo, definir alguna de las características o cualidades del elemento de referencia.

Así, los códigos significativos están formados por la agrupación de varios códigos parciales, cada uno de los cuales hace referencia a una característica o cualidad del elemento representado que se pretende destacar¹³⁸.

Para la codificación de los procesos componentes del sistema obra de edificación hemos elegido la estructura representativa. La elección de códigos numéricos conlleva el desarrollo de una estructura representativa al no aportar éstos ninguna información añadida sobre las características de los procesos representados. De este modo, la clasificación de los diferentes procesos se realiza de forma arbitraria, si bien se puede intuir un cierto orden de ejecución en su codificación, que, en cualquier caso, no es generalizado. Por otra parte, cabe destacar la gran interrelación existente entre los códigos de los distintos procesos, que permite aportar información sobre la ubicación del elemento representado dentro del conjunto del mapa de procesos del sistema. Para ello, el código de cada proceso incorpora la secuencia de su localización dentro de la estructura jerarquizada en niveles de proceso del sistema, reproduciendo los códigos de sus procesos precedentes implementados con el número de caracteres correspondiente a su nivel.

Mención especial merece la flexibilidad del sistema de codificación diseñado, tanto en términos espaciales como temporales. Esta característica permite incorporar todos los posibles procesos desarrollados en el sistema obra de edificación, garantizando la eficiencia, nacional e internacional, presente y futura del modelo, en otras palabras, su vigencia a lo largo del espacio y del tiempo, al ser capaz de dar cabida a nuevos procesos, tales como los resultantes de los avances tecnológicos

¹³⁶ Un ejemplo de este tipo de códigos son las señales de tráfico cuyos caracteres están constituidos por iconos o gráficos.

¹³⁷ Un ejemplo de estructura representativa es la correspondiente a la codificación de los números del Documento Nacional de Identidad o de los listines telefónicos.

¹³⁸ Un ejemplo de estructura significativa es la correspondiente a la codificación de las Normas Tecnológicas de la Edificación.

que experimente el sector¹³⁹. Para ello, hemos evitado agotar todas las combinaciones de caracteres posibles en los códigos e, incluso, los hemos espaciado convenientemente para poder intercalar, en cualquier momento, nuevos procesos en cualquier punto de la clasificación. Además, en todos los niveles de proceso aparece un conjunto de procesos “nicho” (Procesos mixtos, Procesos especiales y Varios) destinados a dar cabida a todas las singularidades y novedades que puedan aparecer en las obras de edificación no recogidas en la clasificación inicialmente propuesta.

A continuación reproducimos la estructura de códigos para cada tipo de proceso.

Procesos	Códigos	Long ¹⁴⁰ .	Localización
Procesos de ejecución:			
Procesos de ejecución de nivel 1 (PE N1)	<i>nn</i>	2	Clasificación sistemática PE
Procesos de ejecución de nivel 2 (PE N2)	<i>nnnn</i>	4	Clasificación sistemática PE
Procesos de ejecución de nivel 3 (PE N3)	<i>nnnnnn</i>	6	Clasificación sistemática PE
Procesos de ejecución de nivel 4 (PE N4)	<i>nnnnnnnnnn</i>	10	Mapa de procesos PE
Procesos de ejecución de nivel 5 (PE N5)	<i>nnnnnnnnnnnnnnnn</i>	15	Mapa de procesos PE
Procesos básicos:			
Procesos básicos de nivel 1 (PB N1)	<i>*n</i>	2	Clasificación sistemática PB
Procesos básicos de nivel 2 (PB N2)	<i>*nnn</i>	4	Clasificación sistemática PB
Procesos básicos de nivel 3 (PB N3)	<i>*nnnnnnnnnn</i>	10	Mapa de procesos PB
Procesos básicos de nivel 4 (PB N4)	<i>*nnnnnnnnnnnnnnnn</i>	15	Mapa de procesos PB
NOTA: Los procesos de suministro no son objeto del presente sistema de codificación por tratarse de procesos exógenos al modelo.			

Siendo:

n, un carácter numérico del 0 al 9.

Tabla 3. Sistema de codificación

Los códigos de los procesos recogidos en el sistema de clasificación vienen especificados en el mismo, mientras que los correspondientes a los niveles inferiores de los mapas de procesos han de ser concretados en cada caso por el presupuestador competente. Así, el sistema de codificación propuesto simplemente marca las reglas para la construcción de los códigos de los procesos de niveles inferiores, delegando en el presupuestador la competencia de atribuirles un código específico.

En resumen, el sistema de codificación del nuevo modelo de presupuestación de obras asigna a cada proceso un único código numérico siguiendo una estructura representativa, caracterizada por su gran flexibilidad. Este sistema de codificación permite vertebrar y articular la estructura de los mapas de procesos del modelo de presupuestación, sirviendo de elemento de sincronización entre los componentes del presupuesto. Asimismo, facilita el intercambio de información entre diferentes presupuestos procedentes, incluso, de ámbitos geográficos y temporales diversos. En el sistema de codificación que acabamos de describir se encuentra el germen del gran potencial de crecimiento global del modelo de presupuestación de obras por procesos, el cual podría llegar a convertirse en una herramienta de comunicación universal.

¹³⁹ La clasificación propuesta debe ser revisada periódicamente, permitiendo la incorporación de procesos de contrastada consolidación, no recogidos previamente en la misma por ser poco frecuentes o inexistentes en el momento de su gestación inicial o última revisión, mediante la colmatación de sus huecos. En previsión de que ésto ocurra, la clasificación alberga gran cantidad de espacio libre en el que se pueden insertar nuevos procesos productivos.

¹⁴⁰ Extensión del código expresada en el número de caracteres que lo componen.

3. Clasificación sistemática por procesos para obra nueva

La clasificación sistemática por procesos para obras de edificación de nueva planta consta de dos subsistemas de clasificación correspondientes a los dos grandes tipos de procesos endógenos del nuevo modelo de presupuestación: el sistema de clasificación de procesos básicos (PB) y el sistema de clasificación de procesos de ejecución (PE). Los procesos de suministro no quedan contemplados en la misma dado su carácter de procesos exógenos al modelo, el cual propicia su gran dispersión y dificultad de estandarización.

Cada uno de los sistemas de clasificación, PB y PE, incorpora de forma expresa los procesos más frecuentes identificados en la actualidad en las obras de edificación de nueva planta que se desarrollan en España, dejando cabida para la integración de procesos singulares de carácter minoritario e, incluso, nuevos procesos futuros.

Recordemos brevemente que los orígenes de esta clasificación sistemática se encuentran en el trabajo de investigación presentado por la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA¹⁴¹) dentro del programa de doctorado con mención de calidad “Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana” del Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción (IUCC) de la Universidad de Sevilla durante el curso 2003/04. Así, el sistema de clasificación que presentamos a continuación procede de la profunda revisión del mencionado trabajo, fruto de la aplicación de la metodología del ciclo de mejora continua a nuestra investigación. De este modo, el avance de la misma conlleva la permanente revisión y actualización de todos los planteamientos iniciales.

3.1. Clasificación sistemática de procesos básicos

El sistema de clasificación de procesos básicos propuesto incorpora todos los procesos básicos presentes en las obras de edificación de nueva planta pertenecientes a sus dos niveles superiores, los procesos básicos de nivel 1 (PB N1) y los procesos básicos de nivel 2 (PB N2). De este modo, en la clasificación sistemática de procesos básicos tienen cabida todos los posibles componentes del sistema obra nueva de edificación, tanto de entrada (recursos) como de salida (recursos de carácter auxiliar, residuos).

Así, en el Nivel 1 de esta clasificación sistemática encontramos los siguientes procesos:

Clasificación sistemática por procesos (PB N1)	
Código	Concepto
*0	Recursos humanos
*1	Recursos materiales
*2	Maquinaria
*3	Recursos auxiliares
*4	Agua y recursos energéticos
*5	Recursos económicos
*6	Subcontratas
*7	Procesos mixtos
*8	Procesos especiales
*9	Varios

Tabla 4. Procesos básicos de nivel 1

¹⁴¹ Obteniendo la máxima calificación posible para este tipo de trabajos, Sobresaliente por unanimidad. Dicho trabajo, además de aportar la innovadora clasificación sistemática por procesos para obra nueva, desarrolla cada uno de sus procesos integrantes marcando los límites existentes entre los mismos.

En los procesos Recursos humanos, Recursos materiales, Maquinaria, Recursos auxiliares, Agua y recursos energéticos, Recursos económicos y Subcontratas tienen cabida todos los recursos necesarios para la ejecución de las obras, diferenciándose por las características¹⁴² de los mismos.

Por su parte, en el proceso Varios se contemplan los residuos derivados de la construcción de la edificación de nueva planta, clasificados en función de su naturaleza y procesos de valorización asociados.

Asimismo, el conjunto de Procesos Mixtos, Procesos especiales y Varios permite incorporar otros componentes no identificados expresamente en el presente sistema de clasificación.

En el segundo nivel de procesos básicos, los procesos integrantes del primer nivel se desagregan y concretan en otros de menor dimensión.

Clasificación sistemática por procesos: Procesos básicos de obra nueva (PB)	
PB N1	PB N2
*0 Recursos humanos	
	*001 Ayudantes
	*005 Peones
	*010 Oficiales
	*015 Especialistas
	*020 Capataces
	*025 Encargados
	*030 Administrativos
	*035 Técnicos
	*070 Procesos mixtos
	*080 Procesos especiales
	*090 Varios
*1 Recursos materiales	
	*101 Material de oficina
	*102 Material sanitario
	*104 Áridos, piedras y tierras
	*105 Cimentaciones y estructuras
	*110 Alcantarillados y saneamientos
	*115 Aislamientos e impermeabilizaciones
	*116 Aglomerantes y morteros
	*120 Fábricas
	*125 Placas y paneles
	*130 Cubiertas
	*131 Instalaciones de climatización
	*132 Instalaciones de electricidad
	*133 Instalaciones de abastecimiento de agua y fontanería
	*134 Instalaciones de gases y licuados
	*135 Instalaciones de protección contra incendios
	*136 Instalaciones de control y seguridad
	*137 Instalaciones de telecomunicaciones
	*138 Instalaciones de transporte
	*139 Instalaciones solares

¹⁴² Características tales como su naturaleza, su grado de pertenencia a la empresa constructora, sus posibilidades de entrada y salida del sistema obra de edificación, etc.

- *140 Instalaciones de retirada de residuos
 - *144 Canalizaciones
 - *145 Otras instalaciones
 - *146 Carpinterías
 - *150 Vidrios y elaborados sintéticos
 - *155 Revestimientos
 - *156 Pinturas
 - *160 Elementos de amueblamiento, decoración y señalización
 - *165 Jardinerías
 - *170 Procesos mixtos
 - *180 Procesos especiales
 - *190 Varios
-

***2 Maquinaria**

- *201 Transporte horizontal
 - *210 Transporte vertical
 - *220 Acondicionamientos de terrenos
 - *230 Hormigones y morteros
 - *240 Maquinaria auxiliar
 - *270 Procesos mixtos
 - *280 Procesos especiales
 - *290 Varios
-

***3 Recursos auxiliares**

- *301 Pequeña maquinaria
 - *310 Herramientas
 - *320 Útiles
 - *330 Medios de control
 - *340 Medios de seguridad
 - *350 Medios de gestión de residuos
 - *370 Procesos mixtos
 - *380 Procesos especiales
 - *390 Varios
-

***4 Agua y recursos energéticos**

- *401 Electricidad
 - *410 Agua
 - *420 Gases y licuados
 - *430 Telecomunicaciones
 - *470 Procesos mixtos
 - *480 Procesos especiales
 - *490 Varios
-

***5 Recursos económicos**

- *501 Seguros
 - *510 Tasas e impuestos de la administración
 - *520 Cánones
 - *530 Fianzas
 - *570 Procesos mixtos
 - *580 Procesos especiales
 - *590 Varios
-

***6 Subcontratas**

- *601 Recursos humanos
- *610 Recursos materiales
- *620 Maquinaria
- *630 Recursos auxiliares

*640	Agua y recursos energéticos
*650	Recursos económicos
*670	Procesos mixtos
*680	Procesos especiales
*690	Varios
*7 Procesos mixtos	
*8 Procesos especiales	
*9 Varios	
*901	Residuos
*960	Restos arqueológicos
*970	Procesos mixtos
*980	Procesos especiales
*990	Varios

Tabla 5. Clasificación sistemática de procesos básicos

Nuevamente en este segundo nivel de desagregación vuelve a aparecer el conjunto de Procesos mixtos, Procesos especiales y Varios para permitir la incorporación en la clasificación de otros procesos básicos posibles no identificados expresamente en la misma en el momento de su gestación.

3.2. Clasificación sistemática de procesos de ejecución

El sistema de clasificación de procesos de ejecución propuesto integra los trabajos intervinientes en la producción de las obras de edificación¹⁴³ de nueva planta en la actualidad en España. De este modo, en su primer nivel de desagregación encontramos desde procesos relacionados con la implantación, mantenimiento y retirada de los centros de producción (01¹⁴⁴) hasta otros correspondientes a la retirada de los recursos de carácter auxiliar empleados y los residuos generados en los mismos (27), pasando por procesos de gestión de la seguridad y salud¹⁴⁵ y el control de la calidad y los propiamente productivos (02-26, 28). Asimismo, este nivel de procesos consta de la terna de procesos nicho Procesos mixtos, Procesos especiales y Varios (70, 80 y 90) que permite incorporar nuevos procesos en el sistema.

Clasificación sistemática por procesos (PE N1)	
Código	Concepto
01	Centros de producción
02	Actuaciones preparatorias
03	Demoliciones y desmontados
04	Acondicionamientos de terrenos
05	Cimentaciones
06	Saneamientos
07	Estructuras
08	Cerramientos
09	Cubiertas

¹⁴³ La identificación de todos estos procesos ha sido posible gracias a un exhaustivo análisis de la ejecución de las obras. Véase el capítulo *Investigación*.

¹⁴⁴ El “proyecto por procesos” incorpora de forma integrada la caracterización del centro de producción de las obras en su documentación.

¹⁴⁵ Cabe destacar que el tratamiento de la seguridad aparece integrado en el análisis de los procesos productivos que conforman el sistema obra de edificación.

10	Paredes interiores
11	Instalaciones de climatización
12	Instalaciones de electricidad
13	Instalaciones de fontanería
14	Instalaciones de gases y licuados
15	Instalaciones de protección contra incendios
16	Instalaciones de control y seguridad
17	Instalaciones de telecomunicaciones
18	Instalaciones de transporte
19	Instalaciones solares
20	Instalaciones de retirada de residuos
21	Otras instalaciones
22	Carpinterías
23	Revestimientos
24	Amueblamientos
25	Trabajos exteriores
26	Terminaciones
27	Retiradas
28	Actuaciones finales
70	Procesos mixtos
80	Procesos especiales
90	Varios

Tabla 6. Procesos de ejecución de nivel 1

El sistema de clasificación sistemática de procesos de ejecución para obras de edificación de nueva planta consta de tres niveles jerárquicos de procesos: los procesos de ejecución de nivel 1 (PE N1), los procesos de ejecución de nivel 2 (PE N2) y, finalmente, los procesos de ejecución de nivel 3 (PE N3). En una ocasión más, podemos comprobar como figura en cada nivel de procesos la terna de procesos nicho (Procesos mixtos, Procesos especiales y Varios) que dota al sistema de la flexibilidad suficiente para poder incorporar todos los procesos de ejecución posibles.

Clasificación sistemática por procesos:		
Procesos de ejecución de obra nueva (PE)		
PE N1	PE N2	PE N3

01 Centros de producción

0101 Cerramientos

- 010101 Ladrillos
- 010110 Bloques
- 010140 Placas y paneles
- 010170 Procesos mixtos
- 010180 Procesos especiales
- 010190 Varios

0105 Construcciones complementarias

- 010501 Acondicionamiento de locales
- 010510 Casetas prefabricadas
- 010520 Nuevas construcciones
- 010530 Accesos y acondicionamiento de espacios exteriores
- 010570 Procesos mixtos

- 010580 Procesos especiales
- 010590 Varios
- 0110 Alcantarillados
 - 011001 Infraestructuras
 - 011010 Instalaciones de depuración
 - 011020 Acometidas
 - 011060 Pruebas de servicio
 - 011070 Procesos mixtos
 - 011080 Procesos especiales
 - 011090 Varios
- 0111 Instalaciones de electricidad
 - 011101 Infraestructuras
 - 011110 Transformadores
 - 011120 Acometidas y equipos generadores
 - 011160 Pruebas de servicio
 - 011170 Procesos mixtos
 - 011180 Procesos especiales
 - 011190 Varios
- 0112 Instalaciones de abastecimiento de agua
 - 011201 Infraestructuras
 - 011210 Equipos de tratamiento de aguas
 - 011220 Acometidas y captaciones
 - 011260 Pruebas de servicio
 - 011270 Procesos mixtos
 - 011280 Procesos especiales
 - 011290 Varios
- 0113 Instalaciones de gases y licuados
 - 011301 Infraestructuras
 - 011310 Acometidas y depósitos
 - 011360 Pruebas de servicio
 - 011370 Procesos mixtos
 - 011380 Procesos especiales
 - 011390 Varios
- 0114 Instalaciones de protección contra incendios
 - 011401 Detección y alarma
 - 011410 Evacuación
 - 011420 Extinción
 - 011460 Pruebas de servicio
 - 011470 Procesos mixtos
 - 011480 Procesos especiales
 - 011490 Varios
- 0115 Instalaciones de control y seguridad
 - 011501 Infraestructuras
 - 011510 Acometidas y centrales
 - 011560 Pruebas de servicio
 - 011570 Procesos mixtos
 - 011580 Procesos especiales
 - 011590 Varios
- 0116 Instalaciones de telecomunicaciones
 - 011601 Infraestructuras
 - 011610 Acometidas, antenas y equipos generadores
 - 011660 Pruebas de servicio

- 011670 Procesos mixtos
- 011680 Procesos especiales
- 011690 Varios
- 0117 Instalaciones solares
 - 011701 Fotovoltaicas
 - 011710 Térmicas
 - 011770 Procesos mixtos
 - 011780 Procesos especiales
 - 011790 Varios
- 0118 Instalaciones de retirada de residuos
 - 011801 Equipos individuales
 - 011810 Infraestructuras
 - 011820 Equipos de tratamiento de residuos
 - 011830 Acometidas
 - 011860 Pruebas de servicio
 - 011870 Procesos mixtos
 - 011880 Procesos especiales
 - 011890 Varios
- 0120 Otras instalaciones
 - 012001 Agotamientos
 - 012010 Instalaciones de climatización
 - 012020 Instalaciones de transporte
 - 012060 Instalaciones inteligentes
 - 012070 Procesos mixtos
 - 012080 Procesos especiales
 - 012090 Varios
- 0125 Carpinterías
 - 012501 Acero
 - 012510 Aluminio
 - 012520 Madera
 - 012530 Sintéticos
 - 012540 Vidrios y elaborados sintéticos
 - 012570 Procesos mixtos
 - 012580 Procesos especiales
 - 012590 Varios
- 0130 Revestimientos
 - 013001 Solados
 - 013005 Suelos elevados
 - 013010 Pavimentos
 - 013015 Firmes
 - 013020 Peldaños
 - 013001 Bordillos y encintados
 - 013060 Controles técnicos
 - 013070 Procesos mixtos
 - 013080 Procesos especiales
 - 013090 Varios
- 0135 Amueblamientos
 - 013501 Baños
 - 013510 Comedores
 - 013520 Oficinas
 - 013530 Salas de primeros auxilios
 - 013540 Vestuarios

- 013570 Procesos mixtos
- 013580 Procesos especiales
- 013590 Varios
- 0140 Señalizaciones
 - 014001 Apoyadas
 - 014010 Colgadas
 - 014020 "In situ"
 - 014030 Lineales
 - 014040 Luminosas
 - 014070 Procesos mixtos
 - 014080 Procesos especiales
 - 014090 Varios
- 0150 Recursos
 - 015001 Recursos humanos
 - 015010 Recursos materiales
 - 015020 Maquinaria
 - 015030 Recursos auxiliares
 - 015040 Subcontratas
 - 015050 Agua y recursos energéticos
 - 015060 Recursos económicos
 - 015070 Procesos mixtos
 - 015080 Procesos especiales
 - 015090 Varios
- 0160 Documentación
 - 016001 Actas
 - 016010 Dictámenes
 - 016020 Estudios
 - 016030 Informes
 - 016040 Planes
 - 016050 Proyectos
 - 016070 Procesos mixtos
 - 016080 Procesos especiales
 - 016090 Varios
- 0170 Procesos mixtos
- 0180 Procesos especiales
- 0190 Varios

02 Actuaciones preparatorias

- 0201 Solares
 - 020101 Estudios geotécnicos
 - 020105 Sondeos y catas
 - 020110 Trabajos topográficos
 - 020115 Otros controles técnicos
 - 020120 Señalizaciones
 - 020125 Desbroces y limpiezas
 - 020130 Arranques, destocados y talados
 - 020135 Desinfecciones y desratizaciones
 - 020140 Documentación
 - 020170 Procesos mixtos
 - 020180 Procesos especiales
 - 020190 Varios
- 0210 Construcciones existentes
 - 021001 Controles técnicos

- 021005 Señalizaciones
- 021010 Apeos y apuntalamientos
- 021015 Acondicionamiento de medianeras
- 021020 Otras protecciones y cuidados
- 021025 Acondicionamiento de redes
- 021030 Limpiezas
- 021035 Desinfecciones y desratizaciones
- 021040 Demoliciones y desmontados provisionales
- 021045 Documentación
- 021070 Procesos mixtos
- 021080 Procesos especiales
- 021090 Varios
- 0270 Procesos mixtos
- 0280 Procesos especiales
- 0290 Varios

03 Demoliciones y desmontados

- 0301 Cimentaciones
 - 030101 Sistemas superficiales
 - 030110 Pilotaje
 - 030120 Sistemas de contención
 - 030160 Integrales
 - 030170 Procesos mixtos
 - 030180 Procesos especiales
 - 030190 Varios
- 0305 Saneamientos
 - 030501 Acometidas
 - 030510 Infraestructuras
 - 030570 Procesos mixtos
 - 030580 Procesos especiales
 - 030590 Varios
- 0310 Estructuras
 - 031001 Hormigón
 - 031010 Acero
 - 031015 Madera
 - 031020 Fábrica
 - 031025 Cantería
 - 031030 Entramados horizontales e inclinados
 - 031035 Bóvedas y cúpulas
 - 031040 Estructuras trianguladas espaciales
 - 031060 Integrales
 - 031070 Procesos mixtos
 - 031080 Procesos especiales
 - 031090 Varios
- 0315 Cerramientos
 - 031501 Juntas de dilatación
 - 031510 Revestimientos exteriores
 - 031520 Aislamientos e impermeabilizaciones
 - 031530 Hojas
 - 031540 Muros cortina
 - 031560 Integrales
 - 031570 Procesos mixtos
 - 031580 Procesos especiales

- 031590 Varios
- 0320 Cubiertas
 - 032001 Horizontales
 - 032010 Inclinas
 - 032020 Curvas
 - 032030 Acristaladas
 - 032040 Textiles
 - 032060 Integrales
 - 032070 Procesos mixtos
 - 032080 Procesos especiales
 - 032090 Varios
- 0325 Paredes interiores
 - 032501 Hojas
 - 032510 Aislamientos e impermeabilizaciones
 - 032520 Mamparas
 - 032560 Integrales
 - 032570 Procesos mixtos
 - 032580 Procesos especiales
 - 032590 Varios
- 0330 Instalaciones de climatización
 - 033001 Equipos individuales
 - 033010 Equipos generadores
 - 033020 Infraestructuras
 - 033070 Procesos mixtos
 - 033080 Procesos especiales
 - 033090 Varios
- 0331 Instalaciones de electricidad
 - 033101 Acometidas y equipos generadores
 - 033110 Infraestructuras
 - 033170 Procesos mixtos
 - 033180 Procesos especiales
 - 033190 Varios
- 0332 Instalaciones de fontanería
 - 033201 Acometidas
 - 033210 Infraestructuras
 - 033270 Procesos mixtos
 - 033280 Procesos especiales
 - 033290 Varios
- 0333 Instalaciones de gases y licuados
 - 033301 Acometidas y depósitos
 - 033310 Infraestructuras
 - 033370 Procesos mixtos
 - 033380 Procesos especiales
 - 033390 Varios
- 0334 Instalaciones de protección contra incendios
 - 033401 Detección y alarma
 - 033410 Evacuación
 - 033420 Extinción
 - 033470 Procesos mixtos
 - 033480 Procesos especiales
 - 033490 Varios
- 0335 Instalaciones de control y seguridad

- 033501 Acometidas y centrales
- 033510 Infraestructuras
- 033570 Procesos mixtos
- 033580 Procesos especiales
- 033590 Varios
- 0336 Instalaciones de telecomunicaciones
 - 033601 Acometidas, antenas y equipos generadores
 - 033610 Infraestructuras
 - 033670 Procesos mixtos
 - 033680 Procesos especiales
 - 033690 Varios
- 0337 Instalaciones de transporte
 - 033701 Ascensores
 - 033710 Escaleras mecánicas
 - 033720 Rampas y tapices móviles
 - 033730 Sistemas neumáticos
 - 033770 Procesos mixtos
 - 033780 Procesos especiales
 - 033790 Varios
- 0338 Instalaciones solares
 - 033801 Fotovoltaicas
 - 033810 Térmicas
 - 033870 Procesos mixtos
 - 033880 Procesos especiales
 - 033890 Varios
- 0339 Instalaciones de retirada de residuos
 - 033901 Equipos individuales
 - 033910 Acometidas
 - 033920 Infraestructuras
 - 033970 Procesos mixtos
 - 033980 Procesos especiales
 - 033990 Varios
- 0340 Otras instalaciones
 - 034001 Electrodomésticos
 - 034010 Instalaciones inteligentes
 - 034070 Procesos mixtos
 - 034080 Procesos especiales
 - 034090 Varios
- 0345 Carpinterías
 - 034501 Acero
 - 034510 Aluminio
 - 034520 Madera
 - 034530 Sintéticos
 - 034540 Vidrios y elaborados sintéticos
 - 034560 Integrales
 - 034570 Procesos mixtos
 - 034580 Procesos especiales
 - 034590 Varios
- 0350 Revestimientos
 - 035001 Empapelados y entelados
 - 035010 Pinturas
 - 035020 Suelos

- 035030 Techos discontinuos
- 035040 Techos y paredes continuos
- 035050 Paredes discontinuas
- 035060 Integrales
- 035070 Procesos mixtos
- 035080 Procesos especiales
- 035090 Varios
- 0355 Amueblamientos
 - 035501 Oficinas
 - 035505 Viviendas
 - 035510 Comerciales
 - 035515 Culturales
 - 035520 Deportivos
 - 035525 Educativos
 - 035530 Garajes
 - 035535 Hosteleros
 - 035540 Industriales
 - 035545 Residenciales
 - 035550 Sanitarios
 - 035570 Procesos mixtos
 - 035580 Procesos especiales
 - 035590 Varios
- 0357 Trabajos exteriores
 - 035701 Cerramientos
 - 035705 Construcciones complementarias
 - 035710 Alcantarillados
 - 035711 Instalaciones de electricidad
 - 035712 Instalaciones de abastecimiento de agua
 - 035713 Instalaciones de gases y licuados
 - 035714 Instalaciones de protección contra incendios
 - 035715 Instalaciones de control y seguridad
 - 035716 Instalaciones de telecomunicaciones
 - 035717 Instalaciones solares
 - 035718 Instalaciones de retirada de residuos
 - 035720 Otras instalaciones
 - 035725 Carpinterías
 - 035730 Revestimientos
 - 035735 Amueblamientos
 - 035740 Jardinerías
 - 035760 Integrales
 - 035770 Procesos mixtos
 - 035780 Procesos especiales
 - 035790 Varios
- 0360 Terminaciones
 - 036001 Juntas de dilatación interiores
 - 036010 Señalizaciones
 - 036020 Decoraciones
 - 036060 Integrales
 - 036070 Procesos mixtos
 - 036080 Procesos especiales
 - 036090 Varios
- 0365 Demoliciones y desmontados integrales

- 036501 A brazo
- 036510 Mecánicos
- 036520 Con explosivos
- 036570 Procesos mixtos
- 036580 Procesos especiales
- 036590 Varios
- 0370 Procesos mixtos
- 0380 Procesos especiales
- 0390 Varios

04 Acondicionamientos de terrenos

- 0401 Excavaciones
 - 040101 Desmontes
 - 040110 Vaciados
 - 040120 Zanjas
 - 040130 Pozos
 - 040140 Excavaciones arqueológicas
 - 040170 Procesos mixtos
 - 040180 Procesos especiales
 - 040190 Varios
- 0410 Rellenos y compactaciones
 - 041001 Rellenos sin compactar
 - 041010 Rellenos compactados
 - 041020 Compactaciones
 - 041070 Procesos mixtos
 - 041080 Procesos especiales
 - 041090 Varios
- 0420 Trabajos complementarios
 - 042001 Agotamientos
 - 042010 Arranques, destocados y talados
 - 042020 Desbroces y limpiezas
 - 042030 Entibaciones
 - 042070 Procesos mixtos
 - 042080 Procesos especiales
 - 042090 Varios
- 0470 Procesos mixtos
 - 047001 Explanaciones
 - 047090 Varios
- 0480 Procesos especiales
 - 048001 Consolidaciones
 - 048010 Galerías
 - 048090 Varios
- 0490 Varios

05 Cimentaciones

- 0501 Sistemas de contención
 - 050101 Pantallas
 - 050110 Muros "in situ"
 - 050120 Muros prefabricados
 - 050170 Procesos mixtos
 - 050180 Procesos especiales
 - 050190 Varios
- 0510 Pilotaje
 - 051001 Micropilotes

- 051010 Pilotes de hinca
- 051020 Pilotes de perforación
- 051030 Pantallas de pilotes
- 051070 Procesos mixtos
- 051080 Procesos especiales
- 051090 Varios
- 0520 Sistemas superficiales
 - 052001 Zapatas
 - 052010 Zanjias
 - 052020 Losas
 - 052070 Procesos mixtos
 - 052080 Procesos especiales
 - 052090 Varios
- 0560 Controles técnicos
- 0570 Procesos mixtos
- 0580 Procesos especiales
- 0590 Varios

06 Saneamientos

- 0601 Infraestructuras
 - 060101 Redes enterradas
 - 060110 Redes verticales
 - 060120 Redes colgadas
 - 060160 Pruebas de servicio
 - 060170 Procesos mixtos
 - 060180 Procesos especiales
 - 060190 Varios
- 0610 Instalaciones de depuración
- 0620 Acometidas
 - 062001 Equipos electromecánicos
 - 062010 Conexiones externas
 - 062070 Procesos mixtos
 - 062080 Procesos especiales
 - 062090 Varios
- 0660 Pruebas de servicio
- 0670 Procesos mixtos
- 0680 Procesos especiales
- 0690 Varios

07 Estructuras

- 0701 Hormigón "in situ"
 - 070101 Muros
 - 070110 Pilares
 - 070120 Vigas
 - 070130 Pórticos
 - 070170 Procesos mixtos
 - 070180 Procesos especiales
 - 070190 Varios
- 0705 Prefabricados de hormigón
 - 070501 Muros
 - 070510 Pilares
 - 070520 Vigas
 - 070530 Pórticos
 - 070570 Procesos mixtos

	070580	Procesos especiales
	070590	Varios
0710	Acero	
	071001	Pilares
	071010	Vigas y cerchas planas
	071020	Pórticos
	071070	Procesos mixtos
	071080	Procesos especiales
	071090	Varios
0715	Madera	
	071501	Pilares
	071510	Vigas y cerchas planas
	071520	Pórticos
	071570	Procesos mixtos
	071580	Procesos especiales
	071590	Varios
0720	Fábrica	
	072001	Muros
	072010	Pilastras
	072020	Arquerías
	072030	Empalmados
	072070	Procesos mixtos
	072080	Procesos especiales
	072090	Varios
0725	Cantería	
	072501	Muros
	072510	Pilares y columnas
	072520	Arquerías
	072570	Procesos mixtos
	072580	Procesos especiales
	072590	Varios
0730	Entramados horizontales e inclinados	
	073001	Forjados unidireccionales de viguetas prefabricadas
	073005	Forjados de hormigón con encofrado continuo
	073010	Forjados de chapa
	073015	Forjados de pavés de vidrio
	073020	Forjados de placas
	073025	Losas
	073030	Membranas
	073035	Forjados de madera
	073070	Procesos mixtos
	073080	Procesos especiales
	073090	Varios
0735	Bóvedas y cúpulas	
	073501	Hormigón "in situ"
	073510	Hormigón proyectado
	073520	Prefabricados de hormigón
	073530	Fábrica
	073540	Cantería
	073570	Procesos mixtos
	073580	Procesos especiales
	073590	Varios

- 0740 Estructuras trianguladas espaciales
 - 074001 Acero
 - 074010 Madera
 - 074070 Procesos mixtos
 - 074080 Procesos especiales
 - 074090 Varios
- 0760 Controles técnicos
- 0770 Procesos mixtos
- 0780 Procesos especiales
- 0790 Varios

08 Cerramientos

- 0801 Andamiaje
 - 080101 Apoyado
 - 080110 Colgado
 - 080170 Procesos mixtos
 - 080180 Procesos especiales
 - 080190 Varios
- 0810 Hojas
 - 081001 Ladrillos
 - 081010 Bloques
 - 081020 Moldeados de vidrio
 - 081030 Cantería
 - 081040 Placas y paneles
 - 081050 Hormigón "in situ"
 - 081060 Tapial
 - 081070 Procesos mixtos
 - 081080 Procesos especiales
 - 081090 Varios
- 0820 Aislamientos e impermeabilizaciones
 - 082001 Espumas
 - 082010 Filtros
 - 082020 Láminas
 - 082030 Lanas
 - 082040 Morteros
 - 082050 Paneles
 - 082060 Pinturas
 - 082070 Procesos mixtos
 - 082080 Procesos especiales
 - 082090 Varios
- 0830 Revestimientos exteriores
 - 083001 Paredes discontinuas
 - 083010 Techos y paredes continuos
 - 083020 Techos discontinuos
 - 083030 Remates
 - 083040 Pinturas
 - 083070 Procesos mixtos
 - 083080 Procesos especiales
 - 083090 Varios
- 0840 Juntas de dilatación
- 0850 Controles técnicos
- 0860 Muros cortina
- 0870 Procesos mixtos

0880 Procesos especiales

0890 Varios

09 Cubiertas

0901 Horizontales

- 090101 Faldones
- 090110 Encuentros
- 090120 Cazoletas
- 090130 Juntas de dilatación
- 090160 Pruebas de servicio
- 090170 Procesos mixtos
- 090180 Procesos especiales
- 090190 Varios

0910 Inclınadas

- 091001 Aleros
- 091010 Limahoyas
- 091020 Faldones
- 091030 Limatesas y caballetes
- 091040 Canales
- 091050 Bordes libres
- 091060 Pruebas de servicio
- 091070 Procesos mixtos
- 091080 Procesos especiales
- 091090 Varios

0920 Curvas

0930 Acristaladas

- 093001 Ventanas
- 093010 Lucernarios
- 093020 Claraboyas
- 093030 Monteras
- 093070 Procesos mixtos
- 093080 Procesos especiales
- 093090 Varios

0940 Textiles

- 094001 Toldos
- 094070 Procesos mixtos
- 094080 Procesos especiales
- 094090 Varios

0970 Procesos mixtos

0980 Procesos especiales

0990 Varios

10 Paredes interiores

1001 Hojas

- 100101 Ladrillos
- 100110 Bloques
- 100120 Moldeados de vidrio
- 100130 Cantería
- 100140 Placas y paneles
- 100170 Procesos mixtos
- 100180 Procesos especiales
- 100190 Varios

1010 Aislamientos e impermeabilizaciones

- 101001 Espumas

- 101010 Filtros
- 101020 Láminas
- 101030 Lanas
- 101040 Morteros
- 101050 Paneles
- 101060 Pinturas
- 101070 Procesos mixtos
- 101080 Procesos especiales
- 101090 Varios
- 1020 Mamparas
 - 102001 Acero
 - 102010 Aluminio
 - 102020 Madera
 - 102030 Sintéticas
 - 102040 A hueso
 - 102070 Procesos mixtos
 - 102080 Procesos especiales
 - 102090 Varios
- 1060 Controles técnicos
- 1070 Procesos mixtos
- 1080 Procesos especiales
- 1090 Varios

11 Instalaciones de climatización

- 1101 Equipos individuales
 - 110101 Compactos
 - 110110 Partidos
 - 110170 Procesos mixtos
 - 110180 Procesos especiales
 - 110190 Varios
- 1110 Infraestructuras
 - 111001 Chimeneas
 - 111010 Climatizadores
 - 111020 Fancoils
 - 111030 Radiadores
 - 111040 Suelos radiantes
 - 111050 Sistemas de ventilación
 - 111070 Procesos mixtos
 - 111080 Procesos especiales
 - 111090 Varios
- 1120 Acabados
 - 112001 Chimeneas
 - 112010 Climatizadores
 - 112020 Fancoils
 - 112030 Radiadores
 - 112040 Suelos radiantes
 - 112050 Sistemas de ventilación
 - 112070 Procesos mixtos
 - 112080 Procesos especiales
 - 112090 Varios
- 1130 Equipos generadores
 - 113001 Bombas de calor
 - 113010 Calderas

- 113020 Equipos de refrigeración
- 113030 Equipos electromecánicos
- 113070 Procesos mixtos
- 113080 Procesos especiales
- 113090 Varios
- 1160 Pruebas de servicio
- 1170 Procesos mixtos
- 1180 Procesos especiales
- 1190 Varios

12 Instalaciones de electricidad

- 1201 Infraestructuras
 - 120101 Emplazamientos de contadores
 - 120105 Derivaciones individuales
 - 120110 Circuitos
 - 120115 Puntos de luz
 - 120120 Tomas de corriente
 - 120125 Derivaciones de tierra
 - 120130 Líneas generales de tierra
 - 120135 Redes enterradas de tierra
 - 120160 Pruebas de servicio
 - 120170 Procesos mixtos
 - 120180 Procesos especiales
 - 120190 Varios
- 1210 Acabados
 - 121001 Luminarias
 - 121010 Mecanismos
 - 121070 Procesos mixtos
 - 121080 Procesos especiales
 - 121090 Varios
- 1220 Transformadores
- 1230 Acometidas y equipos generadores
 - 123001 Líneas generales de alimentación
 - 123010 Cajas generales de protección
 - 123020 Conexiones externas
 - 123030 Equipos generadores
 - 123070 Procesos mixtos
 - 123080 Procesos especiales
 - 123090 Varios
- 1260 Pruebas de servicio
- 1270 Procesos mixtos
- 1280 Procesos especiales
- 1290 Varios

13 Instalaciones de fontanería

- 1301 Infraestructuras
 - 130101 Emplazamientos de contadores
 - 130110 Redes de agua fría
 - 130120 Redes de agua caliente
 - 130130 Desagües
 - 130160 Pruebas de servicio
 - 130170 Procesos mixtos
 - 130180 Procesos especiales
 - 130190 Varios

- 1310 Acabados
 - 131001 Aparatos sanitarios
 - 131010 Bocas de riego y aspersores
 - 131020 Fuentes
 - 131070 Procesos mixtos
 - 131080 Procesos especiales
 - 131090 Varios
- 1320 Equipos de tratamiento de aguas
- 1330 Acometidas y captaciones
 - 133001 Equipos electromecánicos
 - 133010 Líneas generales de alimentación
 - 133020 Llaves de registro
 - 133030 Conexiones externas
 - 133040 Depósitos
 - 133070 Procesos mixtos
 - 133080 Procesos especiales
 - 133090 Varios
- 1360 Pruebas de servicio
- 1370 Procesos mixtos
- 1380 Procesos especiales
- 1390 Varios

14 Instalaciones de gases y licuados

- 1401 Infraestructuras
 - 140101 Emplazamientos de contadores
 - 140110 Redes
 - 140160 Pruebas de servicio
 - 140170 Procesos mixtos
 - 140180 Procesos especiales
 - 140190 Varios
- 1410 Acabados
 - 141001 Tomas y griferías
 - 141070 Procesos mixtos
 - 141080 Procesos especiales
 - 141090 Varios
- 1420 Acometidas y depósitos
 - 142001 Conexiones externas
 - 142010 Depósitos
 - 142070 Procesos mixtos
 - 142080 Procesos especiales
 - 142090 Varios
- 1460 Pruebas de servicio
- 1470 Procesos mixtos
- 1480 Procesos especiales
- 1490 Varios

15 Instalaciones de protección contra incendios

- 1501 Detección y alarma
 - 150101 Infraestructuras
 - 150110 Acabados
 - 150120 Acometidas y centrales
 - 150170 Procesos mixtos
 - 150180 Procesos especiales
 - 150190 Varios

- 1510 Evacuación
 - 151001 Luminarias de emergencia
 - 151010 Señalizaciones
 - 151070 Procesos mixtos
 - 151080 Procesos especiales
 - 151090 Varios
- 1520 Extinción
 - 152001 Extintores
 - 152010 Infraestructuras
 - 152020 Acabados
 - 152030 Acometidas y depósitos
 - 152060 Pruebas de servicio
 - 152070 Procesos mixtos
 - 152080 Procesos especiales
 - 152090 Varios
- 1560 Pruebas de servicio
- 1570 Procesos mixtos
- 1580 Procesos especiales
- 1590 Varios

16 Instalaciones de control y seguridad

- 1601 Infraestructuras
 - 160101 Redes
 - 160160 Pruebas de servicio
 - 160170 Procesos mixtos
 - 160180 Procesos especiales
 - 160190 Varios
- 1610 Acabados
 - 161001 Cajas fuerte
 - 161010 Cerraduras eléctricas
 - 161020 Contactos magnéticos
 - 161030 Equipos controladores de acceso
 - 161040 Equipos de comunicación
 - 161050 Pulsadores, detectores, pilotos y alarmas
 - 161060 Señalizaciones
 - 161070 Procesos mixtos
 - 161080 Procesos especiales
 - 161090 Varios
- 1620 Acometidas y centrales
 - 162001 Centrales
 - 162010 Conexiones externas
 - 162070 Procesos mixtos
 - 162080 Procesos especiales
 - 162090 Varios
- 1660 Pruebas de servicio
- 1670 Procesos mixtos
- 1680 Procesos especiales
 - 168001 Pararrayos
 - 168090 Varios
- 1690 Varios

17 Instalaciones de telecomunicaciones

- 1701 Infraestructuras
 - 170101 Redes

- 170160 Pruebas de servicio
- 170170 Procesos mixtos
- 170180 Procesos especiales
- 170190 Varios
- 1710 Acabados
 - 171001 Mecanismos
 - 171010 Equipos de comunicación
 - 171070 Procesos mixtos
 - 171080 Procesos especiales
 - 171090 Varios
- 1720 Acometidas, antenas y equipos generadores
 - 172001 Derivadores, transformadores y amplificadores
 - 172010 Redes de enlace
 - 172020 Conexiones externas
 - 172030 Antenas
 - 172040 Equipos generadores
 - 172070 Procesos mixtos
 - 172080 Procesos especiales
 - 172090 Varios
- 1760 Pruebas de servicio
- 1770 Procesos mixtos
- 1780 Procesos especiales
- 1790 Varios

18 Instalaciones de transporte

- 1801 Ascensores
 - 180101 Infraestructuras
 - 180110 Acabados
 - 180160 Pruebas de servicio
 - 180170 Procesos mixtos
 - 180180 Procesos especiales
 - 180190 Varios
- 1810 Escaleras mecánicas
 - 181001 Infraestructuras
 - 181010 Acabados
 - 181060 Pruebas de servicio
 - 181070 Procesos mixtos
 - 181080 Procesos especiales
 - 181090 Varios
- 1820 Rampas y tapices móviles
 - 182001 Infraestructuras
 - 182010 Acabados
 - 182060 Pruebas de servicio
 - 182070 Procesos mixtos
 - 182080 Procesos especiales
 - 182090 Varios
- 1830 Sistemas neumáticos
 - 183001 Infraestructuras
 - 183010 Acabados
 - 183060 Pruebas de servicio
 - 183070 Procesos mixtos
 - 183080 Procesos especiales
 - 183090 Varios

- 1870 Procesos mixtos
- 1880 Procesos especiales
- 1890 Varios

19 Instalaciones solares

- 1901 Fotovoltaicas
 - 190101 Infraestructuras
 - 190110 Acometidas
 - 190160 Pruebas de servicio
 - 190170 Procesos mixtos
 - 190180 Procesos especiales
 - 190190 Varios
- 1910 Térmicas
 - 191001 Infraestructuras
 - 191010 Acabados
 - 191020 Acometidas
 - 191060 Pruebas de servicio
 - 191070 Procesos mixtos
 - 191080 Procesos especiales
 - 191090 Varios
- 1970 Procesos mixtos
- 1980 Procesos especiales
- 1990 Varios

20 Instalaciones de retirada de residuos

- 2001 Equipos individuales
 - 200101 Contenedores
 - 200170 Procesos mixtos
 - 200180 Procesos especiales
 - 200190 Varios
- 2010 Infraestructuras
 - 201001 Redes enterradas
 - 201010 Redes verticales
 - 201020 Redes colgadas
 - 201030 Pequeñas redes interiores
 - 201060 Pruebas de servicio
 - 201070 Procesos mixtos
 - 201080 Procesos especiales
 - 201090 Varios
- 2020 Equipos de tratamiento de residuos
- 2030 Acometidas
 - 203001 Equipos electromecánicos
 - 203010 Conexiones externas
 - 203070 Procesos mixtos
 - 203080 Procesos especiales
 - 203090 Varios
- 2060 Pruebas de servicio
- 2070 Procesos mixtos
- 2080 Procesos especiales
- 2090 Varios

21 Otras instalaciones

- 2101 Electrodomésticos
 - 210101 Cocinas
 - 210110 Frigoríficos

- 210120 Hornos
- 210130 Lavadoras
- 210140 Lavavajillas
- 210150 Microondas
- 210160 Secadoras
- 210170 Procesos mixtos
- 210180 Procesos especiales
- 210190 Varios
- 2160 Instalaciones inteligentes
- 2170 Procesos mixtos
- 2180 Procesos especiales
- 2190 Varios

22 Carpinterías

- 2201 Acero
 - 220101 Puertas
 - 220110 Ventanas
 - 220120 Frentes fijos
 - 220130 Armarios
 - 220140 Elementos de protección
 - 220170 Procesos mixtos
 - 220180 Procesos especiales
 - 220190 Varios
- 2210 Aluminio
 - 221001 Puertas
 - 221010 Ventanas
 - 221020 Frentes fijos
 - 221030 Armarios
 - 221040 Elementos de protección
 - 221070 Procesos mixtos
 - 221080 Procesos especiales
 - 221090 Varios
- 2220 Madera
 - 222001 Puertas
 - 222010 Ventanas
 - 222020 Frentes fijos
 - 222030 Armarios
 - 222040 Elementos de protección
 - 222070 Procesos mixtos
 - 222080 Procesos especiales
 - 222090 Varios
- 2230 Sintéticos
 - 223001 Puertas
 - 223010 Ventanas
 - 223020 Frentes fijos
 - 223030 Armarios
 - 223040 Elementos de protección
 - 223070 Procesos mixtos
 - 223080 Procesos especiales
 - 223090 Varios
- 2240 Vidrios y elaborados sintéticos
 - 224001 Puertas
 - 224010 Ventanas

- 224020 Frentes fijos
- 224030 Armarios
- 224040 Elementos de protección
- 224070 Procesos mixtos
- 224080 Procesos especiales
- 224090 Varios
- 2260 Controles técnicos
- 2270 Procesos mixtos
- 2280 Procesos especiales
- 2290 Varios

23 Revestimientos

- 2301 Paredes discontinuas
 - 230101 Aplacados
 - 230110 Revestimientos ligeros
 - 230170 Procesos mixtos
 - 230180 Procesos especiales
 - 230190 Varios
- 2310 Techos y paredes continuos
 - 231001 Guarnecidos y enfoscados
 - 231010 Enlucidos
 - 231020 Estucos
 - 231030 Revocos
 - 231070 Procesos mixtos
 - 231080 Procesos especiales
 - 231090 Varios
- 2320 Techos discontinuos
 - 232001 Acero
 - 232010 Aleaciones ligeras
 - 232020 Cartón-yeso
 - 232030 Escayolas
 - 232040 Fibras
 - 232050 Madera
 - 232060 Sintéticos
 - 232070 Procesos mixtos
 - 232080 Procesos especiales
 - 232090 Varios
- 2330 Suelos
 - 233001 Solados
 - 233010 Suelos elevados
 - 233020 Pavimentos
 - 233030 Peldaños
 - 233040 Rodapiés y zanquines
 - 233070 Procesos mixtos
 - 233080 Procesos especiales
 - 233090 Varios
- 2340 Pinturas
 - 234001 Paredes y techos interiores
 - 234010 Carpinterías
 - 234020 Repasos
 - 234070 Procesos mixtos
 - 234080 Procesos especiales
 - 234090 Varios

- 2350 Empapelados y entelados
 - 235001 Empapelados
 - 235010 Entelados
 - 235070 Procesos mixtos
 - 235080 Procesos especiales
 - 235090 Varios
- 2360 Controles técnicos
- 2370 Procesos mixtos
- 2380 Procesos especiales
- 2390 Varios

24 Amueblamientos

- 2401 Comerciales
- 2405 Culturales
- 2410 Deportivos
- 2415 Educativos
- 2420 Garajes
- 2425 Hosteleros
- 2430 Industriales
- 2435 Oficinas
 - 243501 Baños
 - 243505 Cocinas
 - 243510 Salas
 - 243515 Ventiladores y calentadores
 - 243520 Lámparas
 - 243525 Fuentes
 - 243530 Cajas fuerte
 - 243535 Equipos de comunicación personales
 - 243540 Papeleras
 - 243545 Máquinas expendedoras
 - 243570 Procesos mixtos
 - 243580 Procesos especiales
 - 243590 Varios
- 2440 Residenciales
- 2445 Sanitarios
- 2450 Viviendas
 - 245001 Baños
 - 245005 Cocinas
 - 245010 Dormitorios
 - 245015 Salas
 - 245020 Zonas comunes
 - 245025 Ventiladores y calentadores
 - 245030 Lámparas
 - 245035 Cajas fuerte
 - 245040 Equipos de comunicación personales
 - 245045 Papeleras
 - 245070 Procesos mixtos
 - 245080 Procesos especiales
 - 245090 Varios
- 2470 Procesos mixtos
- 2480 Procesos especiales
- 2490 Varios

25 Trabajos exteriores

- 2501 Cerramientos
 - 250101 Ladrillos
 - 250110 Bloques
 - 250120 Moldeados de vidrio
 - 250130 Cantería
 - 250140 Placas y paneles
 - 250150 Hormigón "in situ"
 - 250160 Tapial
 - 250170 Procesos mixtos
 - 250180 Procesos especiales
 - 250190 Varios
- 2505 Construcciones complementarias
 - 250501 Acondicionamiento de locales
 - 250510 Casetas prefabricadas
 - 250520 Nuevas construcciones
 - 250570 Procesos mixtos
 - 250580 Procesos especiales
 - 250590 Varios
- 2510 Alcantarillados
 - 251001 Infraestructuras
 - 251010 Instalaciones de depuración
 - 251020 Acometidas
 - 251060 Pruebas de servicio
 - 251070 Procesos mixtos
 - 251080 Procesos especiales
 - 251090 Varios
- 2511 Instalaciones de electricidad
 - 251101 Infraestructuras
 - 251110 Transformadores
 - 251120 Acometidas y equipos generadores
 - 251160 Pruebas de servicio
 - 251170 Procesos mixtos
 - 251180 Procesos especiales
 - 251190 Varios
- 2512 Instalaciones de abastecimiento de agua
 - 251201 Infraestructuras
 - 251210 Equipos de tratamiento de aguas
 - 251220 Acometidas y captaciones
 - 251260 Pruebas de servicio
 - 251270 Procesos mixtos
 - 251280 Procesos especiales
 - 251290 Varios
- 2513 Instalaciones de gases y licuados
 - 251301 Infraestructuras
 - 251310 Acometidas y depósitos
 - 251360 Pruebas de servicio
 - 251370 Procesos mixtos
 - 251380 Procesos especiales
 - 251390 Varios
- 2514 Instalaciones de protección contra incendios
 - 251401 Detección y alarma
 - 251410 Evacuación

- 251420 Extinción
- 251460 Pruebas de servicio
- 251470 Procesos mixtos
- 251480 Procesos especiales
- 251490 Varios
- 2515 Instalaciones de control y seguridad
 - 251501 Infraestructuras
 - 251510 Acometidas y centrales
 - 251560 Pruebas de servicio
 - 251570 Procesos mixtos
 - 251580 Procesos especiales
 - 251590 Varios
- 2516 Instalaciones de telecomunicaciones
 - 251601 Infraestructuras
 - 251610 Acometidas, antenas y equipos generadores
 - 251660 Pruebas de servicio
 - 251670 Procesos mixtos
 - 251680 Procesos especiales
 - 251690 Varios
- 2517 Instalaciones solares
 - 251701 Fotovoltaicas
 - 251710 Térmicas
 - 251770 Procesos mixtos
 - 251780 Procesos especiales
 - 251790 Varios
- 2518 Instalaciones de retirada de residuos
 - 251801 Equipos individuales
 - 251810 Infraestructuras
 - 251820 Equipos de tratamiento de residuos
 - 251830 Acometidas
 - 251860 Pruebas de servicio
 - 251870 Procesos mixtos
 - 251880 Procesos especiales
 - 251890 Varios
- 2520 Otras instalaciones
 - 252001 Agotamientos
 - 252010 Instalaciones de climatización
 - 252020 Instalaciones de transporte
 - 252060 Instalaciones inteligentes
 - 252070 Procesos mixtos
 - 252080 Procesos especiales
 - 252090 Varios
- 2525 Carpinterías
 - 252501 Acero
 - 252510 Aluminio
 - 252520 Madera
 - 252530 Sintéticos
 - 252540 Vidrios y elaborados sintéticos
 - 252570 Procesos mixtos
 - 252580 Procesos especiales
 - 252590 Varios
- 2530 Revestimientos

- 253001 Solados
- 253005 Suelos elevados
- 253010 Pavimentos
- 253015 Firmes
- 253020 Peldaños
- 253025 Bordillos y encintados
- 253050 Pavimentos deportivos
- 253060 Controles técnicos
- 253070 Procesos mixtos
- 253080 Procesos especiales
- 253090 Varios
- 2535 Amueblamientos
 - 253501 Muebles de jardín
 - 253510 Mobiliario urbano
 - 253570 Procesos mixtos
 - 253580 Procesos especiales
 - 253590 Varios
- 2540 Jardinerías
 - 254001 Árboles y arbustos
 - 254010 Cortinas verdes
 - 254020 Plantas
 - 254030 Setos
 - 254040 Tapizantes
 - 254070 Procesos mixtos
 - 254080 Procesos especiales
 - 254090 Varios
- 2560 Controles técnicos
- 2570 Procesos mixtos
- 2580 Procesos especiales
- 2590 Varios

26 Terminaciones

- 2601 Juntas de dilatación interiores
 - 260101 Sellados
 - 260160 Controles técnicos
 - 260170 Procesos mixtos
 - 260180 Procesos especiales
 - 260190 Varios
- 2610 Señalizaciones
 - 261001 Apoyadas
 - 261010 Colgadas
 - 261020 "In situ"
 - 261030 Lineales
 - 261040 Luminosas
 - 261050 Señalética
 - 261060 Controles técnicos
 - 261070 Procesos mixtos
 - 261080 Procesos especiales
 - 261090 Varios
- 2620 Decoraciones
 - 262001 Alfombras
 - 262010 Animalarios
 - 262020 Cortinas

262030	Cuadros
262040	Esculturas y relieves
262050	Macetas y jardineras
262060	Tapices
262070	Procesos mixtos
262080	Procesos especiales
262090	Varios
2670	Procesos mixtos
2680	Procesos especiales
2690	Varios

27 Retiradas

2701	Recursos
270110	Recursos materiales
270120	Maquinaria
270130	Recursos auxiliares
270140	Agua y recursos energéticos
270150	Recursos económicos
270160	Subcontratas
270170	Procesos mixtos
270180	Procesos especiales
270190	Varios
2710	Residuos
271001	Aislamientos
271010	Hormigones, materiales pétreos y cerámicos
271020	Maderas, papeles, cartones, sintéticos y vidrios
271030	Metales y aleaciones
271040	Productos alquitranados
271050	Tierras
271070	Procesos mixtos
271080	Procesos especiales
271090	Varios
2760	Restos arqueológicos
276001	Bienes muebles
276010	Columnas y pilares
276020	Muros
276030	Pavimentos
276070	Procesos mixtos
276080	Procesos especiales
276090	Varios
2770	Procesos mixtos
2780	Procesos especiales
2790	Varios

28 Actuaciones finales

2801	Controles técnicos
280101	Cimentaciones y estructuras
280110	Cerramientos
280120	Cubiertas
280130	Redes de instalaciones
280140	Interiores
280150	Exteriores
280160	Integrales
280170	Procesos mixtos

	280180	Procesos especiales
	280190	Varios
2810		Limpiezas
	281001	Cerramientos
	281010	Cubiertas
	281020	Redes de instalaciones
	281040	Interiores
	281050	Exteriores
	281060	Integrales
	281070	Procesos mixtos
	281080	Procesos especiales
	281090	Varios
2820		Mantenimiento
	282001	Cerramientos
	282010	Cubiertas
	282020	Redes de instalaciones
	282040	Interiores
	282050	Exteriores
	282060	Integral
	282070	Procesos mixtos
	282080	Procesos especiales
	282090	Varios
2830		Recuperaciones
	283001	Cimentaciones y estructuras
	283010	Cerramientos
	283020	Cubiertas
	283030	Redes de instalaciones
	283040	Interiores
	283050	Exteriores
	283060	Integrales
	283070	Procesos mixtos
	283080	Procesos especiales
	283090	Varios
2860		Documentación
	286001	Actas
	286010	Dictámenes
	286020	Estudios
	286030	Informes
	286040	Planes
	286050	Proyectos
	286070	Procesos mixtos
	286080	Procesos especiales
	286090	Varios
2870		Procesos mixtos
2880		Procesos especiales
2890		Varios

70 Procesos mixtos

80 Procesos especiales

90 Varios

Tabla 7. Clasificación sistemática de procesos de ejecución

En función de la planificación, organización y programación simulada para cada obra se perfilará la configuración de cada sistema obra de edificación, conformando sus procesos integrantes sus correspondientes mapas de procesos.

El sistema de clasificación propuesto estructura de forma ordenada y lógica la configuración de dichos mapas de procesos, si bien corresponde a los propios presupuestadores darles su forma definitiva. De este modo, la ubicación de un proceso dentro de la estructura propuesta no es única, siendo competencia exclusiva del presupuestador, en calidad de experto en la materia, la elección de su emplazamiento idóneo y la clara delimitación de sus fronteras con los restantes procesos atendiendo a sus características específicas.

De todo lo anterior se deduce que la nueva clasificación sistemática constituye una herramienta versátil y de fácil manejo, capaz de dar soluciones a medida a cada obra, a disposición del presupuestador, cuyo objetivo principal es permitir la armonización de los presupuestos redactados en base al nuevo modelo por procesos propuesto.

En resumidas cuentas, el sistema de clasificación propuesto pretende ser una herramienta útil para los presupuestadores y, por extensión, para el conjunto de los agentes del sector; una herramienta capaz de estructurar mapas de procesos estandarizados para obras de nueva planta portadores de gran cantidad de información, que sean fácilmente interpretables por los distintos agentes de la edificación. Del grado de aceptación y consenso que alcance entre sus agentes destinatarios dependerá la magnitud de su éxito.

Análisis del modelo:

1. Análisis individual: ventajas vs. inconvenientes

Tras la caracterización y experimentación¹⁴⁶ del modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos, así como de su correspondiente sistema de clasificación para obras de nueva planta, nos disponemos a analizar sus principales ventajas e inconvenientes.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presupuestos integrales, a medida, detallados y transparentes ▪ Operaciones sencillas y repetitivas ▪ Herramientas complementarias <ul style="list-style-type: none"> → clasificación sistemática para obra nueva → programas informáticos (futuros) ▪ Gran cantidad de información de salida <ul style="list-style-type: none"> → económica, s/ sistema productivo ▪ Posible optimización (búsqueda excelencia) ▪ Vocación universal (s,t) ▪ Convergencia mercados: $\Delta \uparrow$ competitividad, deseo de mejora, apuesta por la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconocimiento perfil agente constructor (presupuesto proyecto) ▪ Desarrollo laborioso <ul style="list-style-type: none"> → entrada y manejo de mucha información ▪ Arraigada tradición presupuestaria <ul style="list-style-type: none"> → consolidado modelo de unidades de obra ▪ Esfuerzo adicional agentes edificación <ul style="list-style-type: none"> → formación, aceptación, aplicación → posible rechazo ante los cambios ▪ Marco legal nacional vigente <ul style="list-style-type: none"> → obras promovidas por la Administración → incompatible, rígido

Tabla 8. Ventajas e inconvenientes del modelo por procesos

A continuación vamos a estudiar detenidamente cada uno de estos aspectos.

Ventajas

El modelo de presupuestación por procesos permite redactar presupuestos *a medida* para cada obra de edificación con un *elevado grado de definición*¹⁴⁷, proporcionando estimaciones de los costes esperados de su ejecución fieles a la configuración de su sistema productivo, derivado de su correspondiente planificación, organización y programación (POP). Se trata pues de un modelo flexible y dinámico que permite dar una adecuada respuesta a las cambiantes necesidades y requerimientos de las infinitas obras de edificación posibles, presentes y futuras.

Otra de las ventajas del nuevo modelo es su capacidad de generar presupuestos *transparentes* en los que la procedencia de todos los costes esperados queda claramente identificada gracias a su forma de imputación directa y la incorporación de su signo (\pm). Esta transparencia facilita el desarrollo de eficientes mecanismos de regulación y control de costes, que garantizan fehacientemente la consideración en el presupuesto de todos los costes, sin repeticiones ni omisiones, así como su sobrada justificación.

¹⁴⁶ Desarrollada en el segundo tomo de la presente tesis doctoral.

¹⁴⁷ Compete al presupuestador elegir el nivel de detalle que estime conveniente en cada caso.

Por otra parte, los presupuestos por procesos ofrecen una *visión integral* y veraz del sistema, permitiendo la identificación, delimitación y caracterización de todos sus procesos componentes y proporcionando a los agentes de la edificación *gran cantidad de información* sobre el funcionamiento de la obra, más allá de la estrictamente económica, lo cual les sitúa en una posición privilegiada a la hora de tomar decisiones. Asimismo, la integración en *un único documento* de todos los aspectos inherentes a la producción de las obras, tales como la gestión de la seguridad, de los residuos de construcción y demolición generados (RCD) y del control de calidad, entre otros, garantiza la eficiencia del mismo y su cumplimiento de las leyes básicas de la presupuestación.

Los mecanismos de funcionamiento del modelo son *sencillos y repetitivos*, facilitando su conocimiento y manejo por parte de los usuarios. Esta característica refuerza la utilidad del modelo y confiere viabilidad a su futura implantación en el tejido productivo como herramienta para la redacción de presupuestos al alcance de todos los agentes del sector.

En relación con las herramientas complementarias del modelo cabe destacar el *sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta* gestado en la presente tesis doctoral, el cual permite la redacción de presupuestos por procesos legibles por todos los agentes de la edificación. Además, el vertiginoso *avance de la informática* garantiza la viabilidad del desarrollo de herramientas informáticas específicas, capaces de incrementar la operatividad del modelo por procesos, a partir de líneas de investigación derivadas.

Adicionalmente, el nuevo modelo ofrece a los presupuestadores la posibilidad de *optimizar* sus presupuestos, dotándoles de valiosa información sobre las alternativas de planificación, organización y programación de las obras existentes y su consiguiente repercusión económica.

Por otra parte, cabe destacar que la configuración inicial del modelo, susceptible de ser revisada y actualizada con el paso del tiempo para adaptarse a nuevas exigencias del sector, incorpora las bases de su *posible desarrollo*, dotándole de capacidad de adaptación y convirtiéndole en un modelo con gran proyección de futuro a nivel nacional e internacional.

Finalmente, la sociedad actual, en general, y el sector construcción, en particular, experimentan una *creciente demanda de calidad* en sus productos y servicios. Esta demanda de calidad, protagonizada por todos sus agentes, ha llegado a convertirse en una exigencia derivada del incremento de la competencia resultante de la progresiva convergencia de los mercados¹⁴⁸. El modelo por procesos quiere dar una respuesta comprometida a esta demanda ofreciendo a los agentes de la edificación una herramienta que enriquezca el repertorio de herramientas de presupuestación disponible en la actualidad, contribuyendo a incrementar su diversidad y calidad.

Inconvenientes

Una de las limitaciones intrínsecas del modelo es la necesidad por parte del presupuestador de *conocer el perfil del agente constructor* responsable de la ejecución de las obras. La falta de información al respecto, si bien puede suplirse mediante el establecimiento de hipótesis complementarias que lo configuren, dificulta el desarrollo de una planificación, organización y programación de las obras con visos de realidad, restando eficiencia y veracidad a la estimación de costes esperados proporcionada.

- Por este motivo, la aplicación más inmediata del nuevo modelo de presupuestación se produce en la fase de contratación de obras, tanto para la redacción de ofertas por parte de las empresas constructoras como de presupuestos de adjudicación.

¹⁴⁸ La convergencia de los mercados y la consiguiente desaparición de sus fronteras es una de las múltiples consecuencias de la globalización.

- Asimismo, el modelo será más eficiente en la redacción de presupuestos en fase de proyecto cuando se conozca el perfil del agente constructor¹⁴⁹.

Otro inconveniente que presenta el modelo por procesos es la *laboriosidad*, que no complicación, que requiere su desarrollo, dado el elevado nivel de detalle que le es exigido. De este modo, su aplicación exige a los presupuestadores un gran trabajo de caracterización del sistema obra de edificación, así como de desarrollo analítico de sus operaciones de cálculo, las cuales, aun siendo sencillas y repetitivas, son, inexorablemente, numerosas.

- Conscientes de esta dificultad y de su capacidad de merma en el uso del modelo, proponemos como línea de investigación derivada la elaboración de herramientas informáticas específicas y la creación de bancos de costes de suministro permanentemente actualizados que aumenten la operatividad del modelo.

Por otra parte, la *tradicición* es otro de los obstáculos que debe vencer el nuevo modelo si quiere culminar su andadura siendo de aplicación en la presupuestación de obras del sector construcción nacional. Su gran competidor es el modelo de presupuestación basado en las unidades de obra dado su gran arraigo en la práctica profesional de nuestro país. Se trata de un modelo conocido por todos, que cuenta con innumerables herramientas complementarias¹⁵⁰ que facilitan su manejo y, lo que es más importante, con el respaldo legal¹⁵¹.

- Para que los presupuestadores afronten el esfuerzo de emplear nuevas herramientas, es imprescindible ofrecerles un producto de máxima eficiencia que les aporte nuevas e interesantes prestaciones y utilidades en relación con los ya existentes. Una vez conseguido este nuevo producto, el modelo por procesos, nuestro reto es hacerlo llegar a sus futuros destinatarios y conseguir que les convenza y merezca la pena probarlo.

A todo lo anterior, hay que añadir el *esfuerzo adicional de formación* en el conocimiento y manejo del nuevo modelo que han de realizar los presupuestadores dispuestos a aplicarlo.

- Para superar este sobreesfuerzo sería necesario abordar un ambicioso e intensivo plan de formación en el modelo por procesos, tanto a nivel de centros universitarios como de colegios profesionales, con la decidida y activa colaboración de todos los agentes de la edificación implicados.
- Asimismo, el *rechazo ante los cambios* y la *inercia* propios de los agentes de la edificación son dos amenazas a las que el modelo por procesos debe hacer frente si quiere lograr hacerse un hueco en el cerrado mercado nacional de modelos de presupuestación. Para que su implantación como herramienta alternativa para la presupuestación de obras sea una realidad es imprescindible la colaboración activa de todos sus agentes destinatarios, requiriéndoles un triple esfuerzo de recepción, asimilación y aplicación. En primer lugar, los agentes del sector han de mostrarse dispuestos a recibir información sobre el nuevo modelo, a participar en sus correspondientes programas de formación y, finalmente, a innovar poniéndolo en práctica en su trabajo profesional.

¹⁴⁹ Por ejemplo, en los concursos de proyectos en los que concurren conjuntamente el equipo técnico y el constructor.

¹⁵⁰ Además, la explotación comercial de estas herramientas, tales como programas informáticos, conlleva la existencia de grandes intereses empresariales, poco o nada dispuestos a compartir su cuota de mercado.

¹⁵¹ Como hemos comentado en varias ocasiones, la LCAP estipula la obligatoriedad del empleo de este modelo en la presupuestación de las obras promovidas por la Administración Pública. Este tipo de obras, dado su gran volumen de negocio, marca la pauta del comportamiento en las obras de promoción privada.

Finalmente, otro de los grandes escollos que ha de salvar el modelo propuesto es la configuración del actual *marco legislativo para obras promovidas por las Administraciones Públicas*, ya que sus planteamientos difieren de lo estipulado por el texto refundido de la Ley de contratos de las Administraciones Públicas (RD 2/2000) y su reglamento.

- La LCAP vincula la redacción de los presupuestos de las obras de edificación de promoción pública al modelo de unidades de obra, limitando el campo de aplicación del modelo por procesos a la redacción de presupuestos de obras de promoción privada y de presupuestos internos de apoyo a la confección de ofertas de empresas constructoras concurrentes en procesos de licitación públicos.
- Por este motivo, para que el modelo pudiera implantarse en las obras de promoción pública sería necesaria la modificación del actual contexto legislativo, concretamente, la derogación total o parcial de la LCAP, así como la aprobación de nuevas normativas, flexibles e innovadoras, capaces de dar una respuesta rápida y eficaz a las nuevas demandas de la sociedad. La *rigidez*¹⁵² que caracteriza nuestro *marco legislativo* dificulta esta premisa.

En resumen, los inconvenientes planteados suponen limitaciones a la aplicación del modelo impuestas en algunos casos por su propia definición, como ocurre con el desconocimiento del perfil del agente constructor que contradice su objetivo de proporcionar una estimación detallada y real de los costes esperados, y en otros por circunstancias externas.

- Los límites internos del modelo son parte inherente al mismo y, como tal, han de ser conocidos por los presupuestadores para poder discernir la idoneidad de su aplicación en cada obra según sus requerimientos específicos.
- Por otra parte, superar las limitaciones exteriores es posible y para ello proponemos el desarrollo de líneas de investigación derivadas encaminadas a la elaboración de programas informáticos y herramientas complementarias que incrementen la eficiencia del modelo de cara a su manejo por parte de sus usuarios, así como de planes de formación, revisión y transferencia del nuevo modelo por procesos en el tejido productivo que aborden, incluso, la reforma y modernización del actual marco legal. Dada la gran ambición de estas propuestas es obvio que su grado de viabilidad dependerá del respaldo que reciban por parte de los agentes del sector.

¹⁵² Esta rigidez manifiesta la inercia a los cambios comentada anteriormente, en este caso concreto correspondiente al agente Administración Pública.

2. Análisis comparativo¹⁵³: modelo unidades de obra vs. procesos

El modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos pretende incrementar y mejorar la oferta de modelos existente, poniendo a disposición de los presupuestadores un amplio abanico de herramientas con distintos enfoques que le permitan dar una respuesta eficaz a las necesidades particulares de cada caso.

Todos los modelos de presupuestación comparten un objetivo común por su propia definición, el de proporcionar la estimación de los costes esperados de las obras de ejecución proyectadas. A partir de este objetivo genérico cada modelo proporciona una respuesta distinta a la presupuestación de obras, ofreciendo prestaciones específicas que lo diferencian del resto. De este modo, es fundamental que los presupuestadores conozcan en profundidad las características de los diferentes modelos de presupuestación disponibles para poder elegir acertadamente el modelo más adecuado en cada ocasión en función de los requerimientos que le sean exigidos.

Por este motivo, queremos delimitar con claridad las características y utilidad de cada uno de los modelos de presupuestación disponibles en el mercado español, incorporando al mismo el modelo de presupuestación por procesos que proponemos. Asimismo, este análisis nos permitirá subrayar la necesidad de agregar el nuevo modelo a la oferta existente para cubrir ciertas carencias que presenta en la actualidad.

En el sector construcción nacional, partiendo de la hipótesis de que el nuevo modelo propuesto estuviera totalmente implantado en el mismo, podemos distinguir tres grandes tipos de modelos de presupuestación:

- **Modelos de predimensionado**
- **Modelo de unidades de obra**
- **Modelo por procesos.**

En la siguiente figura observamos como cada uno de estos modelos permite generar presupuestos con un diferente grado de detalle, exigiendo la inversión de una determinada cantidad de tiempo en su desarrollo. La armoniosa convivencia de todos estos modelos en el sector cubre todo el gradiente de necesidades que se le pueden presentar a los presupuestadores, poniendo a su alcance las herramientas adecuadas para su satisfacción.

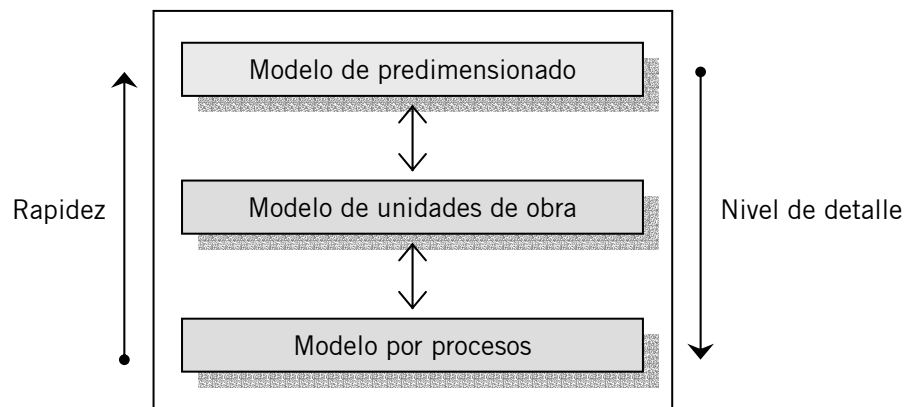


Figura 24. Modelos de presupuestación de obras

¹⁵³ Somero análisis de las principales características del modelo por procesos en comparación a las de otros modelos, fundamentalmente las del modelo de unidades de obra.

Así, en fases preliminares del sistema obra de edificación que requieran rápidas estimaciones de costes puede ser suficiente el uso de modelos de predimensionado, mientras que en la redacción de ofertas por parte de las empresas constructoras resulta más conveniente el empleo del modelo de presupuestación por procesos dada la necesidad de las mismas de conocer de antemano con gran definición los costes derivados de la ejecución de las obras para poder actuar en consonancia.

De todos ellos, el más arraigado y extendido en la práctica profesional en nuestro país a día de hoy es el modelo de presupuestación basado en las unidades de obra. Dada su condición de supremacía, vamos a centrarnos en caracterizar sus similitudes y diferencias con el modelo por procesos.

La siguiente tabla muestra un estudio comparado de las distintas características de uno y otro modelo.

Características	Modelos de presupuestación de obras	
	Modelo de unidades de obra	Modelo por procesos
Referencia	Unidad de obra	Proceso productivo
Objetivo	Estimación detallada con hipótesis simplificadoras	Estimación detallada con posibilidad de ser optimizada
Concepción obra	Múltiples productos	Un único producto (sistema)
Tratamiento obra	Segregado	Integral y transparente
Clases de costes	CDE y CIE	CDE
Tipo de presupuesto	Estandarizado	A medida
Aplicación principal	Fases de proyecto, contratación y ejecución de las obras	Fases de contratación y ejecución de las obras
Estado	Muy arraigado en el sector	Proyecto de I+D+i
Herramientas complement.	Numerosas (desarrolladas)	Aún escasas (por desarrollar)

Tabla 9. Cuadro comparativo: modelo de unidades de obra vs. modelo por procesos

A continuación, vamos a proceder a su análisis e interpretación pormenorizados.

La primera gran diferencia entre ambos modelos la encontramos en el *elemento de referencia* en torno al cual se estructuran los mismos.

- Mientras que el paradigma del modelo de unidades de obra¹⁵⁴, como su propio nombre indica, es la unidad de obra, en el modelo por procesos es el proceso productivo. La unidad de obra es la parte más pequeña en la que puede ser dividida la obra de edificación entendida bajo una concepción estática, mientras que el proceso productivo representa a

¹⁵⁴ Entidad estática de carácter estadístico, cargada de hipótesis complementarias, que representa a un conjunto de elementos constructivos mucho más amplio.

cada uno de los elementos componentes del sistema obra de edificación concebido dinámicamente en relación a sus actividades y de una manera integral.

Otra diferencia fundamental entre ambos modelos es la matización de su *objetivo*.

- Mientras el modelo de unidades de obra proporciona una estimación de costes de grado de detalle medio que incorpora hipótesis simplificadoras, el modelo por procesos genera presupuestos de un elevado nivel de detalle, ofreciendo al presupuestador la utilidad adicional de su optimización.

Todo lo anterior deriva de distintas *concepciones de la obra de edificación*.

- El modelo de unidades de obra la concibe como una multitud de productos. Por su parte, el modelo por procesos reivindica la unicidad de la obra de edificación en base a las características reales de su sistema productivo, propio de la construcción de un gran equipo por etapas. En esta reflexión profundiza magistralmente el Profesor Dr. D. Enrique Carvajal Salinas en su obra “Uniproducto o multiproducto¹⁵⁵”.

Asimismo, esta diferente concepción de la obra de edificación conduce a distintos *tratamientos presupuestarios* de la misma.

- El modelo de unidades de obra estudia de forma segregada y, en numerosas ocasiones, incompleta la estimación de sus costes esperados, contemplando de forma independiente la seguridad, bien en presupuesto aparte o bien dentro del montante de costes indirectos; segregación que incorpora un cierto grado de confusión a los presupuestos de unidades de obra, acrecentando el riesgo de que se omitan o dupliquen costes en los mismos. En cambio, el modelo por procesos ofrece un tratamiento integral y transparente de la totalidad de los costes esperados de la ejecución de las obras en un único presupuesto, incorporando expresamente los costes derivados de la gestión del centro de producción, de la seguridad, de los residuos de construcción y demolición generados y del control de la calidad.

El tipo de tratamiento dispensado a los costes se refleja, a su vez, en las *clases de costes endógenos* contemplados en cada uno de los modelos objeto de nuestro estudio.

- Así, en el modelo de unidades de obra los costes se imputan por dos vías, la vía directa y la vía indirecta, generalmente con signo positivo, dando lugar a dos grandes clases de costes, los costes directos de ejecución (CDE) y los costes indirectos de ejecución (CIE¹⁵⁶). En cambio, en el modelo por procesos todos los costes se imputan por vía directa, con signo positivo (+) o negativo (-) en función de que impliquen un gasto o un ingreso para el agente constructor.

Todo lo anterior se traduce en la obtención de dos *tipos de presupuestos* claramente diferenciados.

- Por un lado, el modelo de unidades de obra genera presupuestos estandarizados, mientras que el modelo por procesos permite la redacción de presupuestos a medida, capaces de dar una respuesta personalizada a las necesidades propias de cada caso.

¹⁵⁵ Véase el capítulo *Bibliografía*.

¹⁵⁶ En numerosas ocasiones, se imputan por vía indirecta costes de carácter fijo que no son directamente proporcionales al volumen de producción de la obra, ocasionando este hecho una contradicción conceptual en los mismos.

Todas las características comentadas aconsejan la *aplicación* de cada modelo en circunstancias específicas acordes a las prestaciones que ofrecen.

- El modelo de unidades de obra es de aplicación en las fases de proyecto, contratación y ejecución de la edificación, tanto de promoción pública como privada.
- Por el contrario, el uso del modelo por procesos es más adecuado en las fases de contratación y ejecución de las obras, pudiendo emplearse en la redacción de presupuestos en fase de proyecto siempre que en la misma se tenga conocimiento del perfil de agente constructor. En la actualidad, el marco legal vigente en España restringe las posibilidades de aplicación del modelo por procesos a la presupuestación de obras de promoción privada y a la redacción de presupuestos internos de apoyo a la confección de ofertas por parte de las empresas constructoras, al impedir la LCAP su empleo en la redacción de los presupuestos en los proyectos de las obras de promoción pública.

El modelo de unidades de obras se sitúa en una cómoda posición de ventaja en relación al modelo por procesos dado su gran nivel de *arraigo* y consolidación en el sector construcción nacional, el cual se remonta a los años 50 del siglo pasado, fecha en la que se promulgó la primera Ley de Contratos del Estado (LCE) precursora de la actual Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (LCAP).

- Ya en este primer texto se estipulaba el empleo de este modelo en la presupuestación de las obras de promoción pública, favoreciendo enormemente su implantación y consolidación, relegando a un lejano segundo plano otras alternativas, dada la magnitud del peso de la obra de promoción pública en el conjunto del volumen de negocio del sector.
- Por el contrario, el modelo por procesos procede del ámbito de la investigación, concretamente del entorno universitario, acabando de iniciar su plan de transferencia al tejido productivo. El desconocimiento del mismo, el riesgo a su rechazo por parte de los agentes del sector y su colisión con el marco legal vigente son las principales amenazas a las que debe hacer frente en el futuro si quiere llegar a hacerse un hueco en este difícil mercado. En el otro lado de la balanza se encuentra su elevado potencial de crecimiento basado en la aplicación del ciclo de mejora continua a su investigación base. Así, el modelo por procesos se presenta como una herramienta en permanente evolución y perfeccionamiento, capaz de dar respuestas a las necesidades presentes y futuras de los presupuestadores. Un modelo capaz de adaptarse e, incluso, anticiparse a los cambios que se puedan producir en el sector.

La dilatada y favorable trayectoria del modelo de unidades de obra le ha permitido dotarse de infinidad de *herramientas* que lo complementan y dotan de operatividad tales como programas informáticos, sistemas de clasificación y bancos de precios. En cambio, el modelo por procesos al ser un modelo de reciente creación tiene aún pendiente el desarrollo de herramientas complementarias¹⁵⁷ que incrementen su eficiencia.

- En este trabajo, hemos planteado el desarrollo de estas herramientas como posibles proyectos de I+D+i derivados de la presente tesis doctoral. La metodología de trabajo de este proyecto de investigación basada en el ciclo de mejora continua le confiere un elevado potencial de crecimiento y mejora.

¹⁵⁷ Recordemos que la única herramienta auxiliar desarrollada en este trabajo de investigación es la correspondiente al sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

De todo ello se desprende que nos encontramos ante modelos de presupuestación muy distintos¹⁵⁸ que ofrecen a los presupuestadores diferentes prestaciones en la estimación de los costes esperados.

- ✓ El modelo de unidades de obra parte de una situación de ventaja al encontrarse ampliamente arraigado en el sector y contar con numerosas herramientas complementarias que facilitan su utilización a los presupuestadores, convirtiéndolo en un modelo atractivo y cómodo con el que es difícil “competir”¹⁵⁹.
- ✓ El modelo por procesos, por su parte, es un modelo joven e innovador, que nace dispuesto a hacerse un hueco en el mercado de la presupuestación de obras ofreciendo un producto de calidad, encaminado a cubrir un espectro de la demanda que no se encuentra satisfactoriamente resuelto en la actualidad que requiere un elevado nivel de definición en la estimación de los costes, consciente de su renuncia a la simplificación del trabajo.

No cabe duda de que la implantación del modelo propuesto en el sector va a requerir un gran esfuerzo, tanto a nivel colectivo como individual, de información, formación y aceptación de la nueva herramienta por parte de sus agentes integrantes. Pero, sin duda, merecerá la pena ya que enriquecer la oferta de modelos de presupuestación de obras de edificación contribuye enormemente al incremento de calidad del sector construcción. Así, los presupuestadores y, por extensión, todos los agentes de la edificación dispondrán de un completo abanico de herramientas que facilitarán y mejorarán su práctica profesional, permitiéndoles elegir en cada caso la solución más adecuada a sus necesidades, lo cual les exigirá priorizarlas y clarificarlas previamente.

¹⁵⁸ Si bien comparten la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras de edificación proyectadas empleando mecanismos, sencillos y repetitivos, basados fundamentalmente en la división de la obra en partes, integrantes de una sucesión de niveles de descomposición jerarquizados, y la posterior agregación de sus correspondientes costes hasta alcanzar la obtención del Importe de Ejecución Material (IEM). Asimismo, en ambos modelos el tratamiento de los costes exógenos correspondientes a los Costes Indirectos Generales (CIG), el Beneficio Industrial (BI) y el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) es idéntico.

¹⁵⁹ Entendiendo esta competencia como convivencia en el mercado, dado que sus grandes diferencias les confieren, en general, ámbitos de aplicación no coincidentes.

Reflexiones sobre la investigación:

1. Análisis de la investigación

Una vez completados los trabajos objeto de esta investigación, procedemos a su revisión crítica, tal y como la aplicación de la metodología del ciclo de mejora continua aconseja. Esta autoevaluación nos permite hacer un balance integral de nuestro trabajo, mediante la identificación y el análisis pormenorizado de sus fortalezas y debilidades inherentes, posibilitando su aprovechamiento o superación según corresponda en futuras investigaciones.

Para ello hemos confeccionado una matriz DAFO de la presente investigación en la que figuran sus principales inconvenientes y ventajas, así como las amenazas procedentes de su contexto que ha tenido que superar y las oportunidades que ha sabido aprovechar para seguir adelante.

Inconvenientes	Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de referencias ▪ Riesgo de ausencia de resultados ▪ Limitaciones de una tesis doctoral ▪ Investig. aplicada: éxito & transferencia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investig. innovadora en sector estratégico ▪ Metodología del ciclo de mejora continua ▪ Sencillo desarrollo logístico ▪ Investigación madre (raíz): <ul style="list-style-type: none"> - Líneas de I+D+i derivadas - Propuestas de actuación ▪ Inicio difusión (gran crecimiento potencial)
Amenazas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estancamiento de la investigación ▪ Escasa tradición investigadora en el sector ▪ Falta de inversión en I+D+i en el sector ▪ Falta de investigadores cualificados ▪ Excesiva burocratización de la I+D+i 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concesión beca FPDI Junta de Andalucía ▪ Continuación de la investigación ▪ Incipiente cultura innovación en el sector ▪ Beneficios positivos sector: inversión I+D+i ▪ Nuevas tecnologías

Tabla 10. Matriz DAFO de la presente investigación

A continuación pasamos a desarrollar detenidamente cada uno de los bloques relacionados.

▪ Inconvenientes

Uno de los principales inconvenientes es la falta de referencias¹⁶⁰ existentes en materia de investigación sobre nuevos modelos de presupuestación de obras, la cual se debe, por un lado, a la falta de tradición investigadora en el sector y, por el otro, a que su temática no es considerada prioritaria. Esta falta de tradición se traduce en la inexistencia de cauces para el óptimo desarrollo

¹⁶⁰ Véase el capítulo *Investigación* para completar esta información.

de los trabajos de investigación que hemos tenido que suplir mediante la creación de nuestros propios caminos, aun a riesgo de equivocarnos.

Además, la existencia de temas de marcado interés político y social, relega a un segundo plano la investigación sobre otras temáticas que adelantan nuevas materias de potencial interés. De este modo, nuestra investigación, si bien no se centra directamente en temas tan comerciales como la “seguridad” y “sostenibilidad”, aborda el desarrollo de nuevas herramientas que contribuyen al incremento de la eficacia del sistema obra de edificación, a partir de una concepción integral del mismo que incorpora al análisis detallado de sus costes todos sus aspectos característicos, incluidos los relativos a la seguridad y sostenibilidad de sus procesos y componentes.

Por otro lado, la adopción de la metodología basada en el ciclo de mejora continua también presenta ciertas dificultades ya que, si bien proporciona una calidad contrastada a la investigación desarrollada, requiere de una mayor inversión de tiempo y recursos en la misma para poder abordar su permanente revisión y perfeccionamiento. Además, su aplicación continua a un sistema conlleva el riesgo de conferirle un grado de imperfección irresoluble que impida la obtención de resultados.

Conscientes de este riesgo hemos apostado por introducir esta metodología en nuestro trabajo limitando temporalmente sus objetivos y niveles de exigencia. Así, en el momento actual hemos podido obtener los resultados esperados de la presente investigación acordes a unos objetivos temporales específicos, lo cual no impide que puedan y deban ser convenientemente revisados en futuras intervenciones cuando se amplíen o modifiquen dichos objetivos al cambiar las condiciones del entorno.

Otras limitaciones de la investigación derivan de sus planteamientos iniciales y su grado de disponibilidad de recursos. En este sentido, el hecho de dar respuesta a una tesis doctoral condiciona necesariamente en términos temporales su desarrollo, acotando la extensión de sus objetivos¹⁶¹. Asimismo, dichos objetivos la han circunscrito espacialmente al ámbito nacional al que inicialmente aspira a dar respuesta y, en relación con las tareas complementarias destinadas a recabar información y a completar la formación de la doctoranda, al contexto local de su gestación por motivos de eficacia.

Por último, su carácter de investigación aplicada condiciona notablemente su éxito definitivo a su capacidad de culminar la transferencia de sus resultados al tejido productivo al que va dirigida, el sector construcción.

▪ **Ventajas**

El carácter pionero de la investigación en un sector estratégico como el de la construcción con escasa tradición investigadora le confiere un gran potencial innovador y un elevado nivel de originalidad, tanto en sus contenidos como en sus planteamientos. Como ya comentamos anteriormente, analizando las dificultades derivadas de esta situación, esta investigación ha afrontado con valentía el reto de tener que ir construyendo su camino de avance en la generación de nuevo conocimiento ante la falta de referentes existentes.

La adopción de la metodología científica basada en la aplicación del ciclo de mejora continua es otra de las bondades de la investigación, al permitir impulsar su revisión integral y perfeccionamiento permanente en aras de dotarla del máximo rigor y nivel de calidad posibles.

A nivel técnico, su desarrollo se caracteriza por la sencillez y economía de sus recursos empleados, no requiriendo una costosa inversión en complejos y sofisticados equipos para su realización. Esta

¹⁶¹ Por este motivo, solamente ha sido desarrollado un sistema de clasificación por procesos, el correspondiente a las obras de edificación de nueva planta convencionales, únicamente se ha experimentado el modelo en un prototipo diseñado al efecto y se ha abordado el inicio de su difusión en el contexto nacional.

característica, unida a la concesión de una beca FPDl a la doctoranda, que posteriormente comentaremos, ha dotado de gran viabilidad económica al presente proyecto de I+D+i.

Otra de las ventajas de la investigación es su prolífica fertilidad a nivel de líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación, que la convierte en una investigación madre o raíz con un elevado potencial de crecimiento.

Finalmente, el inicio de las tareas de transferencia de los nuevos conocimientos generados mediante su difusión entre todos los agentes implicados (del ámbito científico, del sector construcción y de la Administración Pública) culmina satisfactoriamente la primera etapa de andadura de esta investigación aplicada, sentando las bases de su futura implantación y posibilitando su prestación de servicio a su tejido productivo destinatario y, por extensión, a la sociedad en la que éste se inserta. Para nuestra satisfacción y estímulo, esta incipiente difusión está suscitando un notable grado interés entre los agentes receptores, alimentando nuestra esperanza de la cercanía de su transformación de teoría a realidad.

▪ Amenazas

Entre las principales amenazas a la investigación, en nuestro caso particular y en términos generales, se encuentra el que no exista suficiente oferta en la sociedad. Entre los principales motivos que pueden llegar a ocasionar este hecho se encuentran la falta de iniciativa investigadora e innovadora de los agentes involucrados, procedentes fundamentalmente del ámbito académico y empresarial, y la falta de recursos¹⁶² que doten de viabilidad su desarrollo. Esta falta de iniciativa puede deberse, como ocurre en el sector construcción, a la escasa tradición investigadora precedente y la tendencia innata del ser humano a dejarse llevar por la inercia de los acontecimientos, rechazando frontalmente cualquier cambio que pueda modificarlos, aun cuando pueda ser para mejor.

Otro gran riesgo que condiciona el futuro de la actividad investigadora es el que no exista demanda de la misma por parte de los agentes integrantes de la sociedad.

En este sentido, el mundo empresarial, representante de los diferentes sectores productivos, juega un papel crucial como demandante de investigación e innovación. Para que esta demanda se produzca, el ámbito empresarial debe estar convencido de la necesidad de toda sociedad moderna de seguir el camino de la innovación como vía de mejora y crecimiento sostenible. La inversión en investigación gusta poco a los empresarios hablando en términos económicos, dado su marcado carácter de inversión de riesgo y su escasa rentabilidad inmediata. Superar estos prejuicios es la principal asignatura pendiente que tenemos en el sector para poder implantar una verdadera y fructífera cultura de la innovación que impulse su modernización y crecimiento.

Asimismo, existe la amenaza de que la Administración Pública, tercer gran pilar constituyente de la sociedad junto a la Universidad y la empresa, no incentive adecuadamente el desarrollo de proyectos de I+D+i en todos los campos del saber, especialmente en sectores como el que nos ocupa, el de la construcción, estratégico en el terreno económico e, incomprensiblemente, relegado a un segundo plano en el ámbito de la investigación¹⁶³.

Finalmente, otro de los grandes problemas de la investigación, en términos generales, es el efecto disuasorio que produce la excesiva burocratización que conlleva la gestión de la I+D+i, cuyo desarrollo, a día de hoy, consume la práctica totalidad del tiempo disponible para la investigación propiamente dicha y la paciencia de sus investigadores.

¹⁶² Fundamentalmente, recursos económicos e investigadores cualificados con una marcada vocación de servicio.

¹⁶³ Si bien es cierto que en el sector construcción existen ciertos "temas estrella" que suscitan un gran interés político y social, tales como los relacionados con la seguridad y la sostenibilidad en el sistema obra de edificación, siguen quedando olvidados y discriminados otros numerosos aspectos del mismo no considerados de oportunidad al no proporcionar "beneficios" inmediatos. Esta reducida visión de la investigación coarta enormemente su gran potencial de crecimiento y contribución a la mejora del sector.

En resumidas cuentas, existen varios focos de amenaza para el desarrollo de la actividad investigadora derivados del riesgo de falta de involucración activa de los distintos agentes sociales (Universidad, mundo empresarial y Administración Pública) en la misma, bien como oferentes, demandantes y/o incentivos.

En el caso concreto de nuestra investigación, su principal amenaza es que no pueda seguir adelante por falta de apoyo por parte de los agentes del sector y de la Administración Pública. Si este respaldo y manifiesto interés a la oferta investigadora que proponemos no se produce a corto-medio plazo, su ulterior desarrollo será prácticamente inviable. La no-culminación del proceso investigador iniciado en la presente tesis doctoral en la total transferencia de sus productos resultantes a su tejido productivo destinatario mermaría el grado de éxito del mismo, al truncar su original sentido de investigación aplicada.

Por este motivo, no queremos terminar sin hacer un llamamiento a todos los agentes involucrados solicitándoles su colaboración y búsqueda de consenso en el futuro desarrollo de esta investigación y, en general, en el de toda la actividad investigadora. Nosotros, por nuestra parte, seguiremos trabajando, luchando, en la medida de nuestras posibilidades, por ella.

▪ **Oportunidades**

Echando la vista atrás nos damos cuenta de que estamos ante una investigación afortunada, a la que se le han planteado numerosas oportunidades que ha sabido aprovechar al máximo. Mirando hacia adelante, vislumbramos que la fortuna sigue de su lado, ya que se le siguen planteando interesantes oportunidades capaces de impulsar su deseable desarrollo continuo.

La oportunidad que nos ha permitido gestar esta tesis y participar activamente en el ciclo de vida del conocimiento nos la ha brindado la beca de formación de personal docente e investigador (FPDI) de la Junta de Andalucía¹⁶⁴ concedida a la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad de Sevilla.

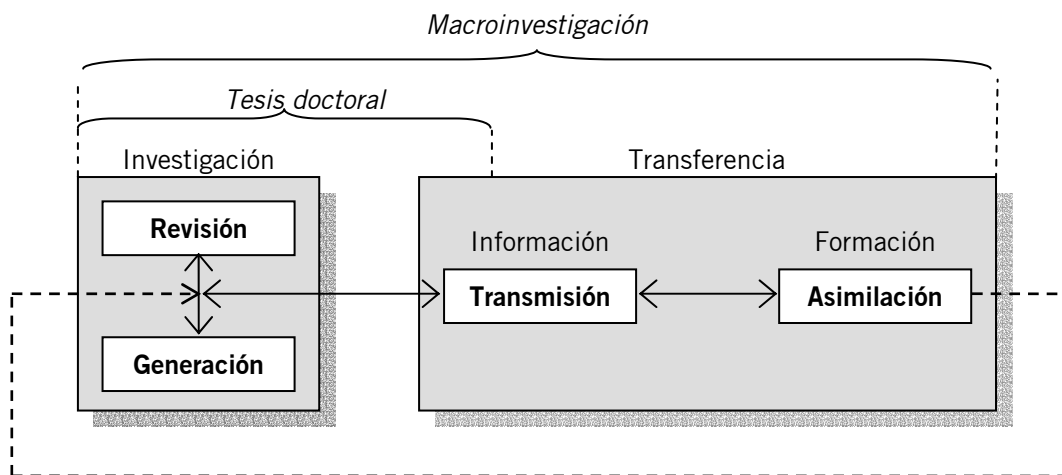


Figura 25. Ciclo de vida del conocimiento

¹⁶⁴ Orden de la Consejería de Educación y Ciencia de 12 de mayo de 2003 (BOJA núm. 100, de 28 de mayo de 2003).

De cara al futuro, la principal oportunidad de esta investigación es la de poder abordar la continuación del trabajo iniciado en la presente tesis doctoral concebida como investigación madre raíz de ulteriores investigaciones. Así, el planteamiento de numerosas líneas de investigación derivadas y concretas propuestas de actuación que culminen la transferencia de sus resultados a su tejido productivo destinatario nos sitúa en una posición privilegiada desde la que mirar con optimismo hacia delante, atisbando un horizonte lleno de nuevos retos y caminos por recorrer.

Por otro lado, la apuesta creciente y generalizada, tanto a nivel nacional como internacional, por la innovación en la que se ha venido en denominar la sociedad del conocimiento, es una oportunidad inmejorable para el desarrollo de proyectos de I+D+i y su correspondiente transferencia a los tejidos productivos cuyas necesidades pretende satisfacer. La sociedad está cambiando y es cada día más consciente de que su progreso ha de venir de la mano de la investigación, siendo para ello necesario reinvertir parte de los beneficios derivados de sus sectores productivos en su fomento.

Por último, cabe destacar que otra de las grandes oportunidades para la investigación, en general, en la sociedad actual es el enorme desarrollo experimentado por las nuevas tecnologías que ponen al alcance de los investigadores gran cantidad de potentes recursos que amplían las posibilidades de crecimiento y eficiencia de su trabajo hasta límites insospechados.

2. Líneas de investigación derivadas

Una de las características más importantes de la presente investigación es su capacidad de generar e impulsar infinidad de líneas de trabajo derivadas que contribuyan a la renovación y mejora del cuerpo de conocimiento existente relativo al sistema obra de edificación. La metodología de trabajo adoptada basada en el ciclo de mejora continua induce la revisión permanente de todo el conocimiento, tanto preexistente como de nueva gestación, propiciando el desarrollo de múltiples líneas de investigación derivadas.

Así, el denominador común de todas estas líneas de investigación es su revisión del conocimiento existente en base a la teoría de sistemas que impregna el nuevo modelo de presupuestación propuesto, atendiendo a la configuración de sus procesos integrantes y su posible optimización. Por este motivo, desde el comienzo de la investigación, concebida como núcleo y motor de un macrosistema investigador de mayor dimensión, ha sido muy importante delimitar con exactitud y claridad sus fronteras, atendiendo a sus objetivos perseguidos y a los recursos disponibles para su consecución, para posteriormente poder plantear, a partir de las mismas, la construcción del nuevo conocimiento periférico derivado.

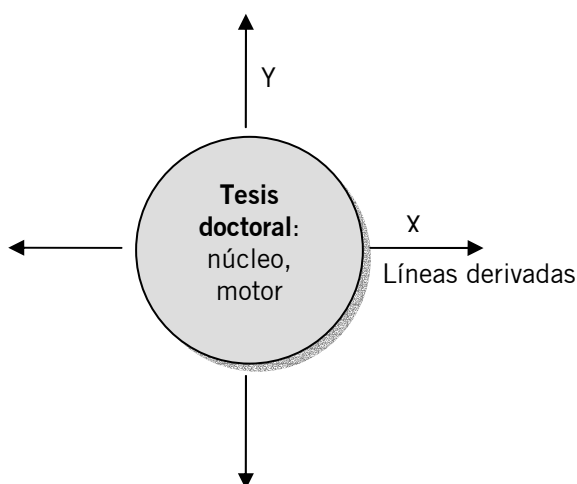


Figura 26. Macrosistema investigador

Podemos clasificar las mencionadas líneas de investigación derivadas en dos grandes grupos en función de la dirección de su desarrollo en relación con la presente tesis doctoral:

- Líneas de I+D+i verticales. Son aquellas que derivan de la profundización en la caracterización y revisión permanente del modelo de presupuestación de obras por procesos productivos.
- Líneas de I+D+i transversales. Son aquellas procedentes de la extrapolación de los postulados de esta investigación a conocimientos tangenciales a los tratados en la misma.

De todo lo anterior se desprende el gran potencial de crecimiento omnidireccional de la investigación, capaz de revolucionar todo el conocimiento relacionado, tanto de forma directa como indirecta, con el conocimiento objeto la tesis.

Dada nuestra condición de agentes universitarios, nos complace proponer al conjunto de la comunidad científica y académica estas líneas de investigación como posibles temas para futuras tesis doctorales y proyectos de I+D+i, de ámbito local, nacional o internacional, que contribuyan a la mejora continua del sistema universidad-sociedad permitiendo su avance y adaptación a las características propias de cada tiempo. Su ingente cantidad y disparidad de planteamientos ponen de manifiesto que todas estas propuestas no pueden ser abordadas en solitario.

Para hacer realidad su desarrollo sería necesaria la formación de equipos de trabajo multidisciplinares¹⁶⁵ de diferentes ámbitos geográficos, nacionales e internacionales, participados por representantes de los distintos agentes del sector¹⁶⁶. La diversidad de los miembros de los equipos de trabajo contribuye a enriquecer sus enfoques, ofreciendo una visión integral de las necesidades e intereses del sector y, en general, de la sociedad. Del grado de coordinación alcanzado entre los mismos depende el éxito final de sus investigaciones, si bien la propia búsqueda compartida de mejora y acuerdo es por sí sola todo un logro.

El carácter de investigación madre o raíz de la presente tesis favorece la permanente búsqueda de mejora en el sector, confiriéndole una gran sostenibilidad y calidad. En otras palabras, podemos definirla como una investigación dinámica y fértil que no se conforma con dar respuesta a las exigentes demandas del presente, sino que además propone iniciativas de futuro que permitan el avance de la sociedad del conocimiento, anticipándose a sus venideras y cambiantes necesidades.

Así, la finalización de esta tesis¹⁶⁷ no supone la extinción de esta investigación, sino que, por el contrario, marca el comienzo de una nueva dimensión de la misma caracterizada por la existencia de numerosas líneas de investigación derivadas. Sus mecanismos de crecimiento, impulsados por la aplicación del ciclo de mejora continua, permiten la revisión y actualización permanentes del conocimiento, garantizando su utilidad a lo largo del espacio y el tiempo. En conclusión, el potencial crecimiento de esta investigación y, por extensión, de toda aquella basada en sus mismos planteamientos de mejora continua, es ilimitado¹⁶⁸ ya que su motor de funcionamiento no cesa nunca en la renovación y depuración del conocimiento existente atendiendo, en todo momento, a las cambiantes exigencias de la sociedad a la que va dirigido.

2.1. Líneas de I+D+i verticales

La aparición de líneas de investigación capaces de profundizar en la revisión y perfeccionamiento del modelo propuesto procede de la aplicación reiterada del ciclo de mejora continua al trabajo iniciado en la presente investigación. De este modo, una vez concluida la etapa correspondiente a la redacción de la tesis doctoral, la revisión permanente de sus postulados y resultados es susceptible de generar nuevas líneas de trabajo encaminadas a la mejora y actualización constante de los mismos, permitiendo avanzar en la caracterización del modelo por procesos y superar paulatinamente los inconvenientes inicialmente detectados en el mismo.

A continuación destacamos las siguientes:

¹⁶⁵ En este sentido, hemos iniciado una primera ronda de contactos con investigadores procedentes de distintas universidades españolas (la Universidad Politécnica de Cataluña, la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad de Castilla la Mancha, la Universidad de Burgos y, por supuesto, la Universidad de Sevilla), interesados en la materia, para plantear la formación de futuros equipos de trabajo que aborden el desarrollo de algunas de las líneas de investigación derivadas de la presente tesis doctoral.

¹⁶⁶ Para que la continuidad de la investigación sea una realidad es imprescindible la estrecha colaboración entre los agentes del ámbito universitario, revisores y generadores del conocimiento, de la empresa privada, destinatarios de dicho conocimiento, y, por supuesto, de las Administraciones Públicas, sustento político y económico del mismo.

¹⁶⁷ Dentro del macrosistema investigador anteriormente descrito, la culminación de la tesis “tan sólo” representa el final de la gestación de su núcleo básico inicial.

¹⁶⁸ El único límite posible al crecimiento de la misma vendría impuesto por restricciones externas al propio sistema tales como la falta de disponibilidad de recursos económicos y humanos para su desarrollo resultantes de la falta de interés y apoyo de los agentes implicados.

- Elaboración de sistemas de clasificación por procesos para los restantes tipos de obras de edificación existentes (obras de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc).
- Profundización en la caracterización y experimentación del modelo de presupuestación por procesos y sus correspondientes sistemas de clasificación.
- Revisión de otros modelos de presupuestación internacionales y estudio comparativo con el modelo por procesos propuesto.
- Redacción y actualización permanente de bancos de costes de suministro.
- Redacción y actualización permanente de bases de rendimientos de los componentes del sistema, tales como la mano de obra y la maquinaria.
- Profundización en la caracterización de los procesos productivos existentes y aportación de propuestas de optimización.
- Programación de herramientas informáticas complementarias que doten de operatividad al modelo.

Una de las principales líneas de investigación derivadas se centra en la redacción de los restantes sistemas de clasificación por procesos posibles. Una vez confeccionada la clasificación sistemática por procesos para obras de edificación de nueva planta en la presente tesis doctoral, es imprescindible abordar la redacción de las clasificaciones correspondientes a las restantes tipologías edificatorias existentes (obras de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc) para permitir la eficiente aplicación del modelo a la generación de presupuestos de todos los tipos de obras de edificación posibles.

La metodología de trabajo basada en el ciclo de mejora continua, inherente a la esencia del modelo, propicia la revisión permanente de sus postulados y resultados obtenidos, aspirando a completarlos y mejorarlos mediante su adaptación a las cambiantes necesidades del sector en cada momento. Para ello es fundamental extender la experimentación del mismo a un mayor número y tipos de obras, tanto teóricas como reales, de diferentes dimensiones, localizaciones geográficas, contextos temporales y tipologías edificatorias, una vez que hayan sido redactados sus sistemas de clasificación por procesos. Así, mediante una exhaustiva fase empírica, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, podemos comprobar el grado de utilidad del modelo en proyectos reales y su capacidad de dar una respuesta eficiente, flexible e innovadora a todas las situaciones presupuestarias posibles.

La profundización en el estudio y análisis crítico de otros modelos de presupuestación existentes en sectores internacionales¹⁶⁹ supone un avance en la globalización del nuevo modelo. A partir del estudio comparado con otros modelos internacionales, podemos caracterizar el perfil de su potencial mercado internacional atendiendo a sus ventajas más sobresalientes, así como contribuir a su enriquecimiento mediante su retroalimentación de información externa¹⁷⁰.

Asimismo, la implementación del modelo de presupuestación por procesos estriba en el desarrollo de herramientas complementarias que incrementen su utilidad, tales como bancos de costes de

¹⁶⁹ En una primera fase, el salto internacional se circunscribe al estudio de los modelos disponibles para los presupuestadores del sector en el ámbito europeo, abordándose en fases ulteriores otros modelos mundiales. Este estudio comprende la elaboración de una matriz DAFO para cada uno de los modelos que resalte sus ventajas e inconvenientes, así como sus oportunidades de implantación frente a sus amenazas.

¹⁷⁰ Se trata de un enriquecimiento recíproco, ya que afecta igualmente a los dos modelos objeto de comparación al poner de manifiesto aspectos mejorables de los mismos e, incluso, aconsejar vías de solución basadas en aspectos satisfactoriamente resueltos en el modelo contiguo.

suministro permanentemente actualizados¹⁷¹, que especifiquen el valor real de los mismos, expresado en unidades monetarias, en función de sus correspondientes condiciones de suministro o retirada.

Por otra parte, la adecuada caracterización de los procesos y cuantificación de sus componentes requiere la existencia de bases de rendimientos de los recursos empleados y residuos generados en obra permanentemente actualizados, inexistentes en la actualidad¹⁷².

Otra de las líneas que planteamos se centra en profundizar en dicha caracterización de los procesos productivos que se desarrollan en las obras, atendiendo a distintos ámbitos geográficos y temporales, así como en el establecimiento de criterios comunes para su identificación a la hora de elaborar los mapas de procesos. Esta caracterización pudiera plasmarse en un conjunto de fichas de procesos, en las cuales se aportasen adicionalmente propuestas de optimización.

Finalmente, proponemos el desarrollo de herramientas informáticas que doten de operatividad al modelo facilitando su aplicación¹⁷³. La gran evolución de la informática y el vertiginoso avance de las nuevas tecnologías garantizan la viabilidad de la creación de estas herramientas. Abordar esta línea de investigación es imprescindible de cara a su implantación en el sector. Sólo cuando los presupuestadores dispongan de herramientas informáticas que simplifiquen y resuelvan sus procesos operativos, se decidirán a probar el nuevo modelo.

2.2. Líneas de I+D+i transversales

Las líneas de investigación transversales abordan temas que exceden el ámbito de estudio de la presente tesis doctoral, superando y ampliando sus límites. De este modo, la relación entre el objeto de la tesis y este tipo de líneas de investigación es pues una relación tangencial que comparte planteamientos comunes.

A continuación relacionamos las principales líneas derivadas de la presente investigación:

- Redacción del presupuesto de contrata por procesos. Incorporación en el modelo de la estimación de los costes exógenos asociados al sistema.
- Redacción del presupuesto global de la edificación por procesos. Aplicación del modelo a la estimación de los costes esperados de la totalidad del ciclo de vida de la obra de edificación.
- Caracterización de un modelo de valoración de obras de edificación basado en procesos productivos.
- Caracterización de un modelo de estimación/evaluación, basado en procesos productivos, de otros aspectos de las obras de edificación diferentes al estrictamente económico analizado en los presupuestos, tales como su nivel de calidad, seguridad, sostenibilidad e innovación.

¹⁷¹ Esta característica confiere sostenibilidad temporal a los bancos de costes de suministro. Por otra parte, cabe destacar que su sostenibilidad espacial pasa por la redacción de bancos de costes de suministro por zonas geográficas de similares características.

¹⁷² El desarrollo de esta línea de investigación requiere un exhaustivo trabajo de campo en el que se recojan medidas de los rendimientos de los componentes de entrada y salida del sistema obra de edificación. Al igual que sucede con los bancos de costes de suministro, las bases de rendimientos han de ser elaboradas por ámbitos geográficos de características similares y ser actualizadas periódicamente.

¹⁷³ Uno de los inconvenientes que identificamos y comentamos en el capítulo anterior es la excesiva laboriosidad del procedimiento de presupuestación por procesos dado el nivel de detalle y veracidad que proporciona. Esta laboriosidad estriba en la necesaria y minuciosa caracterización de todo el sistema obra de edificación y en el gran número de operaciones, si bien sencillas y repetitivas, a realizar para el cálculo del Importe de Ejecución Material (IEM). Así, los nuevos programas deben permitir simplificar los procesos de cálculo, así como optimizar el presupuesto mediante el análisis de distintas simulaciones de POP.

- Caracterización de un modelo de gestión integral de la edificación basado en procesos productivos que aglutine el estudio de todas las facetas características del sistema (económica, de calidad, seguridad, sostenibilidad, etc).
- Caracterización de un nuevo concepto integral de proyecto, el “proyecto global”.
- Extrapolación del modelo de presupuestación por procesos a la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras civiles proyectadas.
- Extrapolación del modelo de presupuestación por procesos a la estimación de los costes esperados del desarrollo de otros sistemas productivos adhocráticos.

La primera línea de investigación transversal que proponemos aborda la implementación del modelo en la redacción de presupuestos de contrata, detallados y cercanos a la realidad, en los que todos sus costes, tanto endógenos como exógenos¹⁷⁴, se imputen por vía directa.

Por otra parte, el modelo de presupuestación por procesos propuesto se limita a la estimación de los costes esperados durante la fase de ejecución del sistema obra de edificación. La superación de este límite conlleva la aplicación del modelo a la estimación de los costes esperados de la totalidad del ciclo de vida de la edificación proporcionando una estimación global de las distintas fases componentes del sistema obra de edificación (actuaciones preparatorias, proyecto, contratación, ejecución, comercialización, uso y mantenimiento y deconstrucción/recuperación¹⁷⁵).

De todo lo anterior se desprende un nuevo concepto de presupuesto, que hemos venido en denominar “presupuesto global”, susceptible de integrar los costes de las distintas fases del ciclo de vida de la edificación. Su gran ventaja estriba en su capacidad de aportar gran cantidad de información a los agentes de la edificación sobre dicho ciclo de vida, permitiéndoles intervenir en su control y gestión mediante la adecuada adopción de decisiones en relación con sus aspectos económicos, de calidad, de seguridad, de sostenibilidad, etc. Análogamente a lo que ocurre con el presupuesto de ejecución material, la aplicación del modelo a la estimación del coste integral del ciclo de vida de la edificación, también denominado Importe Global (IG), posibilitará, además, la optimización del sistema mediante el estudio comparativo de simulaciones de diferentes alternativas de POP.

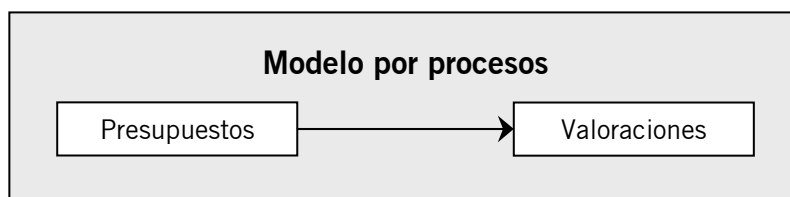


Figura 27. Aplicación del modelo por procesos a la valoración de las obras

Otra de las líneas de investigación transversales derivadas contempla la generación de un modelo de valoración de obras basado en procesos productivos. A diferencia de las estimaciones de costes apriorísticas proporcionadas por el modelo de presupuestación por procesos, el modelo de valoración

¹⁷⁴ Recordemos que los costes exógenos están formados por los gastos generales derivados del contrato y de la actividad de la empresa constructora, el beneficio industrial y los impuestos que gravan la producción.

¹⁷⁵ Esta última etapa da lugar al inicio del ciclo de vida de una nueva edificación y, como tal, podría ser considerada en su correspondiente fase de actuaciones preparatorias. Por este motivo, es fundamental delimitar con claridad las fronteras entre ciclos de vida sucesivos.

por procesos proporciona un detallado análisis de los costes realmente producidos en el sistema obra de edificación. Este análisis permitirá comprobar a posteriori el grado de ajuste de los costes producidos en el sistema con los costes inicialmente estimados y, por consiguiente, controlar su evolución adoptando medidas correctoras si se detectasen desviaciones.

Del pormenorizado análisis del sistema obra de edificación derivado del modelo por procesos pueden obtenerse nuevos modelos de evaluación de distintos aspectos característicos del mismo, tanto apriorísticos como de resultados, aparte del aspecto económico ya tratado. De este modo, al igual que el modelo de presupuestación por procesos permite realizar la estimación económica de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, otros modelos también basados en procesos productivos permitirán estimar el nivel esperado del sistema de calidad, seguridad, sostenibilidad, innovación, etc. Análogamente, al igual que el modelo de valoración por procesos permitirá la cuantificación económica de la obra realizada, los restantes modelos por procesos posibilitarán la evaluación del nivel de calidad, seguridad, sostenibilidad e innovación alcanzado en la misma¹⁷⁶ y el seguimiento de su desarrollo. Para poder confeccionar dichos modelos será necesario el establecimiento de indicadores objetivos¹⁷⁷ que permitan cuantificar sus parámetros característicos.

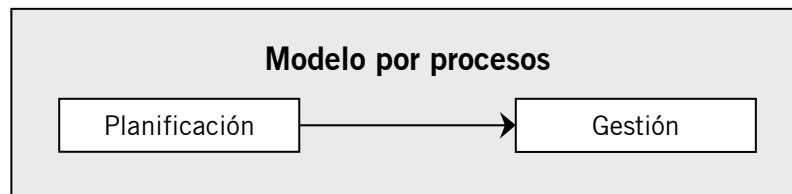


Figura 28. Aplicación del modelo por procesos a la gestión de la edificación

De todo lo anterior se desprende la posibilidad de generar un modelo de gestión¹⁷⁸ del sistema obra de edificación basado en procesos productivos a partir de los resultados obtenidos del contraste de información de todos los modelos anteriores (el modelo de presupuestación/valoración, de estimación/evaluación del nivel de calidad, de seguridad, de sostenibilidad, de innovación, etc). Este modelo permitirá caracterizar exhaustivamente el sistema obra de edificación en todas sus facetas proporcionando gran cantidad de información a todos los agentes participantes, así como posibilitará su optimización integral atendiendo al equilibrio necesario entre todos sus requerimientos, siendo el POP óptimo del sistema aquel que dé una mejor respuesta coordinada a sus exigencias económicas, de calidad, seguridad, sostenibilidad e innovación a lo largo de su ciclo de vida.

¹⁷⁶ Así, podemos hablar, en la obra de edificación, de modelos de estimación/evaluación por procesos de calidad, de seguridad, de sostenibilidad, de innovación, etc.

¹⁷⁷ La objetividad de estos indicadores se basa, fundamentalmente, en el consenso y la aceptación alcanzados por los mismos entre los agentes del sector. En general, los indicadores de calidad apuntan hacia una minimización de los componentes del sistema y una maximización de sus prestaciones ofrecidas. En lo que a seguridad se refiere, los indicadores establecidos deben premiar la adopción de medidas de prevención y minimización de riesgos, así como la de adecuadas medidas de protección frente a los riesgos inevitables y la conveniente formación e información de todos los agentes y recursos humanos implicados en el desarrollo de las obras. Finalmente, un modelo de estimación/evaluación de la sostenibilidad en la edificación ha de valorar positivamente el empleo de energías renovables en los centros de producción, la minimización y correcta gestión de RCD (separación selectiva, valorización "in situ", entrega a gestor autorizado, etc). En el estudio de indicadores en materia de sostenibilidad en la edificación cabe destacar los trabajos que se están realizando en tres proyectos de la iniciativa GROW perteneciente al programa europeo INTERREG IIIC en los que participan socios andaluces: "SUSPURPOL" (IAT), "Building for the future" (Fundación Laboral de la Construcción de Andalucía) y "Programa piloto para la construcción sostenible" (Diputación Provincial de Huelva).

¹⁷⁸ Podemos distinguir dos posibles aplicaciones de este modelo: a la gestión integral de la totalidad del ciclo de vida de la edificación o a la gestión parcial de cada una de sus etapas componentes atendiendo a la configuración del conjunto.

Otra de las líneas de investigación que planteamos es la del estudio y caracterización de un nuevo concepto de proyecto desde la óptica de la teoría de sistemas, el “proyecto global”. El proyecto global es aquel que contempla el diseño integral de la edificación a partir de la simulación y profundización en la totalidad de su ciclo de vida, desde el inicio de sus actuaciones preparatorias hasta su deconstrucción o recuperación final¹⁷⁹. La documentación correspondiente al proyecto global estaría constituida por memorias, planos, pliegos y su correspondiente presupuesto global asociado. Esta concepción integral del proyecto será capaz de proporcionar una adecuada respuesta a todas las demandas de la edificación a lo largo de su vida útil, satisfaciendo a todos los agentes del sector y alcanzando el equilibrio del sistema.

Se trata pues de un concepto de proyecto sostenible, que garantizará el mantenimiento de las prestaciones de la edificación durante el transcurso de su vida útil a partir de su adecuado seguimiento y control y permitirá su optimización integral mediante la retroalimentación de la información procedente de cada una de sus etapas componentes. Así, el proyecto global se perfila como una potente herramienta de gestión del sistema obra de edificación.

Si bien el modelo por procesos ha sido inicialmente gestado para resolver la estimación de los costes esperados de las obras de edificación, cabe plantear su extrapolación a la presupuestación de obras civiles. Para ello sería necesario exportar la presente investigación al contexto de la obra civil. De este modo, partiendo del estudio crítico y la revisión de sus modelos de presupuestación al uso, caracterizando sus correspondientes sistemas de clasificación y concluyendo con su indispensable experimentación y consiguiente revisión, se llegaría a la obtención de un modelo por procesos capaz de dar respuesta a la estimación de los costes esperados de la totalidad de los productos del sector construcción, es decir, a la obra de edificación y la obra civil.

Finalmente, planteamos la posible extrapolación del modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos a otros sectores productivos de similares características al sector construcción, es decir, a sectores destinados a la producción de prototipos mediante la constitución de organizaciones adhocrásticas¹⁸⁰ tales como la industria cinematográfica. Su afinidad con el sector construcción les convierte en usuarios potenciales de modelos análogos al que proponemos.

¹⁷⁹ Para ello, el proyecto global debe establecer la duración del periodo de vida útil del producto obra de edificación cuyo diseño acomete, fijando una fecha de caducidad para el mismo, así como aconsejando la configuración de su etapa final, bien mediante su deconstrucción o recuperación. Dicho diseño estará fuertemente condicionado por la extensión del mencionado periodo.

¹⁸⁰ Organizaciones constituidas expresamente y a medida para la consecución de un fin, la obtención de productos únicos.

3. Propuestas de actuación

La presente investigación, por tratarse de una investigación aplicada, tiene entre sus principales objetivos la transferencia de sus resultados al tejido productivo cuyas necesidades pretende satisfacer. Culminar con éxito esta transferencia no es tarea fácil, al existir cierta fricción con el marco legal vigente¹⁸¹. Conscientes del largo y duro camino por recorrer, hemos decidido iniciarlo durante el desarrollo de la investigación. Así, hemos apostado por transferir al sector construcción y a la comunidad científica no sólo los resultados de nuestro trabajo convenientemente revisados, sino la caracterización completa de los mismos, confiando que puedan ilustrar nuevas formas de innovación asociadas a la sociedad del conocimiento en la que vivimos inmersos.

El ciclo de vida del conocimiento comienza cuando existe demanda del mismo para cubrir necesidades detectadas o anticipadas. Tras su revisión y generación, se inicia la fase de su transmisión a sus agentes destinatarios mediante campañas de información y formación. Una vez asimilado el nuevo conocimiento, dichos agentes se encuentran en disposición de aplicarlo en la satisfacción de sus necesidades.

Análogamente, nuestra investigación parte de la detección de ciertas carencias en los modelos de presupuestación actuales. Tras la caracterización y revisión del modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos desarrollada en el ámbito universitario, nos disponemos a acometer su transmisión al sector construcción, como paso previo a su ulterior implantación como una herramienta más a disposición de los presupuestadores y, por extensión, de todos sus agentes, y a la comunidad científica, dado su rol de guardiana del conocimiento.

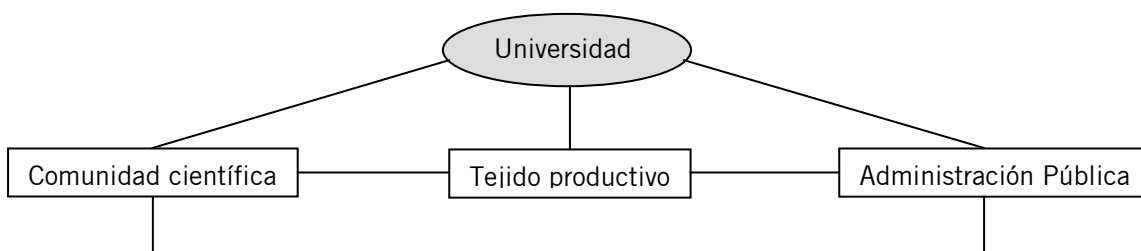


Figura 29. Transferencia del conocimiento en la sociedad

Cabe destacar que para que esta transferencia se materialice es imprescindible la participación activa de todos los agentes del sector. La colaboración de sus agentes destinatarios en la revisión y mejora del modelo propuesto y sus herramientas complementarias es un requisito fundamental para garantizar su aceptación y predisposición a emplearlos, hasta tal punto que de su apoyo, tanto personal como logístico, depende su futuro. De este modo, podemos hablar de un proceso de transferencia activa del nuevo conocimiento generado, en el que sus potenciales usuarios han de jugar un doble papel¹⁸², el de receptores del mismo y emisores de sus opiniones e ideas de mejora.

¹⁸¹ Por un lado, el Real Decreto 1627/97 (Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción) estipula la obligatoriedad de elaborar un presupuesto de seguridad independiente para todo tipo de obras, tanto de promoción pública como privada, a las que les sea exigible un Estudio de Seguridad. Por el otro, el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 2/2000) exige el empleo del modelo de presupuestación basado en las unidades de obra en la redacción de los presupuestos de las obras promovidas por la Administración. De este modo, para que el uso generalizado en el sector del modelo por procesos sea una realidad es necesaria la futura derogación de sendas leyes, actualmente en vigor.

¹⁸² A su vez, este doble papel convierte a todos los agentes del sector, al mismo tiempo, en demandantes y oferentes de nuevo conocimiento.

Y es que la creación de una cultura de la innovación en el sector construcción que impulse la sostenibilidad de su crecimiento, acorde a los tiempos que corren, es cosa de todos. Dicho crecimiento no será una realidad hasta que nos concienciamos de que sólo de la mano de la ciencia es posible la evolución y avance del sector.

En resumen, esta investigación, al igual que toda investigación aplicada, cobra pleno sentido tras culminar la transferencia del nuevo conocimiento generado al tejido productivo cuya realidad aspira a mejorar mediante la cubrición de las necesidades de sus agentes integrantes. En el caso que nos ocupa, estos agentes son todos los participantes en el sistema obra de edificación (Administración Pública, promotor, gestor del producto, equipo técnico, constructor, usuario, universidad, sociedad), destacando entre todos ellos la figura del presupuestador. El presupuestador, como técnico responsable de la redacción de los presupuestos, es quien ha de elegir el modelo de presupuestación que mejor se adapte a sus necesidades en cada caso. El nuevo modelo de presupuestación de obras propuesto pretende ser una herramienta de trabajo a su disposición, especialmente indicada para la elaboración de presupuestos que requieran un gran nivel de detalle y veracidad.

Para que los presupuestadores y, por extensión, los restantes agentes de la edificación conozcan el nuevo modelo nos hemos propuesto comenzar sus trabajos de difusión en paralelo a su desarrollo, compartiendo con ellos no sólo sus resultados, bien sean provisionales¹⁸³ o definitivos, sino su propio proceso de gestación. Nos parece muy conveniente hacer partícipes de la propia investigación a los destinatarios del modelo por procesos desde sus comienzos e, incluso, alentamos su participación activa mediante posibles colaboraciones en su revisión y perfeccionamiento. En un sector como el de la construcción en el que la investigación tiene poca tradición resulta interesante, aunque también arriesgado, abordar iniciativas que sirvan de ejemplo y estímulo a otros trabajos de I+D+i, contribuyendo a la creación de una cultura de la innovación en su seno que propicie su mejora y crecimiento permanentes.

El desarrollo completo de este ambicioso plan de transferencia excede los límites espacio-temporales de la presente tesis doctoral. Por este motivo, lo vamos a esbozar en forma de propuestas de actuación que esperamos puedan ser abordadas en el futuro, contando para ello con el respaldo necesario. El citado plan de transferencia tiene por objetivo trasladar el nuevo conocimiento generado en la investigación, es decir, el nuevo modelo de presupuestación de obras de edificación y sus herramientas complementarias, a sus agentes destinatarios, los agentes de la edificación, para que puedan beneficiarse de sus ventajas a la hora de estimar los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas.

Este macroplan de transferencia se subdivide en tres planes que analizaremos detenidamente a continuación:

- Plan de difusión
- Plan de protección
- Plan de implantación.

3.1. Plan de difusión

El plan de difusión que presentamos, tal y como comentamos anteriormente, tiene por objeto la transmisión integral de la presente investigación a todos los agentes de la sociedad a los que puede afectar, directa o indirectamente, es decir, a los agentes de la edificación, de la Administración Pública y de la comunidad científica. Esta transmisión integral conlleva la difusión tanto de los resultados derivados de la investigación, es decir, del nuevo modelo de presupuestación de obras de

¹⁸³ A medida que avanza la investigación los resultados obtenidos en etapas previas son convenientemente revisados en base a la metodología de mejora continua aplicada. Esta característica transforma en provisionales todos los resultados intermedios de la investigación e, incluso, los resultados finales de la misma pueden llegar a considerarse como provisionales desde la óptica del inicio de una nueva investigación que acometa un nuevo ciclo de revisión de los mismos.

edificación basado en procesos productivos y del sistema de clasificación por procesos para obra nueva, como de los trabajos desarrollados en la misma.

En una primera fase, coincidente con el desarrollo de la presente tesis doctoral, hemos abordado la difusión de la investigación mediante la participación en los siguientes congresos y revistas nacionales:

- XIII Congreso Nacional Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones
- III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2003
- Diploma de Estudios Avanzados de la Universidad de Sevilla
- I Jornadas de Investigación en Arquitectura y Urbanismo, IAU04
- Revista BIA nº 233, septiembre-octubre 2004
- III Jornadas Doctorales de Andalucía
- IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2006
- V Jornada de Jóvenes Investigadores
- I Jornada Nacional de Investigación en Edificación
- Revista BIA nº 248, marzo-abril 2007.

La elección del ámbito nacional como punto de partida del plan de difusión responde al objetivo inicialmente previsto por la investigación de superación de las prestaciones ofrecidas por los actuales modelos de presupuestación españoles. Sin embargo, por otra parte, en previsión de su futura internacionalización, el modelo incorpora desde su gestación las claves que posibilitan su crecimiento espacial a lo largo del tiempo.

En una segunda fase afrontaremos de forma gradual y sistemática su enraizamiento en el contexto nacional mediante el desarrollo de campañas informativas y formativas en el nuevo modelo y sus herramientas complementarias. Para ello, continuaremos participando en todos aquellos foros¹⁸⁴ que congreguen a los agentes destinatarios del nuevo modelo de presupuestación por procesos, así como publicando libros¹⁸⁵ y artículos en los medios de comunicación de mayor impacto en el sector, tanto a nivel divulgativo como científico. Asimismo, procederemos al registro del nuevo modelo como Documento reconocido del Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006) poniéndolo en conocimiento y a disposición de todos los agentes de la edificación nacionales.

Cabe destacar que el presente plan de difusión no pretende transmitir conocimientos rígidos y definitivos¹⁸⁶, sino que, por el contrario, aspira a hacer protagonistas a sus receptores de la revisión y mejora del modelo. Se trata pues de una difusión activa y dinámica que propiciará la creación de espacios de encuentro¹⁸⁷ y talleres de trabajo, tanto presenciales como no presenciales¹⁸⁸, entre los distintos agentes del sector para debatir las soluciones propuestas y colaborar en su

¹⁸⁴ Por supuesto, no faltaremos a la cita de la V Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2009, que se celebrará en Albacete. La evolución de estas convenciones se ha desarrollado en paralelo a la de nuestros trabajos de investigación. En ellas hemos tenido ocasión de compartir gradualmente con los profesionales de la arquitectura técnica españoles el estado y grado de avance de nuestro proyecto desde que empezó a dar sus primeros pasos. Por este motivo, nos llenaría de orgullo y satisfacción poder presentar en su próxima edición los resultados finales de nuestra investigación, así como los nuevos retos de futuro que se le plantean por delante. Por otra parte, nos gustaría volver a participar en los Congresos Nacionales de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones celebrados anualmente compartiendo, con los docentes de la presupuestación de obras congregados en ellos, el nuevo modelo de presupuestación de obras por procesos.

¹⁸⁵ Entre estas publicaciones cabe destacar la deseable y conveniente publicación de la presente tesis doctoral. Su posterior distribución gratuita por los centros universitarios y colegios profesionales del sector nos permitiría llegar a un gran número de agentes de la edificación y hacerles reflexionar sobre todo lo tratado en la misma con la intención de suscitar su interés.

¹⁸⁶ Somos conscientes de que el nuevo conocimiento resultante de esta investigación es susceptible de ser perfeccionado y actualizado de forma permanente.

¹⁸⁷ Tanto creando nuevos espacios como consolidando los ya existentes.

¹⁸⁸ Si bien el uso de las nuevas tecnologías (Internet, videoconferencias, etc) permite optimizar la eficiencia del plan de difusión propuesto, transmitiendo gran cantidad de información a numerosos lugares en un tiempo récord, la fuerza expresiva de los medios de difusión tradicionales, basados en la palabra oral y escrita, no se debe menospreciar. Así, el plan de difusión óptimo deriva del uso combinado y equilibrado de los medios tradicionales y de los vinculados a las nuevas tecnologías.

perfeccionamiento¹⁸⁹. De este modo, el nuevo modelo pretende impulsar y suscitar el debate de la innovación y el incremento de la eficacia en el sector de la construcción.

Para que este debate sea una realidad, es decir, para que genere interés en el sector, es imprescindible contar con el apoyo de los tres pilares básicos en torno a los que gira su actividad, el del ámbito universitario¹⁹⁰, el de la Administración Pública y, finalmente, el de los colegios profesionales de los agentes intervinientes en el sistema obra de edificación. Del consenso resultante entre estas tres partes, saldrán un modelo de presupuestación por procesos y un sistema de clasificación por procesos para obra nueva reforzados y aceptados por todos, alcanzando sus más altas cotas de eficiencia y utilidad al servicio del sector¹⁹¹. Del éxito del plan de difusión de la presente investigación, es decir, de la respuesta dada al mismo por los agentes del sector, depende en gran medida la viabilidad de su implantación en el tejido productivo español.

Tras la consolidación de la difusión del modelo por procesos a nivel nacional, abordaremos su transmisión a nivel internacional¹⁹². Conocedores de que la convergencia de los mercados europeos es ya una realidad, proponemos afrontar el reto de la convergencia de los modelos de presupuestación empleados en Europa. De este modo, de forma análoga a lo comentado a nivel nacional, participaríamos en foros europeos de encuentro entre los diferentes agentes del sector, tales como congresos internacionales¹⁹³, al tiempo que publicaríamos el contenido de la presente investigación en los medios de comunicación más influyentes, tanto divulgativos como especializados. Uno de nuestros principales objetivos, además de poner a disposición de los agentes europeos del sector el nuevo modelo por procesos, es trasladar el debate nacional sobre la presupuestación de las obras de edificación y su contribución a la mejora de la eficacia del sistema a Europa, ya que estamos seguros que de un debate abierto y plural surgirán interesantes planteamientos que retroalimentarán la mejora continua del modelo propuesto.

Finalmente, el último paso del plan de difusión sería su transmisión a nivel mundial. Esta fase, si bien parece muy remota e improbable de alcanzar a día de hoy, no debe ser totalmente descartada en nuestras propuestas de actuación ya que vivimos en una sociedad global en la que el resto del mundo, por muy distante que pueda parecer, está al alcance de la mano. La creación de grandes foros de debate sobre la eficacia del sistema obra de edificación y sus herramientas sería una experiencia muy enriquecedora que contribuiría enormemente a la evolución y avance del sector construcción a nivel global. En este sentido, las nuevas tecnologías¹⁹⁴ tienen mucho que decir, perfilándose como potentes herramientas capaces de hacer realidad este sueño.

3.2. Plan de protección

Dentro del plan de transferencia integral del nuevo modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos, se encuentra su correspondiente plan de protección. Antes de profundizar en el mismo, es conveniente recalcar que entre nuestras propuestas de actuación prima la difusión del nuevo conocimiento frente a su protección al proceder de una investigación al servicio de la sociedad sin ánimo de lucro. Conscientes de que de esta secuencia de actuación pueden derivarse determinadas incompatibilidades que cuestionen la originalidad del conocimiento cuya protección se requiere, necesitaremos asesoramiento especializado para poder

¹⁸⁹ Uno de los principales objetivos de este plan de difusión es invitar a los agentes del sector a formar parte del nuevo modelo por procesos participando activamente en el desarrollo de las líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación levantadas.

¹⁹⁰ Principalmente el relacionado con las Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura y las Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica, por ser éstos los centros en los que se imparte la docencia y se investiga sobre el sector construcción.

¹⁹¹ De alcanzarse este consenso podríamos hablar de la creación de un nuevo lenguaje común de comunicación entre los agentes del sector construcción, eficiente, flexible e innovador.

¹⁹² La difusión internacional también se prevé de forma gradual y escalonada, comenzando con su inmersión en el contexto europeo, para poder afrontar posteriormente el reto de su transmisión a escala mundial. Aunque este planteamiento pueda parecer excesivamente ambicioso y utópico, no hemos querido limitar el crecimiento del modelo propuesto a nivel espacial conscientes de que sus verdaderas limitaciones le vendrán impuestas por el curso de los acontecimientos, en función del grado de aceptación que reciba.

¹⁹³ Requiriendo especial mención las reuniones del Comité de Economistas Europeos de la Construcción que congrega a especialistas internacionales en la presupuestación de obras.

¹⁹⁴ Así, podemos crear fácilmente espacios virtuales de comunicación entre agentes internacionales del sector construcción tales como páginas Web, blogs, foros, chats.

abordar satisfactoriamente la gestión de la propiedad intelectual del modelo de presupuestación propuesto.

Sea como fuere, podríamos estar hablando de la creación de un nuevo modelo de utilidad y del registro de un programa informático, cuando se desarrollasen las herramientas informáticas que doten de operatividad al modelo, tal y como hemos planteado entre las líneas de investigación derivadas. En cualquier caso, esta protección se haría por la propia seguridad del conocimiento y nunca con fines mercantilistas, ya que como se comentó anteriormente, el espíritu de esta investigación es un espíritu sin ánimo de lucro que no pretende explotar la comercialización de sus resultados¹⁹⁵. Por este motivo, la distribución del modelo de presupuestación por procesos propuesto y de sus herramientas complementarias se plantea como una distribución gratuita a los agentes de la edificación centralizada en puntos neurálgicos del ámbito universitario (Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura y Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica), del sector (Colegios Profesionales de Arquitectos y Aparejadores) y de la Administración Pública.

3.3. Plan de implantación

El plan de transferencia del modelo culmina, tras completar con éxito las fases previas de difusión¹⁹⁶ y protección del nuevo conocimiento, con su implantación en el tejido productivo. Esta implantación ha de acometerse de forma progresiva y sistemática dados los grandes escollos que debe salvar.

Concretamente en el ámbito nacional, estos escollos hacen referencia a la rigidez del marco legal vigente que restringe enormemente la aplicación de nuevos modelos de presupuestación de obras como el que proponemos, contraponiéndose a la libre competencia¹⁹⁷ que debe inspirar los mercados capitalistas. Así, el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 2/2000) exige el empleo del modelo de presupuestación basado en las unidades de obra en la redacción de los presupuestos de las obras promovidas por la propia Administración, reduciendo a corto plazo la aplicación del modelo por procesos al ámbito de las obras de promoción privada en cualquiera de sus fases.

Caso distinto es el del análisis de costes que realizan los contratistas a nivel interno en la fase de contratación de las obras de edificación, independientemente de su tipo de promoción, para poder presentar su correspondiente oferta a los procesos de licitación y en la fase de ejecución para realizar su seguimiento y gestión. Estos campos de actuación exceden los límites regulados por la mencionada normativa, disponiendo el presupuestador de plena libertad para el empleo de un modelo u otro en la elaboración de estas estimaciones.

Por todo ello, nuestros primeros clientes, es decir, los primeros agentes que podrían llevar a la práctica la implantación del nuevo modelo serían preferentemente los presupuestadores vinculados a los agentes constructores, responsables de la redacción de ofertas en fase de contratación y de estimaciones de costes en fase de ejecución, y, en general, los que trabajen en el ámbito de las obras de promoción privada, permitiéndoles el modelo de presupuestación por procesos desarrollar estimaciones de costes esperados detalladas y veraces e, incluso, abordar su posible optimización.

Para que el modelo de presupuestación pueda implantarse de forma generalizada como modelo alternativo a los actuales para la generación de presupuestos, en fase de proyecto y contratación, es necesaria la modificación de la anteriormente mencionada LCAP. He aquí un gran obstáculo que frena la implantación del nuevo modelo de presupuestación propuesto a nivel nacional, al llevar procesos políticos de cambio aparejados. Pese a todo, y aún a riesgo de ser tachados de utópicos e

¹⁹⁵ Únicamente se barajaría la opción de explotar la comercialización de los resultados de la presente tesis doctoral en el supuesto de que dichos beneficios revirtiesen íntegramente en el fomento de la investigación en el sector de la construcción.

¹⁹⁶ La aceptación del nuevo modelo es un requisito indispensable para la viabilidad de su implantación en el sector construcción nacional como alternativa real a los modelos de presupuestación existentes en la actualidad.

¹⁹⁷ El fomento de la libre competencia de productos en un mercado estimula el incremento de la calidad en los mismos, así como proporciona una respuesta a medida al amplio espectro de demanda existente, ofreciendo diferentes soluciones adaptadas a las distintas necesidades de cada usuario.

idealistas, somos partidarios de apostar por los procesos de cambio y renovación, en todos los niveles, incluido el nivel político, y de luchar vehementemente por el cumplimiento de los sueños.

Por último, otra de las propuestas que presentamos es la implantación del modelo en mercados internacionales, dado que su configuración contempla las claves para poder dar una adecuada respuesta a sus necesidades de presupuestación. En primer lugar, abordaríamos el mercado europeo, para posteriormente dar el salto al gran mercado global que es el mundo. Puestos a soñar, podemos imaginar la exitosa implantación mundial del nuevo modelo que se convertiría en una potente herramienta global de comunicación entre todos los agentes del sector. Por utópica que pueda parecer esta realidad puede llegar a ser más accesible que la de la implantación del modelo a nivel nacional, dado que el marco legislativo internacional no es tan restrictivo como el nuestro.

Conscientes de lo ambiciosa y difícil que se presenta esta etapa de implantación del modelo en el sector construcción, no nos atrevemos a fijarle plazos de tiempo. En cualquier caso, tenemos la certeza de que la eficiencia, flexibilidad e innovación del modelo de presupuestación por procesos que proponemos abrirán muchas puertas que a día de hoy nos parecen infranqueables.

Conclusiones:

Para finalizar, recopilamos las principales conclusiones extraídas de la presente tesis doctoral sobre el modelo propuesto y la investigación en la que se ha gestado.

En relación al **modelo por procesos**, cabe destacar su **satisfactorio cumplimiento de los objetivos** que le habían sido asignados:

- ✓ Estimación detallada y veraz de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas.
- ✓ Optimización del presupuesto y, por extensión, del sistema obra de edificación.
- ✓ Enriquecimiento de la oferta de modelos de presupuestación.
- ✓ Contribución al incremento de calidad del sector construcción.

Estimación detallada y veraz de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas.

El modelo por procesos tiene la capacidad de generar presupuestos de un elevado nivel de definición y cercanía a la realidad de las obras.

- Elabora presupuestos integrales que incorporan todos los costes generados en los centros de producción, incluso los relacionados con su implantación y retirada, la gestión de la seguridad y los residuos de construcción y demolición¹⁹⁸ (RCD) y el control de la calidad.
- Da respuestas a medida a la presupuestación de las infinitas obras de edificación posibles, tanto presentes como futuras, de cualquier ámbito geográfico.
- Proporciona gran cantidad de información a los agentes de la edificación, siendo competencia del presupuestador, en cada caso, elegir el nivel de detalle conveniente.
- Requiere gran cantidad de información de entrada, siendo necesario conocer el perfil del agente constructor y la planificación, organización y programación de las obras.
- Genera presupuestos transparentes que favorecen una adecuada comunicación entre los agentes de la edificación, garantizando la regulación y armonización de sus relaciones.
- Dota de fiabilidad a los presupuestos, garantizando su ausencia de omisiones y repeticiones de costes, es decir, dando fiel cumplimiento a las dos leyes básicas de la presupuestación.
- Sus mecanismos operativos, sencillos y reiterativos, combinan la división de la obra en partes (procesos), integrantes de una sucesión de niveles de descomposición jerarquizados, con el posterior tratamiento ascendente de sus correspondientes costes hasta llegar a la obtención del Importe de Ejecución Material (IEM).
- Su primera herramienta complementaria, el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta, tiene por objetivo dotarle de un lenguaje común para la construcción de los mapas de procesos de esta tipología de obras, propiciando el intercambio de información entre los agentes del sector.
- Su eficiencia es aún insuficiente dada la ingente cantidad de trabajo y tiempo que precisa su aplicación. Para paliar este inconveniente proponemos como líneas de investigación derivadas el desarrollo de nuevas herramientas complementarias que faciliten su implementación.

¹⁹⁸ Posibles generadores de ingresos.

Optimización del presupuesto y, por extensión, del sistema obra de edificación.

Una de las principales y más innovadoras ventajas del modelo es su capacidad de optimizar los presupuestos mediante la simulación comparada de diferentes alternativas de planificación, organización y programación de las obras (POP).

- Opcionalmente, posibilita a los presupuestadores la optimización de los presupuestos.
- En fase de proyecto, permite la optimización del diseño de la edificación mediante el desarrollo de mecanismos de retroalimentación¹⁹⁹.
- Proporciona gran cantidad de información adicional a los agentes del sector sobre el comportamiento del sistema y su incidencia en los costes, situándoles en una privilegiada posición desde la que poder abordar con éxito la toma de decisiones y gestión de las obras.
- Esta utilidad de optimización nace de su búsqueda de la excelencia en la presupuestación, persiguiendo la eficiencia, flexibilidad e innovación de los presupuestos.

Enriquecimiento de la oferta de modelos de presupuestación.

El modelo por procesos se presenta como una herramienta alternativa destinada a enriquecer, cuantitativa y cualitativamente, la oferta de modelos de presupuestación existente.

- Dota a los presupuestadores de un repertorio de herramientas más amplio, completo y especializado con el que poder abordar eficazmente su práctica profesional, confiriéndoles la capacidad y libertad de elegir, en cada caso, la que mejor se adapte a sus necesidades, así como la confianza de saber que todos los requerimientos que se les puedan plantear pueden ser adecuadamente solventables.
- Complementa a los modelos disponibles, modelos de predimensionado y modelo de unidades de obra, cubriendo un espectro de la nueva demanda presupuestaria desatendido, aquél que precisa estimaciones de costes esperados detalladas y cercanas a la realidad.
- Hasta ahora, el modelo de unidades de obra ha proporcionado respuestas estandarizadas a la presupuestación, haciendo uso de los recursos disponibles, que han permitido mantener un razonable equilibrio en el conjunto de las relaciones económico-presupuestarias que se establecen entre los agentes de la edificación.
- Gestado como una nueva herramienta especialmente indicada para la redacción de presupuestos que requieran un elevado nivel de definición y transparencia, gracias al avance de las herramientas informáticas.
- Es aplicable a todas las tipologías edificatorias.
- Su principal aplicación se produce en la fase de contratación, como apoyo a la presentación de ofertas, y en la fase de ejecución de las obras para su seguimiento y la redacción de presupuestos modificados. Herramienta muy cercana al entorno de las empresas constructoras.
- En fase de proyecto, su uso es aconsejable cuando el equipo técnico conoce el perfil de la empresa constructora²⁰⁰, respondiendo el POP confeccionado a sus características reales y posibilitando, incluso, la optimización del diseño de la edificación.

¹⁹⁹ Movimientos de información bidireccionales que persiguen el equilibrio del sistema obra de edificación.

²⁰⁰ Por ejemplo, esta circunstancia se produce cuando a un concurso de proyecto concurren conjuntamente técnicos y contrata. Por el contrario, el desconocimiento del perfil del agente constructor requiere la formulación de hipótesis que permitan desarrollar el POP de las obras.

- Puede combinarse el uso de diferentes modelos de presupuestación a lo largo de las distintas fases del ciclo de vida de la edificación. Así, en fase de proyecto, puede resultar más adecuado el empleo de los modelos de predimensionado o de unidades de obra y en las fases de contratación y ejecución el modelo por procesos.
- Su implantación a nivel nacional en el ámbito de la promoción pública se ve dificultada por el restrictivo y rígido marco legislativo vigente, principalmente por las referencias de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (LCAP), RD 2/2000, al uso del modelo de unidades de obra en los presupuestos de las obras promovidas por la Administración.
- En el ámbito de las obras de promoción privada, su implantación es viable aunque difícil, dado que el modelo de unidades de obra parte de una situación de ventaja con la que es difícil “competir”²⁰¹, al encontrarse enormemente arraigado en el sector, avalado por la LCAP y la tradición, y contar con numerosas herramientas complementarias que facilitan su implementación.
- Su concepción integral de las obras no es compartida con la del RD 1627/97, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el cual estipula la obligatoriedad de segregar la presupuestación de esta materia en las obras que requieran de un Estudio de Seguridad. En cualquier caso, su aplicación es compatible con el mismo.
- Su implantación a nivel internacional, en principio, no cuenta con ningún impedimento reseñable.
- La revisión continua de sus postulados posibilita la vigencia y durabilidad de su implantación con el paso del tiempo, dando respuesta a obras presentes y futuras.

Contribución al incremento de calidad del sector construcción.

El modelo contribuye a la mejora continua del sector construcción a partir del perfeccionamiento de una de sus herramientas fundamentales, el presupuesto, por ser la encargada de regular las relaciones económicas entre los agentes de la edificación.

- Impregnado por la búsqueda de la excelencia, proporciona una respuesta eficiente, flexible e innovadora a la presupuestación de obras, capaz de adaptarse e, incluso, adelantarse a las cambiantes y cada vez más exigentes demandas del sector.
- Participa en la creación de una incipiente “cultura de la innovación” en el sector construcción, que apuesta por la investigación como motor de su crecimiento sostenible, sirviendo como referente e impulsor de nuevas iniciativas.
- El sector necesita mirar hacia adelante, renovarse y avanzar para poder afrontar y dar una adecuada respuesta a los nuevos retos del siglo XXI, que apuntan hacia una creciente demanda de calidad fruto de la convergencia de los mercados.
- Su contribución a la modernización y evolución del sector construcción, dado su carácter de locomotora, redundará en la modernización y evolución del conjunto de nuestra economía y, por ende, de la sociedad.

²⁰¹ Entendiendo esta competencia como convivencia en el mercado, dado que sus grandes diferencias les confieren, en general, ámbitos de aplicación no coincidentes.

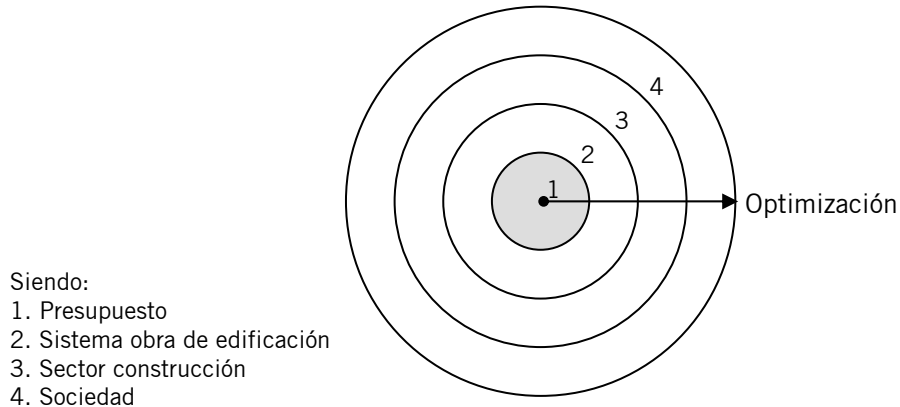


Figura 30. Efecto expansivo de los procesos de optimización

Análogamente, en relación con el desarrollo de la **investigación**, podemos concluir que se han **alcanzado los objetivos** inicialmente **previstos** y, de cara al futuro, se han **formulado nuevos objetivos** que permitan seguir impulsando el avance continuo del ciclo de vida del conocimiento.

- ✓ Revisión crítica del conocimiento existente sobre modelos de presupuestación nacionales.
- ✓ Generación del nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos.
- ✓ Inicio de la transferencia del modelo por procesos al sector construcción.
- ✓ Formulación de líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación.

El cumplimiento de todos estos objetivos a lo largo de la etapa preliminar de trabajo de la investigación, correspondiente a la presente tesis doctoral, abre el camino al desarrollo de una nueva etapa de futuro que la dote de continuidad y renovada utilidad.

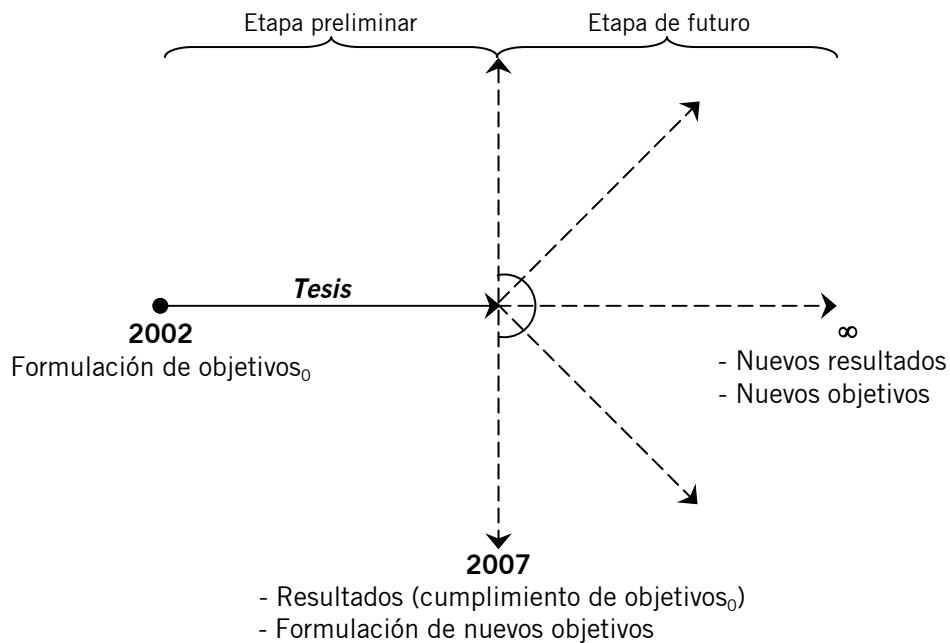


Figura 31. Etapas de la investigación

Revisión crítica del conocimiento existente sobre modelos de presupuestación nacionales.

La investigación parte de la revisión crítica del conocimiento existente en materia de presupuestación a nivel nacional.

- La revisión de los modelos de predimensionado y del modelo de unidades de obra nos ha permitido identificar sus principales virtudes y carencias.
- Destaca su gran capacidad formativa, continua y especializada, de los agentes del conocimiento participantes.

Generación del nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos.

La generación de nuevo conocimiento aplicado tiene por objetivo la satisfacción de las carencias presupuestarias identificadas en la anterior fase de revisión, como respuesta al deseo de la investigación de contribución a la mejora continua del conocimiento.

- Hemos caracterizado de forma exhaustiva y empíricamente contrastada un eficaz modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos y su correspondiente sistema de clasificación sistemática por procesos para obra nueva.
- La metodología de trabajo empleada, basada en la mejora continua, confiere al nuevo conocimiento gestado la capacidad de ser revisado y actualizado de forma permanente, permitiéndole adaptarse a todas las situaciones, presentes y futuras, posibles. Gran potencial de crecimiento y sostenibilidad.

Inicio de la transferencia del modelo por procesos al sector construcción.

Por tratarse de una compleja investigación aplicada, hemos abordado el comienzo de la transmisión del nuevo conocimiento generado a los agentes de la edificación. Asimismo, hemos podido enriquecer nuestra experiencia compartiéndola con otros agentes de la comunidad científica.

- Hemos iniciado la difusión del modelo por procesos y de la investigación en la que se ha gestado entre los agentes del sector y del conocimiento a nivel nacional.

Formulación de líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación.

Impregnada de su metodología de trabajo de mejora continua, la presente investigación aspira a poder seguir siendo perfeccionada en futuras líneas de investigación derivadas y a transferir sus resultados al tejido productivo cuyas necesidades pretende satisfacer.

- La presente tesis doctoral se encuadra dentro de un proyecto de investigación de mayor dimensión cuyo objetivo es dotar de continuidad al trabajo iniciado en la misma.
- Surgen numerosas e interesantes líneas de investigación derivadas, encaminadas a mejorar y actualizar continuamente el modelo por procesos (líneas verticales) o a extrapolar sus planteamientos a nuevas materias (líneas transversales). Gran potencial de crecimiento e impulsión del conocimiento. Oportunidad para seguir innovando.
- Entre las líneas de investigación derivadas transversales destacan el desarrollo de sistemas informáticos específicos y de sistemas de clasificación por procesos para las distintas tipologías edificatorias²⁰² que incrementen la operatividad del modelo.

²⁰² Hasta el momento, se ha redactado el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

- La continuidad de la presente investigación dependerá, fundamentalmente, del grado de interés, consenso y apoyo que suscite la misma entre los agentes de la edificación y de la comunidad científica.
- Proponemos un plan de transferencia gradual del modelo por procesos, resultante de la investigación, al sector construcción: plan de difusión, protección e implantación.
- El plan de difusión trasciende la mera transmisión del nuevo conocimiento, persiguiendo, además, su aceptación y asimilación por parte de los agentes de la edificación²⁰³.
- El plan de protección del nuevo modelo es indispensable para garantizar el desarrollo de su adecuada gestión.
- El plan de implantación tiene por objetivo transformar progresivamente el nuevo conocimiento teórico generado en conocimiento aplicado a disposición de los agentes de la edificación, completando su ciclo de vida y dotando a la investigación de máxima utilidad y sentido, al materializar su vocación de servicio en un servicio real al sector construcción.
- Para que esta implantación sea posible es imprescindible poder contar con la estrecha colaboración y participación activa de todos los agentes implicados: investigadores, empresarios y Administración Pública.
- La apropiación del modelo por parte de los agentes del sector les conferirá la capacidad de utilizarlo en la redacción de sus presupuestos, así como de participar activamente en su revisión y mejora continuas. Alternativa real en permanente evolución, sujeta a un vivo y dinámico debate colectivo.
- Del grado de difusión y aceptación de los sistemas de clasificación por procesos dependerá su utilidad como lenguaje unificado que favorezca la comunicación entre los agentes de la edificación.
- Los principales obstáculos a la implantación nacional del modelo por procesos son su laboriosidad²⁰⁴, el fuerte arraigo del modelo de unidades de obra en la práctica presupuestaria y el restrictivo marco legal vigente²⁰⁵ (LCAP).
- A nivel internacional su implementación es totalmente viable. Modelo de proyección internacional.

²⁰³ Procesos de información y formación.

²⁰⁴ Este inconveniente será minimizado cuando se desarrollen las herramientas informáticas específicas para el modelo por procesos, anteriormente comentadas.

²⁰⁵ El fomento de una “cultura de la innovación” en el sector y, en general, en la sociedad propiciará la apertura y flexibilización de este rígido contexto.

Diccionario de términos:

En este capítulo vamos a desarrollar un sucinto glosario sobre los términos más relevantes de la presente investigación, los cuales pueden ser clasificados en tres grandes grupos:

- Términos nuevos²⁰⁶ acuñados en la investigación.
- Términos existentes, que cobran nuevas acepciones en nuestro trabajo.
- Términos existentes de especial interés, que reproducen fielmente su significado.

A

Actividad: Proceso productivo correspondiente a un conjunto de tareas componentes del sistema obra de edificación, el cual se localiza dentro del mapa de procesos en el primer nivel que ha de ser especificado expresamente por el presupuestador, es decir, en el primer nivel de procesos no perteneciente al sistema de clasificación empleado como referencia en su elaboración.

Actividad básica: Véase proceso básico de nivel 3 (PB N3).

Actividad de ejecución: Véase proceso de ejecución de nivel 4 (PE N4).

Actuaciones preparatorias: Etapa inicial del ciclo de vida de la edificación destinada al desarrollo de los trabajos previos necesarios para la redacción de su correspondiente proyecto, tales como adquisición de suelo, elaboración de estudios de viabilidad inmobiliaria, etc. Subsistema componente del sistema obra de edificación.

Adhocrático: En relación con un sistema, hace referencia a aquél desarrollado expresamente para la consecución de un determinado fin. Los sistemas productivos adhocráticos son sistemas diseñados a medida para la producción de prototipos.

Adjudicación: Proceso, perteneciente al subsistema contratación del sistema obra de edificación, en el que el promotor elige al constructor encargado de ejecutar las obras. La adjudicación puede realizarse por cualquiera de los siguientes procedimientos al uso: por concurso, por subasta o mediante adjudicación directa. En la adjudicación por subasta el promotor selecciona la oferta adjudicataria entre todas las concurrentes a la licitación atendiendo a criterios estrictamente económicos (a la baja, a la par, al alza), mientras que en la adjudicación por concurso se contemplan además criterios adicionales de otra índole. Finalmente, en la adjudicación directa, como su propio nombre indica, el promotor elige directamente al constructor sin realizar un proceso de selección previo.

Administración Pública: Agente encargado de regular las relaciones existentes entre los diversos agentes integrantes de los diferentes sistemas componentes de la sociedad mediante el establecimiento de su correspondiente marco legal. Así, en el sistema obra de edificación, la Administración Pública es el agente encargado de regular las relaciones existentes entre los distintos agentes de la edificación y de garantizar su adecuado desarrollo. Por su parte, en la sociedad del conocimiento es el agente responsable de regular las relaciones existentes entre sus distintos agentes y de garantizar el equilibrio entre la oferta y la demanda de conocimiento.

Agente: Persona, física o jurídica, que participa en el desarrollo de un sistema. Del grado de colaboración, comunicación y compromiso de los agentes depende en buena medida el equilibrio de los sistemas. Encontrar la óptima combinación entre sus intereses, cuotas de poder y de responsabilidad es la clave para garantizar esta conveniente y deseable armonía.

Agente de la edificación: Persona, física o jurídica, que interviene en el sistema obra de edificación. Entre los principales agentes de la edificación figuran el constructor, el equipo técnico, el gestor autorizado de RCD, el gestor del producto, el promotor, el usuario y la Administración Pública.

Agente del conocimiento: Persona, física o jurídica, que interviene en el sistema conocimiento. Entre los principales protagonistas del mismo destacan la Administración Pública, la universidad y el tejido productivo, es decir, la sociedad en general. Una de las características fundamentales de

²⁰⁶ Una de las licencias de la actividad investigadora, común a todas las actividades creativas, es la de poder acuñar nuevos conceptos y ampliar el significado de otros ya existentes que den nombre al nuevo conocimiento generado como fruto de su desarrollo.

estos agentes es la dualidad de su carácter que les permite actuar, indistintamente, como demandantes y oferentes de conocimiento.

Agregación [A]: Operación ascendente consistente en la suma de los costes complejos pertenecientes a un determinado nivel de procesos y componentes de un mismo proceso de nivel superior destinada a obtener su correspondiente coste unitario.

$$C_{U}Nn-1 = \sum C_{C}Nn \quad [A]$$

Siendo:

$C_{U}Nn-1$, coste genérico unitario de nivel “ $n-1$ ”

$C_{C}Nn$, coste genérico complejo de nivel “ n ”.

B

Banco de costes de suministro: Relación de los costes unitarios de los procesos de suministro más frecuentes del sistema obra de edificación, correspondientes a los costes de sus componentes de entrada (recursos) y salida (recursos de carácter auxiliar y residuos), que ha de estar permanentemente actualizada para ser de utilidad a los agentes del sector.

Beneficio Industrial (BI): Coste exógeno que representa el margen sobre ventas que obtiene el agente constructor por la ejecución de las obras. Este coste, tanto en el modelo de unidades de obras como en el modelo por procesos, se imputa por vía indirecta mediante la aplicación de un determinado porcentaje sobre el Importe de Ejecución Material (IEM).

C

Cambio: Modificación o transformación que experimenta un sistema a raíz de la variación, total o parcial, de sus componentes integrantes o condiciones de contorno. En este sentido, los cambios pueden venir inducidos por estímulos internos del propio sistema o por estímulos externos procedentes de su entorno. En cualquier caso, la producción de cambios en un sistema en evolución es inevitable e indispensable para la misma, acarreado la demanda de nuevas necesidades y exigencias que resuelvan su adaptación a los mismos. Estos cambios pueden ser percibidos por los agentes del sistema de formas diametralmente opuestas en base al grado de recepción de su actitud, bien como incómodos problemas que amenazan su equilibrio o, por el contrario, como oportunidades de mejora y retos por superar.

Ciclo de mejora continua: Metodología científica basada en la revisión y perfeccionamiento permanentes de los procesos y resultados de un sistema productivo, que permite encadenar de forma continua infinitos ciclos de desarrollo del mismo gracias a la retroalimentación de la información procedente de su evaluación, favoreciendo la adaptación de dicho sistema a su entorno.

Ciclo de vida (trazabilidad): Conjunto de fases de desarrollo de un determinado sistema productivo o de cualquiera de sus elementos componentes. Así, por ejemplo, el ciclo de vida de un recurso material prefabricado se inicia con sus procesos exógenos de fabricación, continúa con su comercialización, su gestión (acopio, transporte y mantenimiento) y posterior consumo en obra, finalizando con la gestión y retirada del centro de producción de sus correspondientes residuos.

Ciclo de vida de la edificación: Conjunto de fases de desarrollo del sistema obra de edificación compuesto, generalmente, por los subsistemas actuaciones preparatorias, proyecto, contratación, ejecución, comercialización, uso y mantenimiento y, finalmente, el subsistema deconstrucción y/o recuperación, según los casos.

Ciclo de vida del conocimiento: Conjunto de fases de desarrollo del sistema conocimiento compuesto, generalmente, por los subsistemas investigación (revisión y generación) y transferencia (difusión, protección e implantación).

Ciencia: Conjunto de conocimientos y doctrinas metódicamente ordenado, relativo a una determinada materia.

Centro de producción (CP): Fábrica instalada ad hoc, es decir, expresamente y con carácter provisional, por parte del agente constructor para la ejecución de las obras de edificación proyectadas, en la que se desarrollan todos los procesos endógenos.

Clasificación sistemática por procesos: Relación ordenada y codificada de todos los procesos endógenos integrantes del sistema obra de edificación correspondiente a una determinada tipología edificatoria, pertenecientes a los niveles superiores de los mapas de procesos y con la capacidad de generar costes. En ella figuran expresamente reflejados los procesos más frecuentes, así como se establecen mecanismos²⁰⁷ que permiten incorporar, en cualquier momento, otros posibles procesos no identificados inicialmente como procesos de carácter general. De este modo, las clasificaciones sistemáticas se perfilan como potentes herramientas complementarias al modelo de presupuestación por procesos capaces de facilitar el intercambio de información entre sus distintos presupuestos y agentes de la edificación, mediante la estandarización de la estructura de sus mapas de procesos. De todo lo anterior se desprende que la eficiencia de estas herramientas depende de su grado de aceptación y consenso por parte de los agentes del sector.

Clasificación sistemática por procesos para obras de nueva planta convencionales: Sistema de clasificación de los procesos endógenos desarrollados en las obras de edificación de nueva planta convencionales, gestado en la presente investigación²⁰⁸, en el que se identifican, ordenan jerárquicamente y codifican numéricamente²⁰⁹ los principales procesos básicos y de ejecución de obra nueva correspondientes a los niveles 1, 2 y 1, 2, 3 del mapa de procesos, respectivamente. Su futura aceptación por parte de los agentes del sector pasa por su necesaria revisión y perfeccionamiento colectivos previos.

Código: Denominación simbólica, sintética y sistemática, que se construye y descifra a partir de unas determinadas claves para representar una información u objeto. En función de las claves de codificación elegidas podemos diferenciar varios tipos de códigos (alfabéticos, numéricos, alfanuméricos y simbólicos).

Comercialización: Etapa del ciclo de vida de la edificación destinada a su venta o alquiler en el mercado de productos inmobiliarios. Subsistema componente del sistema obra de edificación.

Componente: Cada uno de los elementos de entrada y/o salida de un determinado sistema productivo, participante en sus procesos integrantes. En el sistema obra de edificación, concretamente en su subsistema ejecución, podemos distinguir como componentes de entrada los denominados recursos y como componentes de salida los recursos de carácter auxiliar y los residuos de construcción y demolición, vinculados a sus correspondientes mercados de origen y/o destino.

Conocimiento: Sistema productivo destinado a satisfacer las necesidades de información-formación²¹⁰ de la sociedad mediante la revisión del conocimiento existente, la generación de nuevo conocimiento y su transferencia a su tejido productivo destinatario. En la sociedad actual, también denominada sociedad del conocimiento, existe una creciente apuesta por el conocimiento de excelencia dado su carácter de motor impulsor del avance y crecimiento sostenibles de la misma.

Construcción: Véase ejecución.

Constructor (contratista): Agente del sistema obra de edificación responsable de la ejecución de las obras de edificación proyectadas.

Contratación: Etapa del ciclo de vida de la edificación destinada a la adjudicación de la ejecución de las obras al agente constructor. Subsistema del sistema obra de edificación.

Contratista: Véase constructor.

²⁰⁷ Para ello, en todos los niveles de clasificación existe una terna de procesos continente, vacíos de contenido, denominados Procesos Mixtos, Procesos Especiales y Varios en los que tienen cabida todos aquellos procesos no contemplados expresamente en el sistema. Además, la flexibilidad del sistema de codificación elegido no sólo no agota los códigos de los procesos, sino que además los dispersa, permitiendo intercalar nuevos procesos en cualquier punto de la clasificación.

²⁰⁸ Como futuras líneas de investigación derivadas proponemos la redacción de los sistemas de clasificación correspondientes a las restantes tipologías edificatorias existentes (obras de edificación de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc).

²⁰⁹ Los códigos numéricos, dado su marcado carácter internacional, dotan a la clasificación desde su gestación de un gran potencial de crecimiento.

²¹⁰ Podemos clasificar las necesidades de conocimiento en tres grandes grupos: el de las necesidades cognitivas (saber), el de las necesidades instrumentales (saber hacer) y el de las necesidades actitudinales (ser).

Coste (C): En términos generales entendemos por coste el esfuerzo económico necesario para la consecución de un fin expresado en determinadas unidades monetarias. De este modo, el coste de un sistema productivo se define como el esfuerzo económico necesario para la obtención de su producto objetivo expresado en unidades monetarias²¹¹. En el caso que nos ocupa, el coste de la ejecución de las obras de edificación proyectadas es el esfuerzo económico necesario para la producción de dicha edificación expresado en euros (€). Así, el coste se presenta como un parámetro objetivo que permite caracterizar y cuantificar económicamente un sistema y sus distintos elementos integrantes, traduciéndolos a unidades monetarias susceptibles de ser comparadas.

Coste básico (CB): Coste endógeno generado por un proceso básico (PB). En la estructura de costes del modelo de presupuestación por procesos, los costes básicos se sitúan en niveles jerárquicos superiores a los de los costes de suministro e inferiores a los de los costes de ejecución. De este modo, en los presupuestos por procesos todos los costes de suministro se integran de forma ascendente en los costes básicos y éstos, a su vez, en los costes de ejecución.

Coste complejo (C_c): Coste correspondiente a un conjunto de unidades de proceso iguales existentes en una obra²¹², expresado en unidades monetarias. Analíticamente, su cálculo se obtiene mediante operaciones de integración [I], en las que se produce la aplicación de los costes unitarios (C_U) a las cantidades de cada unidad de proceso (Q_U).

$$C_C = Q_U \times C_U$$

Coste de ejecución (CE): Coste endógeno generado por un proceso de ejecución (PE). Este tipo de costes, situados en el extremo superior de la estructura de costes del modelo de presupuestación por procesos, concentran los costes correspondientes a los restantes niveles que la configuran, los costes básicos (CB) y los costes de suministro (CS).

Coste de suministro (CS): Coste exógeno generado por un proceso de suministro (PS). Estos costes se caracterizan por su cuantía, expresada en unidades monetarias, y por sus condiciones de suministro o retirada, según se trate de componentes de entrada o salida de las obras.

Coste directo (CD): Coste obtenido e incorporado en el presupuesto a partir de la integración de sus parámetros característicos (Q_U , C_U), aplicando a la cantidad de unidades de proceso iguales su correspondiente coste unitario ($Q_U \times C_U$). En el modelo por procesos todos los costes endógenos se imputan por vía directa, con su correspondiente signo (\pm), en aras de dar cumplimiento a sus objetivos de detalle y transparencia.

Coste endógeno (CE_N): Coste generado en el centro de producción de las obras.

Coste exógeno (CE_X): Coste generado fuera de los centros de producción de las obras, vinculado a los mercados exteriores. De este modo, podemos diferenciar dos grandes clases de costes exógenos según el tipo de mercado al que se encuentren vinculados, los costes de suministro (CS) vinculados a los mercados de componentes (mercados de recursos y mercados de residuos de construcción y demolición) y los Costes Indirectos Generales (CIG), el Beneficio Industrial (BI) y los impuestos sobre la producción (IP) vinculados a los mercados de productos inmobiliarios.

Coste fijo: En términos económicos se denominan costes fijos, en relación con una determinada variable, a los costes que no varían proporcionalmente al hacerla dicha variable. En el sector construcción, se consideran costes fijos aquéllos que no cambian de forma significativa cuando se modifica el volumen de producción de las obras. Por este motivo, la imputación indirecta, mediante la aplicación de un porcentaje sobre dicho volumen de producción, no es la forma más apropiada de integrar este tipo de costes en los presupuestos.

Coste indirecto (CI): Coste obtenido de la aplicación de un determinado porcentaje sobre un valor de referencia. En el modelo propuesto, los costes exógenos vinculados a los mercados de productos inmobiliarios (CIG, BI e IP) se integran en los presupuestos por vía indirecta.

Coste negativo (-): Coste correspondiente a los ingresos que percibe la empresa constructora responsable de la ejecución de las obras, tales como los derivados de la venta en mercados

²¹¹ Estas unidades monetarias hacen referencia al contexto geográfico en el que se desarrolla el sistema.

²¹² En el caso de que sólo exista una unidad de proceso en una determinada obra $C_U = C_C$.

secundarios de determinados residuos de construcción y demolición (RCD²¹³) procedentes del centro de producción, integrado en el presupuesto con signo (-)²¹⁴.

Coste positivo (+): Coste correspondiente a los gastos derivados de la ejecución de las obras que ha de sufragar, en primera instancia, el agente constructor, integrado en el presupuesto con signo (+).

Coste unitario (C_U): Coste correspondiente a la unidad de un determinado proceso productivo del subsistema ejecución de la obra de edificación, expresado en unidades monetarias. Analíticamente, su cálculo deriva de la agregación de los costes complejos de sus procesos componentes de nivel inferior (C_CNn).

$$C_{UNn-I} = \sum C_{CNn}$$

Coste variable: En términos económicos se denominan costes variables o proporcionales, en relación con una determinada variable de referencia, a aquéllos que varían al hacerlo dicha variable. En el sector construcción, se consideran variables aquellos costes que varían proporcionalmente a las modificaciones experimentadas por el volumen de producción de las obras.

Costes Indirectos Generales (CIG): Costes exógenos constituidos por los gastos generales derivados de las estipulaciones del contrato de adjudicación de las obras y la estructura de la empresa constructora responsable de su ejecución. Estos costes, tanto en el modelo de unidades de obras como en el modelo por procesos, se integran en el presupuesto de contrata por vía indirecta mediante la aplicación de un porcentaje sobre el Importe de Ejecución Material (IEM).

Cuantificación [C]: Operación destinada a determinar los parámetros que caracterizan los procesos productivos a nivel presupuestario, sus costes unitarios (C_U) y la cantidad con la que participan en la obra (Q_U).

$$P(Q_U, C_{UNn}) \quad [C]$$

Siendo:

P, proceso genérico de nivel "n"

Q_U, cantidad de unidades de proceso iguales

C_{UNn}, coste genérico unitario de nivel "n".

D

Deconstrucción: Etapa final del ciclo de vida de la edificación, alternativa a la de su recuperación, encaminada a su eliminación mediante el desarrollo de operaciones de demolición o desmontado. Su localización en un extremo del mencionado ciclo le confiere el carácter de etapa límite capaz de establecer la frontera existente entre ciclos de edificaciones sucesivos, pudiendo interpretarse al mismo tiempo como final del primero de dichos ciclos o inicio del segundo. Subsistema componente del sistema obra de edificación.

Diagrama de Gantt: Diagrama de barras que representa gráficamente la planificación temporal de los procesos componentes de un determinado sistema productivo.

Difusión: Etapa del ciclo de vida del conocimiento encaminada a su transmisión entre sus agentes destinatarios. Subsistema componente del sistema transferencia del conocimiento constituido por procesos de comunicación entre emisores y receptores. Dado que, fundamentalmente, el flujo del conocimiento se transmite desde el ámbito investigador, por ser éste el espacio donde éste se actualiza de forma permanente, al tejido productivo, podemos identificar a los investigadores como los principales emisores del sistema y a los agentes productivos como sus principales receptores²¹⁵. Uno de los principales objetivos de esta investigación consiste en iniciar el plan de difusión del

²¹³ Por ejemplo, residuos de acero, de tejas árabes procedentes de desmontados de cubiertas inclinadas, etc.

²¹⁴ La asignación del signo (-) a este tipo de costes responde a su carácter excepcional y minoritario dentro del conjunto de costes del presupuesto.

²¹⁵ En cualquier caso, los procesos de comunicación en el seno del sistema conocimiento son deseables y recomendables en todas las direcciones, pudiendo convertirse un mismo agente en emisor y receptor en diferentes intervalos de tiempo.

nuevo conocimiento en ella gestado²¹⁶ a su tejido productivo destinatario y, en general, a toda la comunidad científica nacional, para poder abordar posteriormente su revisión colectiva y su posible implantación en el sector construcción como herramienta de presupuestación de obras al servicio de todos sus agentes integrantes.

División: Operación descendente de desagregación de la obra de edificación en sucesivas partes de menor tamaño que permitan abordar adecuadamente la estimación de los costes esperados de su ejecución con las herramientas disponibles.

E

Eficiencia: Grado de cumplimiento de un sistema o cualquiera de sus elementos integrantes de sus objetivos previstos en relación con los costes generados.

$$E = \frac{Ob}{Rs} \cdot \frac{Rs}{C} = \frac{Ob}{C}$$

Siendo:

E, la eficiencia del sistema obra de edificación

Ob, los objetivos previstos

Rs, los resultados obtenidos

C, los costes generados.

Ejecución (construcción): Etapa del ciclo de vida de la edificación destinada a la producción de la edificación proyectada. Subsistema componente del sistema obra de edificación. En la presupuestación de obras, esta etapa es fundamental dado que la estimación de sus costes esperados constituye su objetivo. Por este motivo, en esta investigación nos hemos permitido la licencia²¹⁷ de designar, en numerosas ocasiones, el subsistema ejecución por el nombre del sistema obra de edificación al que pertenece dado su elevado protagonismo en el mismo en relación con la disciplina de la presupuestación.

Equipo técnico: Agente de la edificación encargado de la redacción del proyecto y/o de la dirección de la ejecución de las obras.

Estructura de costes: Estructura jerárquica, constituida por diversos niveles de costes, que integra y ordena todos los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, permitiendo concentrar y enlazar los costes procedentes de los mercados de componentes con los correspondientes a los mercados de productos inmobiliarios.

Excelencia: Máximo nivel de calidad atribuible a un sistema o cualquiera de sus elementos integrantes cuando alcanza su máxima eficiencia, flexibilidad e innovación, es decir, cuando consigue un equilibrio integral, tanto a nivel interno como externo en relación con su entorno.

F

Flexibilidad: Capacidad de un sistema o cualquiera de sus elementos integrantes de adaptarse a los cambios, tanto endógenos como exógenos, susceptibles de ser producidos. Esta característica confiere a los sistemas un elevado grado de sostenibilidad que les permite evolucionar y avanzar a lo largo del tiempo y el espacio.

²¹⁶ El modelo de presupuestación de obras de edificación basado en los procesos productivos y su correspondiente sistema de clasificación por procesos para obra nueva. Asimismo, como parte de este nuevo conocimiento figura el conjunto del desarrollo de la presente investigación, dado que su elevado grado de innovación puede estimular y servir de referente a futuras iniciativas de I+D+i en el sector.

²¹⁷ En términos lingüísticos esta licencia se denomina sinécdoque. En el presente trabajo hemos empleado esta sinécdoque para designar a una parte, el subsistema ejecución, por el nombre del todo en el que participa, el sistema obra de edificación.

G

Generación: Etapa del ciclo de vida del conocimiento encaminada a la producción de nuevo conocimiento. Subsistema creativo componente del sistema investigación.

Gestor autorizado de residuos de construcción y demolición: Agente de la edificación receptor de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, responsable de su correcta gestión.

Gestor del producto: Agente especializado de la edificación responsable de representar al promotor en el desempeño de sus tareas dentro del sistema obra de edificación.

I

Implantación: Etapa final del ciclo de vida del conocimiento que tiene por objeto su puesta en práctica por parte de sus agentes destinatarios. Subsistema componente del sistema transferencia.

Importe de Contrata antes de Impuestos (IC_{ai}): Parámetro económico expresado en unidades monetarias que integra la totalidad de los costes endógenos esperados de la fase de ejecución del sistema obra de edificación, así como los costes exógenos correspondientes a los Costes Indirectos Generales y al Beneficio Industrial del agente constructor.

$$IC_{ai} = IEM + CIG + BI$$

Siendo:

IC_{ai} , el Importe de Contrata antes de Impuestos.

IEM , el Importe de Ejecución Material de la obra de edificación.

CIG , los Costes Indirectos Generales.

BI , el Beneficio Industrial.

Importe de Contrata después de Impuestos (IC_{di}): Parámetro económico expresado en unidades monetarias que integra la totalidad de los costes esperados correspondientes a la fase de ejecución del sistema obra de edificación, tanto endógenos (Importe de Ejecución Material) como exógenos (Costes Indirectos Generales, Beneficio Industrial e impuestos sobre la producción). Importe resultante de añadir al Importe de Contrata antes de Impuestos los impuestos sobre la producción.

$$IC_{di} = IC_{ai} + IP$$

Siendo:

IC_{di} , el Importe de Contrata después de Impuestos.

IP , los impuestos sobre la producción.

Importe de Ejecución Material (IEM): Parámetro económico expresado en unidades monetarias que integra la totalidad de los costes endógenos esperados de la ejecución de las obras de edificación proyectadas, objeto del presupuesto. Coste del macroproceso obra de edificación o proceso de ejecución de nivel 0 (PE NO).

$$IEM = \sum CE_N = \sum_i CE_{Ci}$$

Siendo:

IEM , el Importe de Ejecución Material

CE_N , los costes endógenos del sistema obra de edificación

CE_{Ci} , el coste complejo del proceso_i correspondiente a un determinado nivel del mapa PE.

Impuestos sobre la producción (IP): Coste exógeno del sistema obra de edificación que grava la producción²¹⁸, imputado en los presupuestos, tanto en el modelo de unidades de obras como en el modelo por procesos, por vía indirecta mediante la aplicación de un determinado porcentaje sobre el Importe de Contrata antes de Impuestos (IC_{ai}).

Innovación: Capacidad de renovación y modernización de un sistema o de cualquiera de sus elementos integrantes. Los procesos de innovación derivan de la adecuada conexión existente entre la actividad investigadora desarrollada por los agentes del conocimiento y la práctica profesional de los agentes del sector destinatario de los mismos.

Integración [I]: Operación transversal de multiplicación del número de unidades de medida de un determinado proceso por su correspondiente coste unitario, dando como resultado la obtención de su coste complejo asociado.

$$C_C N_n = Q_U \times C_U N_n \quad [I]$$

Siendo:

Q_U , cantidad de unidades de proceso iguales

$C_U N_n$, coste genérico unitario de nivel "n"

$C_C N_n$, coste genérico complejo de nivel "n"

$C_U N_{n-1}$, coste genérico unitario de nivel "n-1".

Investigación: Subsistema del ciclo de vida del conocimiento destinado a la revisión del conocimiento existente y la generación de nuevo conocimiento. Este subsistema se perfila como motor del conocimiento, capaz de impulsar su movimiento a lo largo de todo su ciclo de vida y, por consiguiente, el progreso y desarrollo de los sistemas productivos a los que da servicio. La investigación aspira a dar una rápida, eficiente y comprometida respuesta a las actuales necesidades y exigencias de la sociedad e, incluso, poder adelantarse a las que se le puedan plantear en el futuro. Por otra parte, cabe destacar que aunque la actividad investigadora se encuentra principalmente vinculada a la universidad, es susceptible de ser desarrollada por cualquiera de los restantes agentes del conocimiento (tejido productivo y Administración Pública). La presente investigación, procedente del ámbito universitario, tiene como objetivo satisfacer ciertas necesidades detectadas en el campo de la presupuestación de obras y, por extensión, contribuir a la mejora y crecimiento sostenible del sector construcción. Para ello, propone un nuevo modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos, un sistema de clasificación por procesos para obra nueva, el inicio de su correspondiente plan de difusión y el planteamiento de futuras líneas de investigación y de actuación que permitan continuar y avanzar en la actividad por ella iniciada.

Investigación madre o raíz: Prolífica investigación susceptible de generar nuevas líneas de trabajo de revisión y generación de conocimiento (líneas de investigación derivadas), así como de impulsar innovadoras propuestas de actuación que superen e implementen sus propios límites. Se trata pues de investigaciones de un elevado grado de sostenibilidad que no se agotan en sí mismas y son capaces de evolucionar y crecer más allá de sus fronteras, adaptándose a las cambiantes necesidades de su entorno y dándoles respuesta de forma continuada.

L

Licitación: Proceso, perteneciente al subsistema contratación del sistema obra de edificación, dirigido a convocar un concurso por parte del promotor para seleccionar al agente constructor responsable de la ejecución de las obras proyectadas.

²¹⁸ Concretamente, en la actualidad en España, el impuesto sobre la producción es el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) según establece la Ley 37/1992, de 28 de diciembre. Este impuesto grava todos los productos objeto de transacciones comerciales; en el caso que nos ocupa el producto gravado es la edificación, siendo responsabilidad del constructor su recaudación.

Límite: Frontera de un sistema o cualquiera de sus elementos integrantes que lo delimita respecto a su entorno, condicionando enormemente su interrelación con el mismo y caracterización. En la configuración del mapa de procesos de una determinada obra de edificación es fundamental establecer con claridad sus límites, tanto internos como externos, para poder garantizar la ausencia de omisiones y repeticiones y, por consiguiente, la eficacia del presupuesto. Así los límites internos²¹⁹ son los que se producen entre los procesos del propio sistema, mientras que los límites externos son los que aparecen entre el sistema y los mercados exteriores.

Línea de investigación derivada: Nuevo camino de revisión del conocimiento existente y generación de nuevo conocimiento, procedente de una investigación madre o raíz. Estas nuevas líneas de trabajo pueden surgir a lo largo del transcurso de su investigación origen, desarrollándose en paralelo o a continuación de la misma. En función de su contenido, podemos diferenciar dos grandes tipos de líneas de investigación, las verticales y las transversales.

Línea de investigación derivada transversal: Línea de investigación derivada de una investigación madre o raíz encaminada a desarrollar nuevos contenidos, relacionados de manera indirecta con los pertenecientes a su investigación origen. Este tipo de líneas tiene la capacidad de abrir nuevos campos de investigación mediante la extrapolación de los planteamientos y resultados procedentes de un determinado trabajo.

Línea de investigación derivada vertical: Línea de investigación derivada de una investigación madre o raíz encaminada a profundizar en su desarrollo, perfeccionando sus planteamientos y resultados.

M

Mapa de procesos: Estructura jerárquica, segregada en distintos niveles, que permite identificar y clasificar todos los procesos endógenos integrantes del sistema obra de edificación con la capacidad de generar costes. Estos mapas se elaboran a medida para cada presupuesto atendiendo a las decisiones de planificación, organización y programación de las obras adoptadas y a su sistema de clasificación por procesos de referencia. En cada caso, compete al presupuestador elegir su número de niveles de desagregación en base al grado de definición requerido. En función de los procesos endógenos que comprenden, podemos distinguir dos grandes tipos de mapas, los mapas de procesos de ejecución y los mapas de procesos básicos²²⁰.

Mercado: Espacio exógeno de confrontación entre la oferta y la demanda de los distintos componentes, de entrada y salida, y resultados de un determinado sistema productivo. En función de la naturaleza de los elementos objeto de intercambio, en el sector construcción podemos diferenciar entre los mercados de componentes y los mercados de productos inmobiliarios.

Mercado de componentes: Mercado de origen y/o destino de los componentes de entrada y/o salida del sistema obra de edificación. En función del tipo de componente objeto de intercambio, podemos distinguir los mercados de recursos y los mercados de residuos de construcción y demolición.

Mercado de productos inmobiliarios: Mercado destinatario de la comercialización edificación.

Modelo: Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

Modelo de presupuestación de obras: Modelo que permite la redacción de presupuestos en las obras de edificación por contrata. Herramienta, a disposición de los agentes del sector construcción, especialmente de los presupuestadores, para el desarrollo de la estimación de los costes esperados la ejecución de las obras proyectadas.

Modelo de presupuestación de obras de predimensionado: Modelo de aproximación a la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, especialmente indicado para la rápida generación de presupuestos que precisen un escaso grado de detalle o, simplemente, para avanzar información económica sobre su orden de magnitud.

²¹⁹ Podemos identificar límites en todas las direcciones: límites verticales que delimitan diferentes niveles de procesos y horizontales que diferencian los diferentes procesos pertenecientes a un mismo nivel.

²²⁰ Como su propio nombre indica, los mapas de procesos de ejecución recogen los procesos de ejecución del sistema obra de edificación, mientras que los mapas de procesos básicos recogen sus correspondientes procesos básicos.

Modelo de presupuestación de obras basado en las unidades de obra: Modelo de presupuestación que permite generar estimaciones simplificadas de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas. A día de hoy, se trata del principal modelo empleado en la presupuestación de obras en el sector construcción español, dada su extensa tradición y fuerte respaldo normativo.

Modelo de presupuestación de obras basado en los procesos productivos: Nuevo modelo de presupuestación de obras de edificación propuesto en la presente tesis doctoral, especialmente indicado para la redacción de presupuestos que precisen de un elevado grado de detalle y transparencia²²¹. En la actualidad, se perfila como un modelo aún teórico, inmerso en su fase de gestación-revisión y en el inicio de su correspondiente plan de difusión al sector construcción.

N

Nivel de procesos: Cada uno de los niveles, jerárquicamente ordenados, en los que se estructuran los mapas de procesos de las obras de edificación. Los sistemas de clasificación por procesos correspondientes a las distintas tipologías de obras recogen los niveles de procesos superiores de dichos mapas, permitiendo la construcción de un lenguaje común de intercambio de información.

O

Obra civil: Subsistema componente del sector construcción que tiene por objetivo la producción de caminos, canales y puertos. Sistema productivo destinado a satisfacer las necesidades de grandes infraestructuras de la sociedad.

Obra de edificación: Subsistema componente del sector construcción que tiene por objetivo la producción de la edificación. Sistema productivo destinado a satisfacer las necesidades de edificación de la sociedad. Asimismo, en el presente trabajo de investigación este concepto representa²²² la etapa correspondiente a la ejecución de las obras dentro del ciclo de vida de la edificación, por ser ésta la fase objeto de las estimaciones económicas recogidas en los presupuestos.

Obra por administración: Sistema de contratación de obras en el que el promotor paga al constructor los costes derivados de su ejecución a medida que éstos se van sucediendo y justificando. Este modelo se basa en la confianza existente entre ambos agentes, promotor y constructor, no precisando presupuesto previo, ni, por consiguiente, modelo de presupuestación de obras de referencia. En las relaciones en las que existe honradez y confianza entre las partes, la contratación por administración es la fórmula ideal, ya que se ajusta al coste real de ejecución de las obras proyectadas.

Obra por contrata: Sistema de contratación de obras basado en un presupuesto que compromete contractualmente el coste de su ejecución a ambas partes, promotor y constructor. La existencia de este presupuesto, denominado presupuesto de adjudicación, obliga a los agentes implicados a asumir situaciones de riesgo y ventura económicos. En este tipo de obras se hace necesario el empleo de modelos de presupuestación para la redacción de los presupuestos.

Oferta: Conjunto de documentos que presenta el agente constructor para optar a la adjudicación de una obra en un proceso de licitación. Dentro de toda esta documentación, la oferta económica presentada, es decir, su precio de la ejecución de las obras de edificación proyectadas, es calculada por el mismo en base al presupuesto base de licitación y su propia configuración.

Ofertación: Proceso, perteneciente al subsistema contratación del sistema obra de edificación, dirigido a la elaboración y presentación de ofertas por parte de los agentes constructores para participar en los procesos de licitación de obras con la intención de conseguir su adjudicación.

²²¹ Tales como los presupuestos de las obras de edificación de recuperación.

²²² En términos lingüísticos la denominación de una parte integrante de un sistema por la correspondiente a la totalidad del mismo se denomina sinécdoque. Este tropo nos permite recalcar la capacidad inherente a todo sistema de identificación recíproca del todo en cada una de sus partes integrantes y viceversa, de cada una de estas partes en el todo.

Optimización: Maximización de la eficiencia de un sistema mediante el cumplimiento de sus objetivos al mínimo coste. El nuevo modelo de presupuestación por procesos permite optimizar los presupuestos a partir del análisis comparado de diversas simulaciones de planificación, organización y programación de las obras. Asimismo, el empleo del modelo por procesos para la redacción de presupuestos en fase de proyecto puede inducir la optimización del diseño de la edificación proyectada, valiéndose de procesos de retroalimentación de la información desprendida de los mismos.

Organización: Asignación y disposición de los componentes de entrada (recursos) y salida (recursos de carácter auxiliar y residuos) del sistema obra de edificación, en base a las decisiones de planificación adoptadas.

P

Planificación: Identificación y análisis de los procesos necesarios para la ejecución de las obras.

Planificación, organización y programación de obras (POP): Actividad destinada a la planificación, organización y programación de la ejecución de las obras de edificación proyectadas, atendiendo a la configuración de todos sus elementos integrantes (agentes, procesos, componentes de entrada y salida) y de su correspondiente entorno de implantación. En función de sus características podemos diferenciar distintos tipos de POP (POP simulado, POP óptimo y POP ejecutado). En el nuevo modelo propuesto, la redacción del presupuesto por procesos parte de la configuración del POP simulado. Del grado de interacción existente entre el presupuesto y la solución de POP adoptada depende su posible optimización.

POP ejecutado: Planificación, organización y programación de las obras realmente desarrolladas durante su fase de ejecución. De la extrapolación del modelo de presupuestación por procesos de las obras de edificación proyectadas a un modelo de valoración por procesos de las obras de edificación ejecutadas resulta la obtención de dichas valoraciones a partir del citado POP ejecutado.

POP óptimo: La mejor solución de planificación, organización y programación de las obras de edificación proyectadas seleccionada del conjunto de POP simulados, atendiendo a su cumplimiento de los objetivos previstos al mínimo coste. De la elección del POP óptimo de la ejecución de las obras proyectadas deriva la obtención del presupuesto por procesos óptimo y, por extensión, la configuración de un sistema obra de edificación óptimo.

POP simulado: Conjunto de decisiones de planificación, organización y programación de las obras de edificación proyectadas adoptada en las fases de proyecto o contratación para la redacción de su correspondiente presupuesto por procesos. Para una determinada obra, existen infinitos POP simulados posibles²²³ y, por consiguiente, infinitos presupuestos por procesos asociados. Así, la elección del POP a simular condiciona enormemente la configuración del presupuesto por procesos.

Precio: Magnitud económica asociada a los elementos de un sistema productivo (producto o servicio, recurso, residuo), resultante de la confrontación de su oferta y su demanda en su correspondiente mercado. Asimismo, el precio es la cantidad de dinero que paga el demandante o comprador por la obtención de dicho elemento, suponiéndole un coste a nivel interno.

Presupuestación: Acción de presupuestar en base a un determinado modelo de presupuestación, desarrollada dentro del subsistema proyecto o subsistema contratación del sistema obra de edificación, respectivamente.

Presupuestador: Agente especializado de la edificación responsable de la redacción de los presupuestos de obras y, por consiguiente, de la elección del modelo de presupuestación a emplear. El presupuestador ha de efectuar esta elección, en cada caso, atendiendo a los requerimientos exigidos al presupuesto y a las prestaciones ofrecidas por los distintos modelos de presupuestación disponibles. Por otra parte, podemos definir al presupuestador por procesos como el técnico competente²²⁴ en el análisis de costes y la gestión del sistema obra de edificación. De este modo, el

²²³ Dada la innumerable cantidad de factores de influencia que condicionan la elección de dicho POP (objetivos, agentes, procesos, producto, recursos, residuos, mercados, etc).

²²⁴ O equipos de trabajos multidisciplinares que integren, por un lado, profesionales especializados en planificación, organización y programación de obras y, por el otro, profesionales especializados en el análisis de sus costes, ambos en constante interacción.

presupuestador por procesos en fase de proyecto se perfila como el agente idóneo para desarrollar la dirección y control externo de las obras durante su ejecución dado su profundo conocimiento de la totalidad de su sistema productivo. Asimismo, el presupuestador por procesos en fase de contratación es el agente ideal para llevar a cabo la gestión y dirección interna de dicha ejecución.

Presupuesto: Estimación del coste esperado de la ejecución de las obras proyectadas elaborada en base a un modelo de presupuestación en la fase de proyecto o de contratación²²⁵ del sistema obra de edificación. Se trata pues de una herramienta que proporciona gran cantidad de información en forma de estimaciones económicas apriorísticas vinculadas a la elección del presupuestador de un determinado modelo de presupuestación entre el conjunto de modelos disponibles, capaz de regular las relaciones económicas entre los distintos agentes de la edificación y su toma de decisiones.

Presupuesto base de licitación: Presupuesto de referencia para la emisión de ofertas por parte de los agentes constructores en los procesos de licitación de obras²²⁶, generalmente coincidente con el presupuesto de proyecto.

Presupuesto de adjudicación: Presupuesto correspondiente a la oferta adjudicataria en los procesos de licitación de obras²²⁷. Este presupuesto proporciona el precio por el que el agente constructor se compromete a ejecutar las obras proyectadas, es decir, el coste que el agente promotor se compromete a pagar por el producto edificación.

Presupuesto de contrata antes de impuestos: Estimación del Importe de Contrata antes de Impuestos (IC_{ai}) esperado de la ejecución de las obras proyectadas.

Presupuesto de contrata después de impuestos: Estimación del Importe de Contrata después de Impuestos (IC_{di}) esperado de la ejecución de las obras proyectadas.

Presupuesto de ejecución material: Estimación del Importe de Ejecución Material (IEM) esperado de la ejecución de las obras proyectadas.

Presupuesto de proyecto: Presupuesto redactado en el subsistema proyecto del sistema obra de edificación.

Presupuesto global: Nuevo concepto acuñado en la presente investigación que hace referencia a la estimación integral de los costes esperados de la totalidad del ciclo de vida de la edificación. Una de las principales utilidades de este análisis económico integral del sistema obra de edificación es permitir al agente promotor evaluar globalmente la viabilidad y el interés de su inversión.

Proceso (proceso productivo): Cada uno de los elementos integrantes de un sistema productivo, es decir, cada una de las partes en las que es susceptible de ser dividido. Aplicando esta definición al sistema obra de edificación, entendemos por proceso cada uno de sus elementos integrantes, o lo que es lo mismo, cada una de las partes en las que es susceptible de ser dividido dicho sistema. Análogamente, los procesos son susceptibles de ser divididos en partes de menor dimensión, reproduciendo a pequeña escala el comportamiento del sistema al que pertenece²²⁸. Además, el proceso productivo es el elemento de referencia en torno al que gira el nuevo modelo de presupuestación de obras que proponemos en la presente tesis doctoral. De este modo, los presupuestos por procesos integran la totalidad de los procesos endógenos del sistema obra de edificación esperado dada su consideración de elementos generadores de costes.

Proceso básico (PB): Proceso endógeno asociado a los componentes de entrada (recursos) y salida (recursos de carácter auxiliar o residuos) del sistema obra de edificación, partícipe en los procesos de ejecución²²⁹. Las unidades de medida de los procesos básicos se corresponden, en general, con las del Sistema Métrico Internacional (kg, m, s, u) y sus derivadas (por ejemplo, t, m², m³, h, mu)²³⁰.

²²⁵ En el caso de las obras por contrata. En este subsistema del sistema obra de edificación, podemos distinguir diversos tipos de presupuestos: presupuesto base de licitación, oferta y presupuesto de adjudicación.

²²⁶ Constituyendo al mismo tiempo el presupuesto de salida del subsistema proyecto y el de entrada del subsistema contratación del sistema obra de edificación.

²²⁷ Constituyendo al mismo tiempo el presupuesto de salida del subsistema contratación y el de entrada del subsistema ejecución del sistema obra de edificación.

²²⁸ En este sentido, los procesos pueden ser considerados como pequeños sistemas e igualmente, a la inversa, los sistemas podrían ser interpretados como macroprocesos.

²²⁹ Los procesos básicos comienzan donde terminan los procesos de suministro a los que integran en el presupuesto y finalizan donde se inician los procesos de ejecución en los cuales se incorporan.

²³⁰ Estas unidades se corresponden, en la mayoría de los casos, con las empleadas en la medición de los recursos y residuos del modelo de presupuestación de unidades de obras. La elección de estas unidades, si bien proviene de la tradición presupuestaria, tiene su origen en la configuración característica de los distintos componentes de entrada y salida del sistema obra de edificación.

Los procesos básicos son susceptibles de ser divididos en diversos niveles de procesos, siendo competencia del presupuestador seleccionar su número en función del grado de detalle requerido en cada caso.

Proceso básico de nivel 1 (PB N1): Proceso perteneciente al primer nivel de desagregación de los procesos básicos, recogido en el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

Proceso básico de nivel 2 (PB N2): Proceso perteneciente al segundo nivel de desagregación de los procesos básicos, subproceso de un proceso básico de nivel 1 (PB N1), recogido en el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

Proceso básico de nivel 3 (PB N3, actividad básica): Proceso perteneciente al tercer nivel de desagregación de los procesos básicos, subproceso de un proceso básico de nivel 2 (PB N2).

Proceso básico de nivel 4 (PB N4, tarea básica): Proceso perteneciente al cuarto nivel de desagregación de los procesos básicos, subproceso de un proceso básico de nivel 3 (PB N3).

Proceso básico de nivel “n” (PB Nn): Proceso perteneciente al último nivel de desagregación²³¹, nivel “n”, de los procesos básicos, subproceso de un proceso básico de nivel “n-1” (PB Nn-1).

Proceso complejo (P_C): Proceso que representa al conjunto de unidades de proceso iguales existentes en una obra (Q_U), caracterizado por su correspondiente coste complejo (C_C).

$$P_C (C_C)$$

$$C_C = Q_U \times C_U$$

Siendo:

P_C, un proceso complejo genérico

C_C, su correspondiente coste complejo

Q_U, la cantidad de unidades de proceso que lo componen

C_U, su correspondiente coste unitario.

Proceso de ejecución (PE): Proceso endógeno²³² correspondiente a los trabajos que se desarrollan en obra encaminados a la construcción del producto edificación. La unidad de medida de los procesos de ejecución es la unidad de proceso (u). Los procesos de ejecución son susceptibles de ser divididos en diversos niveles de procesos, siendo competencia del presupuestador seleccionar su número según el grado de detalle requerido en cada caso.

Proceso de ejecución de nivel 0 (PE N0): Macroproceso correspondiente al conjunto del sistema obra de edificación.

Proceso de ejecución de nivel 1 (PE N1): Proceso perteneciente al primer nivel de desagregación de los procesos de ejecución, subproceso del macroproceso de ejecución de nivel 0 (PE N0), recogido en el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

Proceso de ejecución de nivel 2 (PE N2): Proceso perteneciente al segundo nivel de desagregación de los procesos de ejecución, subproceso de un proceso de ejecución de nivel 1 (PE N1), recogido en el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

Proceso de ejecución de nivel 3 (PE N3): Proceso perteneciente al tercer nivel de desagregación de los procesos de ejecución, subproceso de un proceso de ejecución de nivel 2 (PE N2), recogido en el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta.

Proceso de ejecución de nivel 4 (PE N4, actividad de ejecución): Proceso perteneciente al cuarto nivel de desagregación de los procesos de ejecución, subproceso de un proceso de ejecución de nivel 3 (PE N3).

Proceso de ejecución de nivel 5 (PE N5, tarea de ejecución): Proceso perteneciente al quinto nivel de desagregación de los procesos de ejecución, subproceso de un proceso de ejecución de nivel 4 (PE N4).

²³¹ Por ubicarse en el último nivel de los procesos básicos (PB) limita con los procesos de suministro (PS).

²³² Los procesos de ejecución comienzan donde terminan los procesos básicos a los que integran y finalizan en el macroproceso obra de edificación (PE N0) correspondiente a la totalidad del sistema en el cual se incorporan.

Proceso de ejecución de nivel “n” (PE Nn): Proceso perteneciente al último nivel de desagregación²³³, nivel “n”, de los procesos de ejecución, subproceso de los procesos de ejecución de nivel “n-1” (PE Nn-1).

Proceso de suministro (PS): Proceso exógeno²³⁴ que vinculan los componentes del sistema (recursos y residuos) con sus correspondientes mercados exteriores. Se trata pues de procesos fuertemente condicionados por las características de estos mercados, los cuales se encuentran regulados en nuestro contexto económico por las leyes de la oferta y la demanda. Las unidades de medida de los procesos de suministro se corresponden, en general, con las del Sistema Métrico Internacional (kg, m, s, u) y sus derivadas (por ejemplo, t, m², m³, h, mu). Por tratarse de procesos exógenos y dada su gran dispersión y singularidad no se estandariza su división en niveles, ni se contemplan en los sistemas de clasificación por procesos.

Proceso endógeno (PE_N): Proceso desarrollado en el centro de producción de las obras.

Proceso exógeno (PE_x): Proceso exterior al centro de producción de las obras.

Proceso logístico: Proceso de ejecución (PE) centrado en la gestión y control del centro de producción de las obras.

Proceso múltiple (P_M): Proceso que participa en la obra de edificación con un número de unidades de proceso superior a la unidad ($Q_U > 1$). Podemos diferenciar dos tipos de procesos múltiples, los procesos múltiples simultáneos y los procesos múltiples sucesivos según se desarrollen simultáneamente o de forma sucesiva, respectivamente.

$$P_M (>1, C_U)$$

Proceso productivo: Véase proceso (acepción general). Por otro lado, una acepción particular de este término, hace referencia a los procesos de ejecución (PE) vinculados de forma directa con la construcción de la edificación, en contraposición a los PE con funciones logísticas.

Proceso simple (P_S): Proceso que participa en la obra de edificación con una única unidad de proceso ($Q_U = 1$), coincidiendo en los mismos su correspondiente proceso unitario con el complejo.

$$P_S (1, C_U)$$

Proceso unitario (P_U): Proceso correspondiente a la unidad de proceso caracterizado por su coste unitario (C_U).

$$P_U (1, C_U)$$

Siendo:

P_U , un proceso unitario genérico

$Q_U = 1$, la cantidad correspondiente a una unidad de proceso

C_U , su correspondiente coste unitario.

Producto: Elemento resultante de un sistema productivo, objeto fundamental del mismo. En el sistema obra de edificación, concretamente en su subsistema ejecución, el producto es la edificación construida, íntimamente vinculada a los mercados de productos inmobiliarios.

Programación: Asignación de tiempos a una planificación en la que se especifica el momento de comienzo y final de todos sus procesos integrantes, así como su correspondiente duración.

Promotor: Agente de la edificación responsable de la impulsión del ciclo de vida del sistema obra de edificación dado su carácter de inversor y, generalmente, dueño del emplazamiento sobre el que se va a edificar. En función de la procedencia del capital invertido en el sistema, podemos diferenciar entre promotores privados y promotores públicos correspondientes a las distintas Administraciones.

Protección: Etapa del ciclo de vida del conocimiento encaminada a la configuración de un marco de referencia y de unas condiciones de utilización del mismo por parte de sus agentes destinatarios que garanticen su adecuada gestión e integridad. Subsistema componente del sistema transferencia del conocimiento.

²³³ Por ubicarse en el último nivel de los procesos de ejecución (PE) limita con los procesos básicos (PB).

²³⁴ Procesos preliminares que finalizan donde se inician los procesos básicos mediante los cuales se incorporan al presupuesto.

Prototipo: Sistema obra de edificación caracterizado expresamente en la presente investigación para abordar la experimentación del grado de eficiencia, flexibilidad e innovación alcanzado por el nuevo modelo propuesto en la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas. Este carácter eminentemente funcional del prototipo justifica sobradamente su adopción de soluciones constructivas simplificadas y estandarizadas, de uso frecuente en el contexto de gestación de esta tesis doctoral.

Proveedor (suministrador): Agente de la edificación encargado de abastecer al centro de producción de los recursos necesarios para la ejecución de las obras.

Proyecto: Fase del ciclo de vida de la edificación destinada al diseño de la misma por parte del equipo técnico, dando respuesta a todos los requerimientos que le son planteados. Subsistema del sistema obra de edificación, eminentemente creativo, que tiene por objeto la redacción del conjunto documental del proyecto constituido por memorias, planos, pliego de prescripciones técnicas, estudio de seguridad y salud y presupuesto.

Proyecto global: Nuevo concepto de proyecto acuñado en esta investigación que proporciona una respuesta integral a las necesidades y exigencias de la totalidad del ciclo de vida del sistema obra de edificación mediante la simulación apriorística de sus sucesivas fases componentes (comercialización, contratación, ejecución, uso y mantenimiento, deconstrucción y/o recuperación²³⁵). De este modo, el proyecto global es un proyecto mucho más completo que el tradicional, capaz de proporcionar gran cantidad de información a todos los agentes involucrados sobre la totalidad de la vida útil de la edificación y de impulsar la optimización integral del conjunto del sistema, armonizando sus intereses. Dado que la complejidad de este innovador concepto excede los límites de la presente tesis doctoral, proponemos su desarrollo en ulteriores líneas de investigación derivadas.

R

Recuperación: Etapa final del ciclo de vida de la edificación, alternativa a la de su deconstrucción, encaminada a su transformación mediante el desarrollo de operaciones de reforma, rehabilitación o restauración. Su localización en un extremo del mencionado ciclo le confiere el carácter de etapa límite capaz de establecer la frontera existente entre ciclos de edificaciones sucesivos, pudiendo interpretarse al mismo tiempo como final del primero de dichos ciclos o inicio del segundo. Subsistema componente del sistema obra de edificación.

Recurso: En términos generales, componente de entrada del subsistema ejecución del sistema obra de edificación empleado en el desarrollo de sus procesos productivos integrantes, procedente de los mercados de recursos. En función de su naturaleza los podemos clasificar en recursos humanos, recursos materiales, maquinaria, recursos auxiliares, agua y recursos energéticos, recursos económicos, subcontratas, etc. Por otra parte, atendiendo al emplazamiento de su fabricación distinguimos los recursos prefabricados, fabricados fuera del centro de producción de las obras, de los fabricados “in situ”. La sostenibilidad del sistema en relación con sus recursos empleados estriba en la minimización de su cantidad y maximización de su calidad.

Recurso de carácter auxiliar: Componente de entrada y salida²³⁶ del subsistema ejecución del sistema obra de edificación, que participa en las obras sin consumirse íntegramente en las mismas.

Residuo de construcción y demolición (RCD): Componente de salida del subsistema ejecución del sistema obra de edificación generado a partir del desarrollo de sus procesos productivos integrantes²³⁷, destinado a los mercados de residuos de construcción y demolición. En función de su naturaleza los podemos clasificar en RCD valorizables²³⁸ o no valorizables²³⁹, peligrosos o no

²³⁵ La simulación del final de la edificación conlleva su gestación con “fecha de caducidad”.

²³⁶ De este modo, los recursos de carácter auxiliar son componentes que tienen su origen y destino en los mercados de recursos, en contraposición a los restantes recursos con entrada en el sistema procedente de dichos mercados y salida, integrados en el producto edificación o en forma de residuos, hacia los mercados de productos inmobiliarios o de residuos de construcción y demolición, respectivamente.

²³⁷ Procedentes de pérdidas de los recursos empleados, de sus envases o de los procesos de deconstrucción desarrollados en el centro de producción de las obras.

²³⁸ Los RCD valorizables son susceptibles tras ser valorizados de incorporarse como componentes de entrada en el mismo u otros sistemas productivos, favoreciendo el desarrollo de nuevos ciclos de vida de la edificación.

peligrosos, etc. La sostenibilidad del sistema en relación con sus RCD generados estriba en la minimización de su cantidad y nocividad, así como en la maximización de la adecuación de su gestión y su valorización.

Revisión: Etapa del ciclo de vida del conocimiento encaminada al estudio pormenorizado y análisis crítico del conocimiento existente. Subsistema controlador componente del sistema investigación.

S

Sector construcción: Sector productivo estratégico destinado a la ejecución de las obras civiles y las obras de edificación, impulsor del crecimiento económico español desde 1997. Para poder mantener y consolidar de cara al futuro su carácter de motor económico, ha de perfilarse como un sector de excelencia, competitivo, convergente, moderno, capaz de dar una respuesta pronta y eficiente a las cambiantes y exigentes demandas de la sociedad del siglo XXI.

Simulación: Recreación apriorística del comportamiento de un sistema productivo mediante la caracterización pormenorizada de todos sus elementos integrantes, elegidos a partir del conjunto de alternativas posibles.

Sistema (sistema productivo): Conjunto de procesos relacionados entre sí²⁴⁰ con el objetivo común de contribuir a la obtención de un determinado producto o a la realización de un determinado servicio. Así, el sistema productivo obra de edificación tiene por objeto la ejecución del producto edificación, mientras el sistema conocimiento tiene como objetivo la permanente actualización y creciente expansión del mismo. Por otra parte, el funcionamiento de todo sistema se basa en la canalización del flujo²⁴¹ y las transformaciones de sus correspondientes componentes de entrada y salida, vinculados a los mercados exteriores²⁴², gracias a la participación activa de sus agentes.

Sistema productivo: Véase sistema.

Sociedad: Agente genérico, demandante y beneficiario último, de todo sistema productivo. Entendida en un sentido amplio, la sociedad representa al conjunto de agentes participantes en los diferentes sistemas productivos existentes, tanto demandantes como oferentes de productos y servicios. Las características y apuestas de la sociedad del siglo XXI la han venido a denotar como sociedad del conocimiento, de la innovación, de las nuevas tecnologías y de las comunicaciones.

Sostenibilidad: Estado de equilibrio integral de un sistema o cualquiera de sus elementos integrantes a lo largo de la totalidad de su ciclo de vida, el cual se traduce, a nivel interno, en la armonía de las interrelaciones de sus elementos componentes y, a nivel externo, en la armonía de su interacción con el entorno, manifestándose en su permanente adaptación a sus cambios y en su incesante evolución en búsqueda de su mejora continua.

Subproceso: Proceso integrante de otro perteneciente a un nivel superior del mapa de procesos.

Suministrador: Véase proveedor.

T

Tarea: Proceso productivo correspondiente a cada uno de los trabajos²⁴³ constituyentes del sistema obra de edificación localizados en el segundo nivel del mapa de procesos no perteneciente al sistema de clasificación, que ha de ser especificado expresamente por el presupuestador.

²³⁹ La correcta gestión de los RCD no valorizables se basa en su eliminación compatible, por ejemplo, en actuaciones de recuperación del paisaje tales como las de relleno de canteras.

²⁴⁰ Esta interrelación inherente a los elementos integrantes de un sistema favorece la identificación del mismo, concebido en su conjunto, en cada una de sus partes y, a la inversa, la identificación de cada una de estas partes en el todo. De este modo, esta identificación recíproca permite que se pueda abordar la intervención en un sistema por una doble vía, bien de forma global o particularizada en alguna de sus partes componentes.

²⁴¹ Así, en la trazabilidad de un sistema confluyen e interactúan los ciclos de vida de sus diferentes elementos componentes, estribando su eficiencia en la optimización de la coordinación de todos ellos.

²⁴² Estos mercados constituyen el entorno circundante con el que el sistema ha de interactuar y al que aspira a dar una eficiente y rápida respuesta en forma de productos y servicios, llegando incluso a anticiparse a sus necesidades y exigencias futuras.

²⁴³ Derivados de las decisiones de planificación, organización y programación de las obras adoptadas.

Tarea básica: Véase proceso básico de nivel 4 (PB N4).

Tarea de ejecución: Véase proceso de ejecución de nivel 5 (PE N5).

Tejido productivo: Conjunto de agentes del conocimiento, vinculados al mundo empresarial, que actúan principalmente como demandantes y aplicadores del conocimiento. Su rol predominante de destinatarios del conocimiento, no sólo no es incompatible con el de oferentes del mismo, sino que su complementariedad es muy deseable en aras de contribuir al avance y crecimiento económico de sus correspondientes sectores productivos. Por este motivo, en la actualidad se trata de incentivar el desarrollo universal de la investigación, tanto en ámbitos académicos como en el seno del propio tejido empresarial.

Tesis doctoral: Proyecto de investigación original desarrollado en el ámbito universitario por un doctorando (agente investigador en formación) bajo la tutela de un tutor o equipo de tutores (agentes investigadores experimentados). La superación de la defensa de este trabajo ante un tribunal cualificado capacita al doctorando para la obtención del grado académico de doctor, el cual acredita la madurez de su perfil investigador. La presente tesis doctoral recoge el desarrollo y los resultados de una investigación madre o raíz sobre un nuevo modelo de presupuestación de obras encuadrada dentro de una investigación de mayor dimensión. Esta circunstancia ha exigido, desde un primer momento, la precisa delimitación y caracterización de sus fronteras dentro del conjunto de la investigación a la que pertenece.

Transferencia: Subsistema del ciclo de vida del conocimiento encaminado a la difusión, protección e implantación del conocimiento en su tejido productivo destinatario. De este modo, en este subsistema tiene lugar la transmisión del conocimiento desde el ámbito investigador de su gestación hasta el espacio productivo en el que habrá de ser aplicado y, por consiguiente, la transformación de sus soluciones teóricas aportadas a las necesidades detectadas en su entorno en soluciones reales que les den una respuesta práctica. Dado el carácter de investigación aplicada de la presente tesis doctoral, uno de los objetivos fundamentales de la misma es el inicio del plan de transferencia del nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos propuesto. Del éxito del mencionado plan, es decir, de su grado de recepción y asimilación por parte del sector construcción, dependerá en gran medida el futuro de esta investigación y del nuevo modelo.

Tratamiento: Operación presupuestaria mixta de cuantificación [C], integración [I] y agregación [A] de los costes de los procesos integrantes del sistema obra de edificación, cuya finalidad última es permitir la obtención de su correspondiente Importe de Ejecución Material (IEM).

$$(Q_U, C_U Nn) \quad [C]$$

$$C_C Nn = Q_U \times C_U Nn \quad [I]$$

$$C_U Nn - I = \sum C_C Nn \quad [A]$$

Siendo:

Q_U , cantidad de unidades de proceso iguales

$C_U Nn$, coste genérico unitario de nivel "n"

$C_C Nn$, coste genérico complejo de nivel "n"

$C_U Nn - I$, coste genérico unitario de nivel "n-1".

Trazabilidad: Véase ciclo de vida.

U

Unidad de medida: Magnitud física que permite cuantificar numéricamente cada uno de los procesos integrantes del sistema obra de edificación. En función de las características propias de cada proceso, su unidad de medida cuantificará su número (u, mu), dimensiones (m, m², m³, l),

duración (h) o peso (kg, t) en base a las unidades legalmente establecidas en el RD 1317/1989²⁴⁴. Así por ejemplo, la unidad de medida de todos los procesos de ejecución es la unidad de proceso, mientras que la de los procesos básicos y los procesos de suministro varía en función del componente representado en cada caso.

Unidad de obra: Conjunto de recursos (materiales, maquinaria o mano de obra), necesarios para construir un todo indivisible que queda integrado en una obra y que constituye la parte más pequeña en que se considera dividida la misma en un presupuesto. La unidad de obra, como su propio nombre indica, constituye el elemento de referencia del modelo de presupuestación de unidades de obra.

Universidad: Agente del conocimiento responsable de la revisión del conocimiento existente en todos los campos del saber, de la generación de nuevo conocimiento y de su transferencia a su tejido productivo destinatario²⁴⁵. A su faceta predominante de oferente de conocimiento, se une la de demandante del mismo para su conveniente revisión y aplicación en la producción de nuevo conocimiento.

Uso y mantenimiento: Etapa del ciclo de vida de la edificación destinada al disfrute y conservación de la misma por parte de sus usuarios destinatarios. Subsistema componente del sistema obra de edificación.

Usuario: Agente de la edificación beneficiario del uso y disfrute del producto edificación y, por consiguiente, responsable de su adecuado mantenimiento y de soportar, en última instancia, todos los costes asociados al mismo.

V

Valor: Grado de utilidad o aptitud de las cosas para satisfacer necesidades o proporcionar bienestar o deleite. Cualidad que poseen algunas realidades, llamadas bienes, por lo cual son estimables.

Valoración: Determinación de los costes de ejecución de las obras, una vez que éstos se han producido²⁴⁶. De este modo, las valoraciones se realizan en la propia fase de ejecución de las obras a medida que finalizan los trabajos con el objetivo de permitir la regulación a posteriori de las relaciones económicas entre los agentes de la edificación.

²⁴⁴ RD 1317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida, identificándose éstas con las unidades básicas, suplementarias y derivadas del Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas y vigente en la Comunidad Económica Europea.

²⁴⁵ Concepto, entendido en un sentido amplio, con el que se denominan todos los centros de investigación y de transferencia del conocimiento, tanto públicos como privados, de ámbito académico o extraacadémico.

²⁴⁶ Así, los presupuestos y las valoraciones comparten su condición de documentos de análisis de los costes derivados de la ejecución de las obras de edificación que permiten regular las relaciones económicas de los agentes intervinientes, diferenciándose en el momento y con la finalidad para la que se realizan, redactándose los presupuestos en fase de proyecto o contratación a modo de compromiso económico entre los agentes y las valoraciones en la propia fase de ejecución a modo de regulación de los cobros y pagos.

Bibliografía:

En el siguiente capítulo presentamos clasificadas por orden cronológico²⁴⁷ las referencias bibliográficas correspondientes a esta investigación. Hemos elegido el criterio temporal para su clasificación con la finalidad de poder subrayar el curso de la trayectoria seguida por el conocimiento relativo a las materias objeto de nuestro trabajo (sistema obra de edificación, presupuestación y programación de obras, etc).

Todas las referencias aparecen agrupadas en tres grandes bloques en función de su tipo de participación en la presente tesis doctoral:

- Bibliografía consultada
- Bibliografía relacionada
- Bibliografía generada.

Así, el primer bloque comprende las referencias directamente consultadas para su desarrollo, en el segundo figuran otras fuentes que permiten profundizar en las materias tratadas abriendo nuevas líneas de investigación futuras y, por último, en el tercer bloque aparecen recopiladas las nuevas referencias generadas durante el transcurso del proceso investigador.

Por otra parte, cabe reseñar que en la “sociedad del conocimiento” en la que nos encontramos inmersos existe, como su propio nombre indica, una ingente cantidad de información al alcance de todos los agentes²⁴⁸. Ante este panorama de accesibilidad universal al conocimiento, entendemos que en una relación bibliográfica especializada, como la que proponemos, debe primar la calidad de sus contenidos al de su cantidad. Siguiendo esta filosofía, presentamos una bibliografía en la que no figuran las infinitas referencias posibles en materia de presupuestación y programación de obras, pero que sí recoge de forma intencionada las referencias estimadas de mayor interés.

Asimismo, en esta primera fase de la investigación correspondiente a la presente tesis doctoral hemos acotado fundamentalmente la búsqueda de referencias al ámbito espacial al que el nuevo modelo de presupuestación por procesos aspira a dar respuesta en primera instancia, es decir, el correspondiente al sector construcción español. De este modo, la mayoría de las fuentes citadas recogen el conocimiento existente en este campo en el territorio nacional. Como líneas de investigación derivadas encaminadas a dar una respuesta global a la presupuestación de obras, proponemos el estudio pormenorizado y la revisión crítica de las referencias internacionales.

²⁴⁷ Las referencias pertenecientes a un mismo año se relacionan dentro del mismo por orden alfabético.

²⁴⁸ Las nuevas tecnologías juegan un papel fundamental en la universalización del conocimiento, proporcionando a todos los agentes sociales innovadoras y potentes herramientas que les permiten y facilitan su acceso al mismo. Entre todas estas herramientas destaca, sin lugar a dudas, Internet, al haber revolucionado el complejo mundo de la transmisión del conocimiento, permitiendo a sus usuarios acceder a toda la información existente desde cualquier punto del mismo.

1. Bibliografía consultada

En este primer grupo de citas bibliográficas figuran todas las referencias consultadas para la elaboración de la presente tesis doctoral, clasificadas por orden cronológico²⁴⁹.

A partir del estudio en profundidad y la revisión crítica del conocimiento existente recogido en las mismas hemos podido caracterizar el estado actual de la cuestión, constituyendo este retrato nuestro punto de partida.

Título: *“Apuntes de mediciones, valoraciones y presupuestos de obras”*

Autores: F. Mansilla Saiz

Editorial: Ecesa

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1970

Título: *“Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), reguladas por el Decreto 3565/1972 (desarrollado en la Orden 27/1974)”*

Autores: AAVV

Editorial: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (España)

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1974

Título: *“Aplicación de las técnicas Pert/CPM a la planificación y control de la construcción”*

Autores: W. R. Martín

Editorial: Blume

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1975

Título: *“Clasificación Sistemática”*

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo, E. Carvajal Salinas y J. M. Rodríguez Cayuela

Editorial: Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (FCBP)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1984

Título: *“R. D. 1317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida”*

Autores: AAVV

Editorial: BOE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1989

Título: *“La teoría de sistemas al servicio del análisis de presupuestos de obras (evaluación cibernética de sistemas multivariantes CEMS)”*

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1989

Título: *“Términos ilustrados de arquitectura, construcción y otras artes y oficios” (2 tomos)*

Autores: A. Serra Hamilton

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid (Comisión de Cultura)

Lugar de publicación: Madrid

²⁴⁹ Las referencias pertenecientes a un mismo año se relacionan dentro del mismo por orden alfabético.

Fecha: 1991

Título: *“Uniproducto o multiproducto”*

Autores: E. Carvajal Salinas

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla y Las Palmas

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1992

Título: *“Sistema de clasificación de unidades de obra” (Actas de las reuniones de la asociación de redactores de bases de datos de la construcción)*

Autores: AAVV

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla y Las Palmas

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1992-1997

Título: *“Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción”*

Autores: AAVV

Editorial: BOE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1997

Título: *“Presupuestación de obras”*

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Editorial: Universidad de Sevilla (Secretariado de Publicaciones)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1ª edición 1998, 2ª edición 2000, 3ª edición 2004

Título: *“Seguimiento de la planificación y control de costes en obras de construcción”*

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Editorial: Fundación Aparejadores

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1998

Título: *“Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación” (LOE)*

Autores: AAVV

Editorial: BOE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1999

Título: *“Aspectos económicos de la recuperación de edificios”*

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Editorial: Universidad de Sevilla (Secretariado de Publicaciones)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2000

Título: *“Real Decreto 2/2000, de 16 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas”*

Autores: AAVV

Editorial: BOE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2000²⁵⁰

²⁵⁰ Cabe destacar la presumible brevedad del periodo de vigencia que le resta a este Real Decreto, dado que va a ser reemplazado por una nueva Ley de Contratos del Sector Público, cuyo proyecto de ley se encuentra, a fecha de finalización de la presente tesis doctoral (día 3 de septiembre de 2007), en trámites para su aprobación parlamentaria.

Título: *“Las funciones básicas de la producción en la construcción”*

Autores: E. Carvajal Salinas

Editorial: Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2001

Título: *“Manual práctico para elaboración de estudios de seguridad y salud en obras de edificación”*

Autores: AAVV

Editorial: Fundación Aparejadores

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2001

Título: *“Pliego de prescripciones técnicas para la edificación, 2001” (5 tomos)*

Autores: AAVV

Editorial: Consejería de Obras Públicas y Transportes (Junta de Andalucía)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2001

Título: *“Desarrollo de un modelo de análisis y optimización de los procesos productivos en edificación” (Proyecto de investigación)*

Autores: Grupo de investigación dirigido por J. M^a Calama Rodríguez

Lugar de elaboración: Sevilla

Fecha: 2001

Título: *“Precios 2002” (6 tomos)*

Autores: AAVV

Editorial: Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (FCBP)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2002

Título: *“Retirada selectiva de residuos: modelo de presupuestación”*

Autores: AAVV

Editorial: Fundación Aparejadores

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2002

Título: *“Análisis técnico del proceso constructivo de la edificación”*

Autores: AAVV

Editorial: PCT. INDYCCE, S. L.

Lugar de publicación: Gerona

Fecha: 2003

Título: *“Libro de actas y ponencias. XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones”*

Autores: AAVV (Universidad de la Coruña y la Asociación Española de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones)

Editorial: A. J. Iglesias Maceiras y R. Rodilla del Barrio

Lugar de publicación: La Coruña

Fecha: 2003

Título: *“Comunicaciones. III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica” (CONTART 2003, 2 tomos)*

Autores: AAVV

Editorial: Fundación Aparejadores

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2003

Título: *“El proceso presupuestario en proyectos de construcción”*

Autores: M. D. Arango Serna, M. Chiner Dasí, M^a L. Collado López, F. Rodrigo Morant, J. M^a Torralba Martínez

Editorial: Universidad Politécnica de Valencia (Servicio de Publicaciones)

Lugar de publicación: Valencia

Fecha: 2003

Título: *“Memoria de investigación 2003”*

Autores: AAVV

Editorial: Universidad de Sevilla (Vicerrectorado de Investigación)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2003

Título: *“Memoria de investigación 2004”*

Autores: AAVV

Editorial: Universidad de Sevilla (Vicerrectorado de Investigación)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2004

Título: *“Base de costes de la construcción de Andalucía 2005/06” (CD)*

Autores: AAVV

Editorial: Consejo Andaluz de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2005

Título: *“Informe económico de Andalucía 2004”*

Autores: Secretaría Gral. de Economía. Consejería de Economía y Hacienda (Junta de Andalucía)

Editorial: Servicio de Asesoría Técnica y Publicaciones. Consejería de Economía y Hacienda (Junta de Andalucía)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2005

Título: *“Memoria de investigación 2005”*

Autores: AAVV

Editorial: Universidad de Sevilla (Vicerrectorado de Investigación)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2005

Título: *“Informe económico de Andalucía 2005”*

Autores: Secretaría Gral. de Economía. Consejería de Economía y Hacienda (Junta de Andalucía)

Editorial: Servicio de Asesoría Técnica y Publicaciones. Consejería de Economía y Hacienda (Junta de Andalucía)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2006

Título: *“Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación” (CTE)*

Autores: AAVV

Editorial: BOE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2006

2. Bibliografía relacionada

Este segundo bloque amplía las referencias bibliográficas consultadas durante el desarrollo de la presente investigación, compilando buena parte del conocimiento existente en materia de presupuestación y programación de obras en la actualidad. Nuevamente el criterio formal elegido para su clasificación ha sido el de su presentación por orden cronológico, contemplando como subcriterio dentro de un determinado año de publicación el de su orden alfabético de título. La consulta de estas fuentes recomendadas abre nuevos caminos de búsqueda y creación por los que pueden avanzar futuras líneas de investigación derivadas de la presente tesis doctoral. De su estudio y revisión pueden surgir nuevos procesos investigadores encaminados a profundizar y perfeccionar tanto el conocimiento existente en la materia como el nuevo conocimiento resultante de esta investigación.

Título: *“Código civil”*

Autores: Q. Mucius Scaevola; F. Ortega Lorca; J. Castán Tobeñas; F. Bonet Ramón; y otros

Editorial: Instituto Editorial Reus

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1942-1976

Título: *“Rendimientos y valoraciones de obras”*

Autores: J. Font Maymó

Editorial: Dossat

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1948

Título: *“Control presupuestario”*

Autores: F. Jonio y G. Plaindoux

Editorial: Sagitario

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1962

Título: *“Método del camino crítico”*

Autores: A. Kaufman, G. Desbazeille

Editorial: Sagitario

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1965

Título: *“Organización contable y financiera”*

Autores: H. Migeon

Editorial: Ediciones Deusto

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 1968

Título: *“Medición, costes y valoración de obras”*

Autores: L. Wiquel Martínez

Editorial: Autor

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1971

Título: *“Un concepto de planificación de empresas”*

Autores: L. A. Russell

Editorial: Limusa-Wiley

Lugar de publicación: Méjico

Fecha: 1972

Título: *“Planificación de proyectos complejos”*

Autores: A. Battersby

Editorial: Ariel

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1973

Título: *“Programación, organización y control”*

Autores: W. H. Newman

Editorial: Ediciones Deusto

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 1973

Título: *“Método de ruta crítica para construcción de edificios”*

Autores: B. Benson

Editorial: Compañía Editorial Continental S. A.

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1974

Título: *“La prospectiva”*

Autores: A. C. Decoufle

Editorial: OIKOS-TAU

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1974

Título: *“Cómo presupuestar una obra: costes, rentabilidad, planificación, certificaciones, organización”*

Autores: J. M. Jansa Ribera

Editorial: Editores Técnicos Asociados

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1975

Título: *“La producción, planificación, organización y control”*

Autores: S. Eilon

Editorial: Labor

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1976

Título: *“Programación reticular. Métodos y aplicaciones”*

Autores: M. Ortiueira Bouzada

Editorial: ICE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1976

Título: *“Teoría general de los sistemas”*

Autores: L. von Bertalanffy

Editorial: Fondo de Cultura Económica

Lugar de publicación: Méjico

Fecha: 1976

Título: *“Contabilidad de costos e informaciones extracontables”*

Autores: S. Furlan y P. Provenzali

Editorial: Ediciones Deusto

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 1977

Título: *“Sistemas de contabilidad de costos y de control financiero”*

Autores: J. Dearden

Editorial: Ediciones Deusto

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 1977

Título: *“Aprovisionamiento, almacenaje y gestión de stocks”*

Autores: P. Baily y otros

Editorial: Ediciones Deusto

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 1979

Título: *“Economía de la construcción”*

Autores: D. A. Turin

Editorial: Gustavo Gili

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1979

Título: *“Planificación de obras”*

Autores: J. L. Ordóñez Badiola

Editorial: CEAC

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1979

Título: *“La revisión de precios en la contratación administrativa”*

Autores: O. Moreno Gil

Editorial: Civitas

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1980

Título: *“Ley 8/1980 por la que se aprueba el Estatuto de los Trabajadores”*

Autores: AAVV

Editorial: BOE

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1980

Título: *“El subsistema productivo de la empresa”*

Autores: D. Machuca, J. A. Durbán

Editorial: Pirámide

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1981

Título: *“Planificación y control de la producción”*

Autores: A. Arjona Ciria

Editorial: Ediciones Deusto

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 1982

Título: *“La classification des elements fonctionnels du batiment”*

Autores: P. Baily y otros

Editorial: Diario “La Construcción” nº 45

Lugar de publicación: Bruselas

Fecha: 1983

Título: *“Manual de planificación y programación para obras públicas y construcción. Camino crítico Pert-CPM”*

Autores: J. P. Bendicho Joven
Editorial: Rueda
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1983

Título: *“Contabilidad para dirección”*

Autores: F. Pereira Soler y otros
Editorial: Ediciones Orbys
Lugar de publicación: Barcelona
Fecha: 1984

Título: *“La corporación cibernética”*

Autores: M. Ortigueira Bouzada
Editorial: Centro de Estudios Municipales y Cooperación Internacional
Lugar de publicación: Granada
Fecha: 1984

Título: *“Ley 32/1984 por la que se modifica el Estatuto de los Trabajadores”*

Autores: AAVV
Editorial: BOE
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1984

Título: *“Política de costes y contabilidad de costes”*

Autores: S. Hummel, W. Mannel y J. García Echevarría
Editorial: ESIC
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1984

Título: *“Precios 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 95 y 99”*

Autores: AAVV
Editorial: Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (FCBP)
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1984-1999

Título: *“Cómo contratar con el estado”*

Autores: Departamento de Estudios CEAM
Editorial: Ministerio de Industria y Energía
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1985

Título: *“Epígrafes 85”*

Autores: AAVV
Editorial: Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (FCBP)
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1985

Título: *“Guía profesional de la construcción”*

Autores: J. I. Monedero Gil
Editorial: Padeca
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1985

Título: *“Contabilidad gerencial”*

Autores: R. N. Anthony
Editorial: Ediciones Orbys

Lugar de publicación: Barcelona
Fecha: 1986

Título: *“El diseño de las organizaciones, una aproximación contingente”*
Autores: R. Valle Cabrera
Editorial: Universidad de Sevilla (Secretariado de Publicaciones)
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1986

Título: *“Planificación de la empresa y control integrado de gestión”*
Autores: J. Álvarez López
Editorial: Editorial Donostiarra S. A.
Lugar de publicación: San Sebastián
Fecha: 1986

Título: *“Epígrafes para mediciones”*
Autores: J. A. Solís Burgos y J. Castro Fuertes
Editorial: Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Sevilla
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1987

Título: *“Introducción a las valoraciones de suelo y edificación”*
Autores: J. A. Solís Burgos y J. Castro Fuertes
Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1988

Título: *“Manual de control de costes”*
Autores: R. M. S. Wilson
Editorial: Ediciones Deusto
Lugar de publicación: Bilbao
Fecha: 1988

Título: *“Planificación y control de obras de construcción”*
Autores: G. Santana Larenas
Editorial: Paraninfo S. A.
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1988

Título: *“Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad e higiene durante la ejecución de las obras”*
Autores: AAVV
Editorial: Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (FCBP)
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1988

Título: *“Ingeniería de costos y administración de proyectos”*
Autores: H. N. Ahuja y M. A. Walsh
Editorial: Alfaomega
Lugar de publicación: Méjico
Fecha: 1989

Título: *“Design economics expert systems”*
Autores: AAVV
Lugar de publicación: Australia
Fecha: 1990

Título: *“El proyecto en ingeniería y arquitectura. Estudio, planificación y desarrollo”*

Autores: J. S. Piquer Chanza

Editorial: CEAC

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1990

Título: *“Conceptos financieros y de costos en la industria de la construcción”*

Autores: D. W. Halpin

Editorial: Limusa S. A.

Lugar de publicación: Méjico

Fecha: 1991

Título: *“Dirección y gestión de proyectos”*

Autores: J. Pereña Brand

Editorial: Díaz de Santos S. A.

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1991

Título: *“Algoritmos en grafos y redes”*

Autores: B. Pelegrín, L. Cánovas y P. Fernández

Editorial: PPU

Lugar de publicación: Barcelona

Fecha: 1992

Título: *“Curso de economía de la empresa”*

Autores: A. S. Suárez Suárez

Editorial: Pirámide

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1992

Título: *“El predimensionado de costes en arquitectura. Modelos P2CT y P2CR”*

Autores: E. Carvajal Salinas

Editorial: Conserjería de Obras Públicas y Transportes (Junta de Andalucía)

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1992

Título: *“Contabilidad de costes y contabilidad de gestión”*

Autores: A. Sáez Torrecilla, A. Fernández Fernández y G. Gutiérrez Díaz

Editorial: McGraw-Hill

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 1993

Título: *“Estructura de costes de construcción”*

Autores: AAVV

Editorial: Autores

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 1993

Título: *“Gerencia de proyectos. Cómo dirigir exitosamente equipos de trabajo”*

Autores: W. A. Randolph y B. Z. Posner

Editorial: McGraw-Hill

Lugar de publicación: Colombia

Fecha: 1993

Título: *“Técnicas de programación y control de proyectos”*

Autores: C. Romero López

Editorial: Pirámide
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1993

Título: *“Contabilidad para el constructor. Guía para arquitectos e ingenieros civiles”*
Autores: M. C. Thomsett
Editorial: Trillas
Lugar de publicación: Méjico
Fecha: 1994

Título: *“Recomendaciones sobre criterios de medición en construcción”*
Autores: Asociación Española de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones
Editorial: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1994

Título: *“Contabilidad de costes y contabilidad de gestión. Ejercicios y soluciones”*
Autores: A. Fernández Fernández, G. Gutiérrez Díaz, R. Donoso Anes y J. Martín Garrido
Editorial: McGraw-Hill
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1995

Título: *“Contratos de las Administraciones Públicas”*
Autores: A. Ballester Fernández y otros
Editorial: Abella
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1995

Título: *“El jefe de obra”*
Autores: E. Cartagena Ruiz
Editorial: Gamma
Lugar de publicación: Alicante
Fecha: 1995

Título: *“Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas”*
Autores: AAVV
Editorial: BOE
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1995

Título: *“Planificación, programación y control de proyectos. Guía práctica para una gestión de proyectos eficiente”*
Autores: J. P. Lewis
Editorial: Ediciones S
Lugar de publicación: Barcelona
Fecha: 1995

Título: *“Código de comercio”*
Autores: AAVV
Editorial: BOE
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1996

Título: *“Estudios sobre contratos de las Administraciones Públicas”*
Autores: E. García de Enterría
Editorial: Civitas

Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1996

Título: *"Gestión de precios"*
Autores: E. C. Díez de Castro
Editorial: Ediciones ESIC
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1996

Título: *"Introducción a la teoría de sistemas"*
Autores: N. Luhmann
Editorial: Anthropos
Lugar de publicación: Méjico
Fecha: 1996

Título: *"La adjudicación de los contratos públicos"*
Autores: M. Vinyoles i Castells
Editorial: Civitas
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1996

Título: *"El contrato de obra pública"*
Autores: R. Juristo Sánchez
Editorial: Raíz TG
Lugar de publicación: Madrid
Fecha: 1997

Título: *"Planificación y seguimiento de obras"*
Autores: J. Oliver Pina
Editorial: Universidad Politécnica de Valencia (Servicio de Publicaciones)
Lugar de publicación: Valencia
Fecha: 1998

Título: *"Pliego de Prescripciones Técnicas para la Edificación, 1998"*
Autores: AAVV
Editorial: Consejería de Obras Públicas y Transportes (Junta de Andalucía)
Lugar de publicación: Sevilla
Fecha: 1998

Título: *"Técnicas de gestión presupuestaria"*
Autores: F. Rodrigo Morán, M^a L. Collado López y R. Amsalem Moryoussef
Editorial: Universidad Politécnica de Valencia (Servicio de Publicaciones)
Lugar de publicación: Valencia
Fecha: 1998

Título: *"Presupuestos de obra: Análisis y metodología"*
Autores: B. Andrés Baroja y P. Baringo Sábater
Editorial: Autores
Lugar de publicación: Barcelona
Fecha: 1999

Título: *"Aspectos económicos del proceso de la edificación"*
Autores: J. P. Ruiz Fernández
Editorial: Autor
Lugar de publicación: Cuenca
Fecha: 2002

Título: *“La programación en la construcción”*

Autores: J. Mateos Perera

Editorial: Bellisco

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2003

Título: *“Base de datos de la construcción de la Comunidad Valenciana 2005-2006”*

Autores: AAVV

Editorial: Instituto Valenciano de la Edificación (IVE)

Lugar de publicación: Valencia

Fecha: 2005

Título: *“Precios de la construcción Centro 2006”*

Autores: AAVV

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guadalajara

Lugar de publicación: Guadalajara

Fecha: 2006

Título: *“Base de datos de la construcción de Galicia 2007”*

Autores: AAVV

Editorial: Instituto Tecnológico de Galicia

Lugar de publicación: La Coruña

Fecha: 2007

Título: *“Base de precios de la construcción de la Comunidad de Madrid 2007”*

Autores: AAVV

Editorial: Comunidad Autónoma de Madrid

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2007

Título: *“Convenio colectivo de la construcción y obras públicas de Sevilla y su provincia”*

Autores: AAVV

Editorial: BOJA

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2007

3. Bibliografía generada

Finalmente, presentamos un tercer y último bloque de nuevas referencias bibliográficas generadas a partir de la elaboración de la presente tesis doctoral. Nuevamente, el criterio seguido para su clasificación ha sido el de su orden cronológico de publicación dada su interesante capacidad de ilustrar la trayectoria espacio-temporal seguida por nuestro trabajo, así como el arranque y progresivo avance de su correspondiente plan de difusión. De este modo, las citas recogen el nuevo conocimiento surgido de esta investigación, constituyendo el cuerpo de su producción científica.

Estas nuevas referencias aspiran a poder sumarse al conocimiento existente en materia de presupuestación de obras, convirtiéndose dentro del conjunto del mismo en un referente de obligada consulta para todos los agentes del sector y del conocimiento. Por otra parte, entre nuestras propuestas de actuación futuras figura la continuación del desarrollo del incipiente plan de difusión de esta investigación y, por consiguiente, la ampliación²⁵¹ del repertorio de referencias sobre el nuevo modelo de presupuestación de obras por procesos que ahora presentamos.

Título: “Presupuestos por procesos” (Comunicación)

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Título del libro: “*Libro de actas y ponencias. XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones*”

Editorial: A. J. Iglesias Maceiras y R. Rodilla del Barrio

ISBN: 84-688-4697-X

Lugar de publicación: La Coruña

Fecha: 2003

Título: “Presupuestos por procesos” (Comunicación)

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Título del libro: “*Comunicaciones. III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART 2003, tomo I)*”

Editorial: Fundación Aparejadores

ISBN: 84-95278-49-9

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2003

Título: “Clasificación sistemática por procesos” (Trabajo de investigación)²⁵²

Autores: M^a V. de Montes Delgado, A. Ramírez de Arellano Agudo

Lugar: Sevilla

Fecha: 2004

Título: “ARDITEC, Arquitectura: Diseño y Técnica. Grupo de investigación TEP-172” (Comunicación)

Autores: AAVV

Título del libro: “*Libro de actas. Primeras Jornadas de Investigación en Arquitectura y Urbanismo*”

Editorial: Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla

ISBN: 84-88988-21-4

Lugar de publicación: Sevilla

Fecha: 2004

²⁵¹ Tanto a nivel nacional como internacional, ya que en futuras etapas de la investigación proponemos abordar su exportación a terceros países. Asimismo, ampliaremos la tipología de estas referencias incorporando a las referencias tradicionales generadas hasta la fecha, nuevas referencias que hagan un uso intensivo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) disponibles, permitiendo la adaptación de la difusión del conocimiento a los nuevos cauces de transmisión emergentes.

²⁵² Trabajo presentado para la obtención del DEA, con una calificación de sobresaliente por unanimidad, dentro del programa de doctorado con mención de calidad “*Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana*” del Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción (IUCC) de la Universidad de Sevilla.

Título: “Presupuestos por procesos” (Comunicación)

Autores: A. Ramírez de Arellano Agudo

Nombre de la revista: “BIA nº 233, septiembre-octubre 2004”

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid

DL: M-2517-1962

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2004

Título: “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” (Póster)

Autores: M^a V. de Montes Delgado, A. Ramírez de Arellano Agudo

Título del libro: “Guía sobre las III Jornadas Doctorales de Andalucía”

Editorial: Universidad de Málaga

ISBN: 84-9747-117-2

Lugar de publicación: Málaga

Fecha: 2005

Título: “Modelo de presupuestación de obras por procesos” (Comunicación)

Autores: M^a V. de Montes Delgado, A. Ramírez de Arellano Agudo

Título del libro/DVD: “Actas de la IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica” (CONTART 2006)

Editorial: Consejo de Colegios de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Castilla y León

DL: VA-481-2006

Lugar de publicación: Valladolid

Fecha: 2006

Título: “Tesis doctoral. Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” (Póster)

Autores: M^a V. de Montes Delgado, A. Ramírez de Arellano Agudo

Título del congreso: “V Jornadas de Jóvenes Investigadores”

Editorial: Universidad del País Vasco

Lugar de publicación: Bilbao

Fecha: 2007

Título: “Presupuestación por procesos, una apuesta por la innovación” (Comunicación)

Autores: M^a V. de Montes Delgado, A. Ramírez de Arellano Agudo

Título del libro: “Libro de actas de la I Jornada Nacional de Investigación en Edificación”

Editorial: Universidad Politécnica de Madrid

ISBN: 978-84-690-5660-8

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2007

Título: “Modelo de presupuestación de obras por procesos” (Comunicación)

Autores: M^a V. de Montes Delgado, A. Ramírez de Arellano Agudo

Nombre de la revista: “BIA nº 248, marzo-abril 2007”

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid

DL: M-2517-1962

Lugar de publicación: Madrid

Fecha: 2007

Anexos:

1. Póster III Jornadas Doctorales de Andalucía (Málaga, 2005)



NUEVO MODELO DE PRESUPUESTACION DE OBRAS BASADO EN PROCESOS PRODUCTIVOS

Tutor: A. Ramírez de Arellano Agudo. Becaria FPDJ J.A.: M.V. de Montes Delgado
Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Universidad de Sevilla

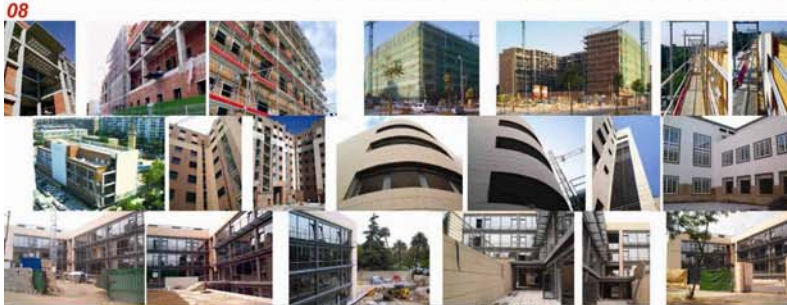


III JORNADAS
DOCTORALES DE ANDALUCIA
Málaga, 19-24 de junio de 2005



OBJETIVOS

Esta tesis doctoral aborda la investigación de un nuevo modelo de presupuestación que proporcione una estimación precisa y optimizada de los costes esperados de la ejecución de las obras.



Para ello este nuevo modelo debe abordar de forma **integrada** la planificación, organización y programación (POP) de todos los procesos de obra, incluso los relativos a seguridad, control de calidad y gestión de RCDs, atendiendo a sus parámetros característicos (recursos, tiempo y coste). Además requiere la **imputación directa de todos los costes**, así como la consideración de su correspondiente **signo (\pm)**, para su estudio pormenorizado y su presentación convenientemente justificada. Por último destacar que este modelo ha de permitir optimizar los mapas de procesos de las obras a partir de la **simulación comparada** de diferentes alternativas de POP, con la consiguiente optimización de su coste.



ETAPAS DE LA INVESTIGACION

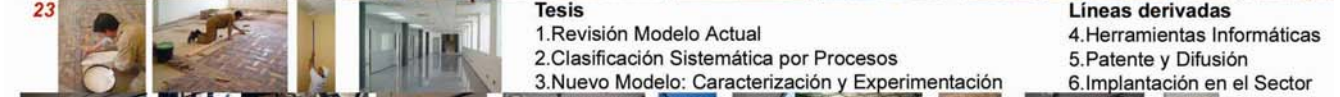


Tesis

- 1.Revisión Modelo Actual
- 2.Clasificación Sistemática por Procesos
- 3.Nuevo Modelo: Caracterización y Experimentación

Líneas derivadas

- 4.Herramientas Informáticas
- 5.Patente y Difusión
- 6.Implantación en el Sector



2. Comunicación CONTART 2006 (Valladolid, 2006)



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Resumen

En la anterior edición de CONTART tuvimos la oportunidad de presentar los inicios de la investigación sobre un “Nuevo Modelo de Presupuestación de Obras Basado en Procesos Productivos” que permite generar estimaciones de costes esperados de ejecución de obras proyectadas optimizadas y cercanas a la realidad a partir de la optimización de su correspondiente Planificación, Organización y Programación (POP) prevista por el presupuestador. En esta ocasión, 3 años después, nos complace mostrar los importantes avances experimentados por la misma entre los que figuran el desarrollo del cuerpo teórico del citado modelo fruto de la revisión crítica de los postulados preliminares¹, un sistema de clasificación por procesos para obra nueva convencional y un prototipo sobre el que experimentaremos su eficacia. Baste recordar que este innovador modelo es susceptible de generar presupuestos con un elevado nivel de detalle tanto en fase de proyecto (proyectista) como de contratación (constructor). Además, en proyecto el presupuesto por procesos permite optimizar el diseño a partir de las consideraciones derivadas de la simulación de la ejecución (retroalimentación). Bajo estas premisas, esta investigación prosigue contribuyendo comprometidamente a potenciar la excelencia de la edificación proyectada optimizando su calidad y costes esperados como respuesta a su compromiso con la sociedad.

1. Introducción

En esta comunicación abordamos el estado de la investigación sobre un “Nuevo Modelo de Presupuestación de Obras Basado en Procesos Productivos” cuyos comienzos tuvimos la ocasión de presentar en la anterior edición de CONTART, III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, celebrada en Sevilla en noviembre del 2003, recogidos en la comunicación “Presupuestos por procesos” dentro de la Sección temática sobre Economía de la Construcción.

Durante esta segunda etapa de la investigación ha sido posible avanzar en la elaboración de este nuevo modelo de presupuestación de obras por procesos, redactar la Clasificación Sistemática por Procesos para obras de edificación de nueva planta convencionales² y caracterizar un prototipo para experimentar sobre él la eficacia del citado modelo.

Antes de mostrar en detalle los avances acontecidos en este consolidado proceso investigador, recordemos brevemente su punto de partida. El objetivo de esta investigación³, como su propio nombre indica, es desarrollar un modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos cuya

¹ Véase la comunicación “Presupuestos por procesos” presentada en la III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica celebrada en Sevilla en noviembre del 2003 dentro de la Sección Economía de la Construcción.

² Esta Clasificación Sistemática por Procesos ha sido objeto de un Trabajo de Investigación homónimo dentro del Programa de Doctorado con Mención de Calidad: “Teoría y Práctica de la Rehabilitación Arquitectónica y Urbana” del Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción de la Universidad de Sevilla (2004).

³ Esta investigación en curso corresponde a la Tesis Doctoral de M^a Victoria de Montes Delgado, Becaria FPDl de la Junta de Andalucía (Orden de 12 de mayo de 2003 publicada en el BOJA nº 100 de 28 de mayo de 2003), dirigida por Antonio Ramírez de Arellano Agudo, Catedrático del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla.



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

finalidad es proporcionar estimaciones de costes esperados de ejecución de obras cercanas a la realidad y, al mismo tiempo, óptimas.

Para ello este modelo parte de la consideración, en la fase de proyecto o de contratación, de la Planificación, Organización y Programación óptima de las obras (POP⁴ óptimo). El POP óptimo de un sistema productivo estriba en la obtención de un producto de mayor calidad a menor coste, es decir, en la maximización de la expresión calidad/coste. En nuestro caso el sistema productivo es la obra y el producto resultante es la edificación. De este modo, el mejor POP para una obra es aquel que permite la construcción de una edificación optimizando la relación entre la calidad⁵ y el coste.

En CONTART 2003 apuntábamos las imprecisiones detectadas en el modelo de presupuestación de obras vigente basado en las unidades de obras patentes en su incapacidad de integrar de forma precisa y clara⁶ los costes derivados de la planificación, organización y programación de las obras, la adopción de medidas de prevención de riesgos laborales y la retirada selectiva de los RCD generados en las mismas. Incluso la incapacidad de integrar en el modelo los costes generadores de ingresos en los centros de producción tales como los derivados de la venta de excedentes en mercados secundarios debido a la consideración exclusiva de costes de signo positivo (+).

La detección de toda la problemática anterior así como el clima de oportunidad existente (disponibilidad de herramientas informáticas que posibiliten el desarrollo de modelos más perfectos, demanda de calidad por parte de todos los agentes del Sector de la Construcción y de los competitivos mercados, tanto nacionales como internacionales⁷ y consecución de resultados positivos en las industrias del Sector) han propiciado el inicio y posterior desarrollo de esta investigación.

De este modo, el modelo de presupuestación basado en los procesos productivos objeto de estudio proporciona estimaciones apriorísticas de coste detalladas, completas y precisas correspondientes a un determinado POP simulado⁸, óptimo según criterio del presupuestador.

2. Mapa de procesos

Recordemos que el modelo de presupuestación por procesos⁹ en estudio concibe la obra como un macroproceso susceptible de ser dividido en partes más pequeñas que también constituyen procesos (subprocesos o procesos de nivel inferior). Estas partes,

⁴ A partir de este momento denotaremos por POP la planificación, organización y programación de las obras.

⁵ La calidad de la edificación radica no sólo en sus prestaciones finales sino también en la calidad de los procesos que constituyen su sistema productivo.

⁶ En el modelo de unidades de obra estos costes se imputan, en el mejor de los casos, por vía indirecta.

⁷ Especialmente el mercado europeo hacia cuyo seno convergemos.

⁸ El POP simulado es aquel correspondiente a un conjunto de hipótesis definidas por el presupuestador.

⁹ Por proceso entendemos al conjunto de trabajos interrelacionados realizados para la consecución de un determinado fin. El fin del proceso productivo es la producción de un bien. De este modo, la obra de edificación es un gran proceso productivo destinado a la ejecución del producto "edificación". En definitiva, la obra es concebida como un complejo sistema o macroproceso constituido por procesos interrelacionados entre sí cuya finalidad es la ejecución de la edificación.



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

a su vez, son susceptibles de ser divididas en otros procesos de nivel inferior y así sucesivamente. Esta dinámica de subdivisión de la obra en procesos de menor tamaño se puede repetir indefinidamente.

En el modelo propuesto el mapa de procesos en el que se estructura la obra se divide en 3 tipos de procesos íntimamente relacionados entre sí: los Procesos de Ejecución (PE), los Procesos Básicos (PB) y los Procesos de Suministro (PS).

Los PE son los procesos implicados directamente en la producción de las obras. Estos procesos comprenden todos los trabajos desarrollados en obra: desde la implantación hasta la retirada de los centros de producción pasando por las actuaciones preparatorias, demoliciones y desmontados, acondicionamiento de terrenos, cimentaciones, saneamientos, estructuras, cerramientos, cubiertas, paredes interiores, instalaciones (climatización, electricidad, fontanería, gases y licuados, protección contra incendios, control de accesos y seguridad, telecomunicaciones, transporte, solares, retirada de residuos, etc), carpinterías, revestimientos, amueblamientos, trabajos exteriores, terminaciones, retiradas de RCD y excedentes y actuaciones finales.

Los PB son procesos relacionados con la manutención de los recursos productivos dentro de los centros de producción con anterioridad a su puesta en obra o participación activa en la misma.

Finalmente, los PS son procesos relacionados con la dotación de recursos a los centros de producción. Se trata de procesos exógenos al modelo al desarrollarse fuera de los centros de producción de las obras, fuertemente condicionados por las características del mercado de factores de producción y sus leyes de regulación (oferta/demanda).

Cada uno de estos procesos se subdivide en distintos niveles de proceso configurando un mapa de procesos jerarquizado. En esta segunda etapa de la investigación hemos revisado y completado la configuración del mapa de procesos anteriormente propuesto, quedando definido como mostramos a continuación.

Los PE se subdividen en 5 niveles de proceso:

PE N1 > PE N2 > PE N3 > PE N4 o AE > PE N5 o TE

- Procesos de Ejecución de Nivel 1 (PE N1)
- Procesos de Ejecución de Nivel 2 (PE N2)
- Procesos de Ejecución de Nivel 3 (PE N3)
- Procesos de Ejecución de Nivel 4 o Actividades de Ejecución (PE N4=AE)
- y Procesos de Ejecución de Nivel 5 o Tareas de Ejecución (PE N5=TE).

Los PB se subdividen en 4 niveles de proceso:

PB N1 > PB N2 > PB N3 o AB > PB N4 o TB

- Procesos Básicos de Nivel 1 (PB N1)
- Procesos Básicos de Nivel 2 (PB N2)
- Procesos Básicos de Nivel 3 o Actividades Básicas (PB N3=AB)
- y Procesos Básicos de Nivel 4 o Tareas Básicas (PB N4=TB).



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Por último, los PS al quedar fuera del modelo no se subdividen en ningún nivel.

De este modo, la obra de edificación se descompone en los siguientes niveles de procesos:

Obra>PE N1>PE N2>PE N3>PE N4 (AE)>PE N5 (TE)>PB N3 (AB)>PB N4 (TB)>PS

La estructura por procesos propuesta permite una doble lectura, una en sentido descendente y otra ascendente. En sentido descendente se atomizan (disminuyen en tamaño) y desagregan los procesos mientras que en sentido ascendente se agrupan (aumentan en tamaño) y reducen en número hasta llegar a constituir un único proceso, el macroproceso “obra de edificación” que podríamos denotar como Proceso de Ejecución de Nivel 0 o Proceso Raíz (PE N0). Esta doble lectura del mapa de procesos de una obra permite, por un lado, el análisis pormenorizado de todos sus elementos componentes y, por el otro, la gestión integral del conjunto.

Entre todos estos procesos se integran todos los trabajos desarrollados en obra incluso los relacionados con la gestión de la seguridad y salud, el control de la calidad, la gestión de los RCD y excedentes generados en los centros de producción. De este modo, el modelo permite generar presupuestos únicos para cada obra que recogen en un solo documento¹⁰ todos los costes generados en ellas.

De todo lo anterior se desprende que el modelo de presupuestación por procesos aporta una estructura de mapa de procesos, flexible y adaptativa, válida para todas las obras. Aún siguiendo esta estructura, cada obra es susceptible de ser planificada, organizada y programada de diferentes maneras. Por este motivo una misma obra puede tener infinitos presupuestos por procesos asociados, uno por cada POP simulado. Como resultado del POP óptimo de cada obra estimado por el presupuestador¹¹ resultará un mapa de procesos óptimo específico y su correspondiente presupuesto óptimo. Así cada obra sólo tendrá un presupuesto óptimo asociado para un determinado presupuestador. Este presupuesto óptimo es el que se pretende incorporar al proyecto para que sirva como referencia para las restantes etapas de la edificación (licitación, ejecución, comercialización, mantenimiento y finalización). En este punto surge una línea de investigación derivada de esta Tesis Doctoral encargada de desarrollar los estándares que permitan evaluar y cuantificar la calidad de los infinitos POP posibles para cada obra. Conocidas las hipótesis de partida el POP óptimo de una determinada obra será aquel que ofrezca una mayor calidad a un menor coste.

Obra 1: Presupuesto₁₁ (POP₁₁), ... , Presupuesto_{1n} (POP_{1n}) → Ppto_{1óptimo} (POP_{1óptimo})

Obra 2: Presupuesto₂₁ (POP₂₁), ... , Presupuesto_{2n} (POP_{2n}) → Ppto_{2óptimo} (POP_{2óptimo})

...

Obra n: Presupuesto_{n1} (POP_{n1}), ... , Presupuesto_{nn} (POP_{nn}) → Ppto_{nóptimo} (POP_{nóptimo})

¹⁰ Esta característica del modelo supone una gran innovación en la presupuestación ya que en la actualidad el presupuesto de seguridad y salud se redacta de forma independiente según lo dispuesto en el RD 1627/97 “Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción”.

¹¹ Projectista (presupuestador en la fase de proyecto) o constructor (presupuestador encargado de la redacción de una oferta en la fase de licitación).



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

3. Sistemas de clasificación por procesos

Como herramientas complementarias que dotan de eficacia a este modelo de presupuestación aparecen los sistemas de clasificación por procesos correspondientes a los distintos tipos de obras de edificación existentes (de nueva planta convencional, de nueva planta singular, de recuperación, de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc). Estos sistemas están destinados a permitir el intercambio de información entre distintos presupuestos. Para ello recogen los procesos de niveles superiores más frecuentes detectados en sus correspondientes tipos de obras de edificación sirviendo de referencia para la elaboración de mapas de procesos estandarizados.

En estas Clasificaciones tienen cabida todos los procesos productivos posibles, identificándose y codificándose numéricamente¹² de forma expresa los más frecuentes, así como albergando espacio¹³ para incluir otros menos frecuentes o inexistentes en el momento de su gestación. De este modo, compete al presupuestador ajustar el POP óptimo de cada obra proyectada a su correspondiente Sistema de Clasificación para obtener un mapa de procesos intercambiable, es decir, legible y aprovechable por todos los agentes implicados en el Sector de la Construcción, tanto a nivel nacional como internacional. Los procesos de los niveles inferiores, actividades y tareas, han de ser identificados en cada caso por el presupuestador, es decir, han de ser confeccionados a medida para cada obra proyectada.

El Sistema de Clasificación por Procesos para obras de edificación de nueva planta convencionales ya ha sido resuelto dentro de esta investigación¹⁴. En futuras líneas de investigación se desarrollarán Sistemas de Clasificación correspondientes a los restantes tipos de obras existentes: obras de edificación de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc. Incluso se abordará el estudio de la exportación¹⁵ del modelo de presupuestación por procesos a las obras de construcción civiles y de sus correspondientes Sistemas de Clasificación por Procesos. De este modo, el modelo de presupuestación por procesos daría respuesta a la estimación económica del conjunto del Sector de la Construcción, tanto al Subsector Obra de Edificación como al Subsector Obra Civil.

¹² Se ha optado por la codificación numérica para permitir el intercambio internacional de presupuestos por procesos. Para que la eficacia de este tipo de herramientas sea alta es necesario desarrollar un intenso plan de difusión, protección e implantación de las mismas. La transferencia de la Clasificación Sistemática por Procesos al tejido productivo es imprescindible para dotarla de una verdadera utilidad.

¹³ Para ello en todos los niveles existen 3 procesos continente vacíos de contenido tales como los Procesos Mixtos, Procesos Especiales y Varios en los que tienen cabida aquellos procesos no contenidos en la Clasificación. Además, el sistema no agota la codificación de los procesos permitiendo la intercalación de nuevos procesos en cualquier punto de la misma. La flexibilidad de estos sistemas es indispensable para garantizar su eficacia y permanencia en el tiempo.

¹⁴ Este ha sido el Sistema de Clasificación redactado en primer lugar dado que corresponde al tipo de obras más frecuentes y con las que nos encontramos más familiarizados. Esta Clasificación recoge los Procesos de Ejecución de los 3 primeros niveles (PE N1, PE N2 y PE N3) y los Procesos Básicos de los 2 primeros niveles (PB N1 y PB N2) correspondientes a la obra nueva convencional.

¹⁵ En esta línea, se podría profundizar investigando la exportación y aplicación del modelo de presupuestación por procesos a otros Sectores Productivos similares al Sector de la Construcción. Aquellos sectores destinados a la producción de prototipos y formados por organizaciones adhocráticas podrían ser beneficiarios de este innovador modelo.



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

4. Estimación de costes

Una vez analizada la estructura de procesos que vertebra las obras y su interrelación, pasamos a caracterizar los mecanismos de análisis de costes de los que consta el modelo propuesto.

Recordemos que el modelo de Presupuestación por Procesos permite la estimación de los costes endógenos de las obras, es decir, los generados en los centros de producción, en las fases previas a su ejecución de proyecto y contratación. En este modelo los costes de los procesos se imputan por vía directa y pueden tener, según corresponda, signo \pm . Por un lado, la imputación de los costes por vía directa aporta una gran transparencia a los presupuestos por procesos, dada la clara identificación de los procesos productivos de procedencia de cada coste. Por el otro, la consideración del signo \pm permite incorporar los costes de los procesos productivos generadores de ingresos en los centros de producción tales como los derivados de la venta en mercados secundarios de los subproductos¹⁶.

En esta nueva etapa investigadora hemos desarrollado pormenorizadamente el mecanismo analítico de cálculo del Importe de Ejecución Material de la obra (IEM), es decir, del coste total del macroproceso obra de edificación. El IEM se obtiene a partir del tratamiento y la agregación ascendente de los costes de los diferentes procesos que componen el mapa de procesos de una obra.

A nivel de costes, podemos diferenciar 2 tipos de procesos los procesos unitarios (P_u) y los procesos complejos (P). Estos últimos están formados por n procesos unitarios iguales.

$$P_N = n P_{uN}$$

Siendo:

P_N , proceso complejo genérico de nivel N (de cualquier tipo y cualquier nivel)

n , número de veces que se repite el proceso unitario P_{uN}

P_{uN} , proceso unitario componente del proceso P_N

Cada proceso P_N del mapa de procesos de una obra lleva aparejado un coste (C) expresado en unidades monetarias. De este modo el coste de un proceso P_N se obtiene del tratamiento del coste de su correspondiente conjunto de procesos unitarios componentes.

$$P_N(C) = n P_{uN}(C)$$

Siendo:

$P_N(C)$, coste del proceso complejo P_N expresado en unidades monetarias

n , número de veces que se repite el proceso unitario P_{uN} y, por lo tanto, su coste (parámetro adimensional)

$P_{uN}(C)$, coste unitario del proceso unitario P_{uN} expresado en unidades monetarias

Por su parte cada proceso unitario de nivel N se descompone en n' procesos complejos de nivel $N+1$.

¹⁶ Por subproductos entendemos RCD con valor.



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

$$P_{uN} = P1_{N+1} + P2_{N+1} + P3_{N+1} + \dots + Pn'_{N+1}$$

Siendo:

P_{uN} , proceso unitario de nivel N componente del proceso P_N

$P1_{N+1}$, proceso complejo 1 de nivel N+1 componente del proceso unitario P_{uN}

$P2_{N+1}$, proceso complejo 2 de nivel N+1 componente del proceso unitario P_{uN}

$P3_{N+1}$, proceso complejo 3 de nivel N+1 componente del proceso unitario P_{uN}

...

Pn'_{N+1} , proceso complejo n' de nivel N+1 componente del proceso unitario P_{uN}

De este modo, el coste de un proceso unitario de nivel N se obtiene a partir de la agregación de los costes de sus procesos complejos componentes de nivel N+1 (subprocesos del nivel inmediatamente inferior).

$$P_{uN}(C) = P1_{N+1}(C) + P2_{N+1}(C) + P3_{N+1}(C) + \dots + Pn'_{N+1}(C)$$

Siendo:

$P_{uN}(C)$, coste unitario del proceso unitario P_{uN} expresado en unidades monetarias

$P1_{N+1}(C)$, coste del proceso $P1_{N+1}$ expresado en unidades monetarias

$P2_{N+1}(C)$, coste del proceso $P2_{N+1}$ expresado en unidades monetarias

$P3_{N+1}(C)$, coste del proceso $P3_{N+1}$ expresado en unidades monetarias

...

$Pn'_{N+1}(C)$, coste del proceso Pn'_{N+1} expresado en unidades monetarias

En definitiva, el cálculo de costes comienza con el tratamiento de los procesos unitarios de suministro y la obtención de sus correspondientes costes de suministro.

Posteriormente:

- De la agregación de estos costes de suministro se obtiene el coste de los procesos unitarios PB N4. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos básicos de nivel 4.

- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PB N3. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos básicos de nivel 3.

- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PE N5. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos de ejecución de nivel 5.

- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PE N4. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos de ejecución de nivel 4.

- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PE N3. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos de ejecución de nivel 3.

- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PE N2. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos de ejecución de nivel 2.

- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PE N1. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos de ejecución de nivel 1.

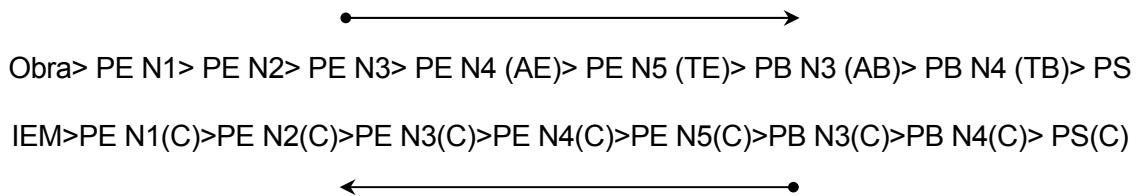
Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

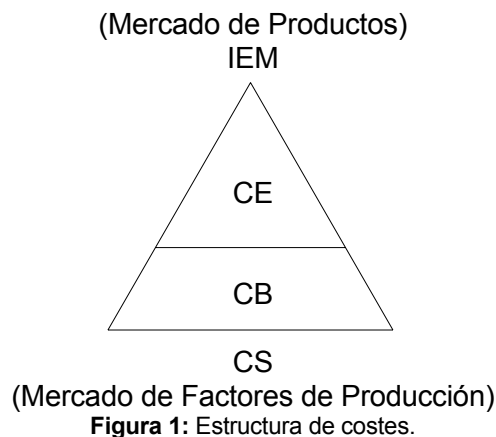
- Finalmente, de su agregación deriva el Importe de Ejecución Material de la obra (coste unitario del macroproceso “obra de edificación”).

Resumiendo todo lo anterior, podemos decir que a partir del tratamiento de costes unitarios de nivel N+1 obtenemos los costes de los procesos complejos correspondientes a dicho nivel (conivelados) y mediante su agregación obtenemos los costes unitarios de nivel N. Aplicando este mecanismo operativo de forma sucesiva partiendo del tratamiento de los costes unitarios de suministro se llega a la obtención del Importe de Ejecución Material de la obra proyectada (IEM).

Por otro lado, todos los procesos pertenecientes al mapa de procesos generan costes (\pm). A continuación identificamos cada tipo de proceso con su correspondiente coste.



De este modo, la estructura de costes del modelo tiene forma piramidal. En la base exterior de dicha pirámide se encuentran los costes de suministro procedentes del mercado de factores de producción, a continuación se desarrollan los costes básicos y finalmente, los costes de ejecución concurren en el vértice superior correspondiente al Importe de Ejecución Material de la obra proyectada, es decir, al coste total del sistema productivo de la edificación simulado.



5. Presupuestos por procesos

Una vez desarrollados la estructura y el funcionamiento del modelo de presupuestación de obras por procesos objeto de esta investigación, abordamos la metodología a seguir para elaborar un presupuesto. No obstante, antes de proceder al desarrollo del procedimiento de presupuestación por procesos, recordemos que este



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

modelo ha de dar respuesta a las infinitas obras proyectadas posibles¹⁷. Se trata pues de un modelo genérico a partir del cual el presupuestador podrá dar respuesta a cada caso concreto.

A continuación resumimos el procedimiento a seguir para la redacción de un presupuesto por procesos:

1. Recabación de información
2. Simulación del POP óptimo estimado por el presupuestador
3. Elaboración del mapa de procesos en base a su correspondiente Clasificación
4. Cálculo de costes y obtención del IEM óptimo

1) En primer lugar, la elaboración de un presupuesto por procesos requiere recabar información tanto de la restante documentación del proyecto¹⁸, como de la normativa vigente, las condiciones del emplazamiento de la obra, mercado de factores de producción, etc.

2) A partir de toda esta información se simula el POP óptimo de la futura obra a criterio del presupuestador. El POP óptimo de una obra es aquel que proporciona un proceso productivo y una edificación resultante de la máxima calidad al mínimo coste. La complejidad de este punto es de tal magnitud que ha sido necesario segregarse una línea de investigación de esta prolífica Tesis Doctoral para definir los estándares objetivos que permitan medir el nivel de calidad de un determinado POP e identificar el POP óptimo¹⁹.

3) El siguiente paso tras la elección del POP óptimo es el desarrollo de su correspondiente mapa de procesos²⁰. Este mapa se elabora en sentido descendente siguiendo la estructura de procesos anteriormente definida con la ayuda de su correspondiente Sistema de Clasificación. De este modo, partiendo de la obra de edificación proyectada identificaremos los procesos de ejecución de nivel 1. A continuación segregaremos sus correspondientes procesos de ejecución de nivel 2. Sucesivamente dividiremos la obra en procesos de menor dimensión hasta llegar al último nivel de procesos perteneciente al modelo²¹, el de los procesos básicos de nivel 2 o tareas básicas. Finalmente, localizaremos los procesos de suministros procedentes de los mercados de factores productivos.

Obra> PE N1> PE N2> PE N3> PE N4 (AE)> PE N5 (TE)> PB N3 (AB)> PB N4 (TB)> PS

¹⁷ El Sector de la Construcción es un sector productivo que fabrica prototipos, es decir, cada obra es singular y diferente a las restantes y requiere un POP óptimo confeccionado a medida (organización adhocrática). En este punto estriba la complejidad y el reto que se le plantea al modelo ya que debe aportar un sistema de gestión adaptable a las infinitas soluciones posibles.

¹⁸ No olvidemos que el presupuesto es un documento más del proyecto que ha de ser elaborado tras la definición de la restante documentación ya que necesita recabar información de la misma sobre la caracterización pormenorizada del diseño de la edificación proyectada.

¹⁹ De entre todos los POP posibles para una determinada obra, el óptimo es el que mayor nivel de calidad presente a menor coste. Para poder comparar distintos presupuestos en la fase de licitación en igualdad de condiciones es necesario establecer unos criterios de calidad generales en la fase de proyecto con valores de referencia que permitan medir el nivel alcanzado por cada uno de ellos en relación a su coste esperado.

²⁰ Este mapa de procesos también será óptimo al proceder del POP óptimo de la obra proyectada.

²¹ El modelo se extiende a todo el sistema productivo de la obra de edificación. Por este motivo, comprende los procesos productivos relacionados con la ejecución de las obras y vinculados con el POP de los centros de producción.



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

4) Tras la estructuración del presupuesto en su correspondiente mapa de procesos, se procede al análisis y cálculo de sus costes. La estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas se efectúa en sentido ascendente partiendo de los costes unitarios de suministro (CS) procedentes de los mercados de producción, pasando por los costes de los procesos básicos (CB) y los costes de los procesos de ejecución (CE), hasta llegar al coste unitario total esperado del producto "obra de edificación" generado en el centro de producción conocido como Importe de Ejecución Material (IEM). Este IEM será el coste óptimo esperado de la ejecución de las obras proyectadas al proceder del POP óptimo estimado por el presupuestador.

IEM>PE N1(C)>PE N2(C)>PE N3(C)>PE N4(C)>PE N5(C)>PB N3(C)>PB N4(C)> PS(C)

Este sistema operativo de tratamiento y agregación ascendente de costes, es decir, de agregación ponderada de costes en sentido ascendente, permite la estimación óptima de los costes endógenos de las obras proyectadas. La eficacia de este sistema de cálculo de costes radica en la sencillez e iteratividad de su mecanismo analítico, así como en la optimización que le proporciona el mapa de procesos del que parte.

IEM	PE N1 (C)	PE N2 (C)	PE N3 (C)	PE N4 (C)	PE N5 (C)	PB N3 (C)	PB N4 (C)	PS(C)
	A T							
		A T						
			A T					
				A T				
					A T			
						A T		
							A T	
								Dato (Mercado Factores de Producción)

Siendo:

A, agregación de costes de procesos complejos conivelados (obtención de costes unitarios de procesos de nivel superior)

T, tratamiento de costes unitarios²² (obtención de costes de sus correspondientes procesos complejos)

²² Operación algebraica de multiplicación del coste unitario del proceso por el número de veces que se repite.

Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Otra utilidad de este innovador modelo es que empleado en la fase de proyecto para la redacción de presupuestos permite, además de la precisa definición y optimización de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, la optimización del conjunto del proyecto de edificación. El análisis del POP óptimo de la obra proyectada puede aconsejar introducir modificaciones en el diseño de la edificación para optimizar el binomio diseño-ejecución. Asumir estas modificaciones, es decir, aprovechar la retroalimentación procedente del presupuesto por procesos, es muy recomendable en aras de conseguir una obra de edificación de máxima calidad tanto a nivel de diseño (producto) como de ejecución (sistema productivo) a un coste mínimo.

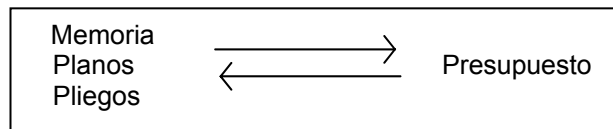


Figura 2: Proyecto de excelencia (optimizado).

6. Estado de la investigación

Una vez desarrollado el modelo teórico de presupuestación de obras por procesos productivos²³, vamos a proceder a experimentarlo en un edificio “virtual” que hemos venido en denotar como prototipo. Este edificio ha sido expresamente diseñado con la finalidad de poner a prueba la eficacia del modelo de presupuestación por procesos presentado. Las premisas de este prototipo han sido su sencillez y convencionalidad. Por este motivo se ha elegido un edificio de viviendas, por ser esta la tipología más común, de dimensiones reducidas ($S_{\text{construida}} = 1064.44 \text{ m}^2$ dividida en 2 plantas sobre rasante), trazado simétrico y deslocalizado (no atiende a normativas locales, sino a las normas generales no escritas de buena construcción).

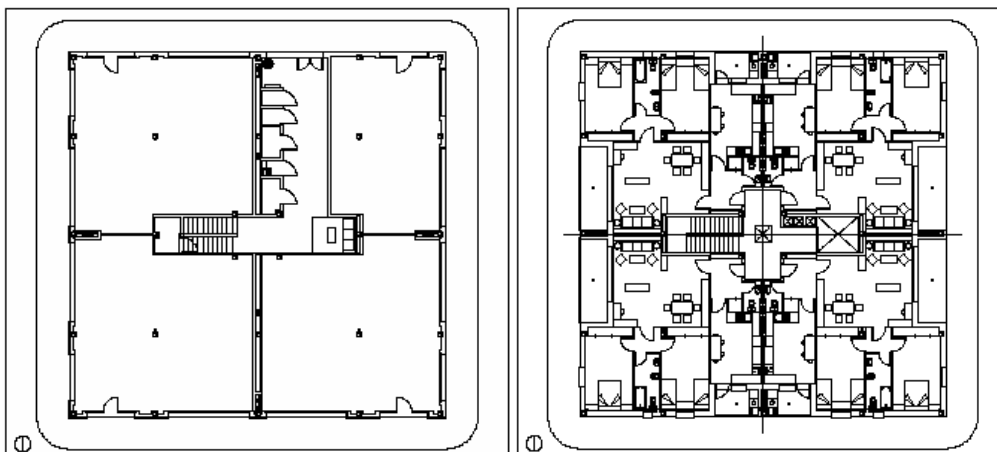


Figura 3: Prototipo (PB y P1^a).

²³ Este desarrollo no está aún completo ni es totalmente definitivo hasta que no se analicen y discutan los resultados obtenidos de su experimentación. El modelo es, y siempre será, susceptible de ser revisado y mejorado. De lo anterior se deduce que los productos de investigación, por su propia definición, no son un resultado absoluto e incuestionable, incluso habiendo concluido un proceso investigador, sino relativo susceptible de ser “reinvestigado” en cualquier momento. La esencia misma de la investigación es la revisión y mejora permanente de los conocimientos existentes.

Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Los resultados, tanto parciales como totales, obtenidos de la próxima fase empírica de la investigación serán convenientemente discutidos e inducirán la obligada revisión de la formulación teórica del modelo. De este modo, la metodología investigadora que hemos adoptado fomenta la retroalimentación y revisión permanente del sistema con el fin de obtener la definición óptima del modelo.

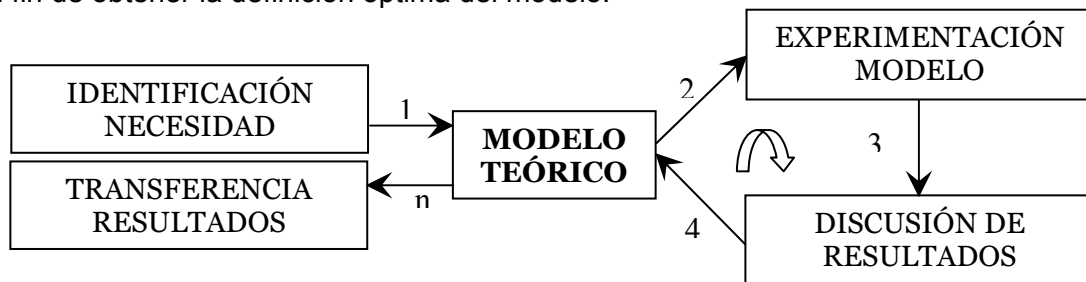


Figura 4: Metodología Investigadora.

Por otro lado, queremos destacar que la participación de todos los agentes implicados en el Sector de la Edificación en el debate y perfeccionamiento de este modelo propuesto es indispensable para garantizar su aceptación consensuada e implantación en el tejido productivo. Para ello el trazado de un ambicioso plan de transferencia (protección, difusión e implantación) de los resultados de esta investigación que propicie un diálogo colectivo se hace imprescindible.

Finalmente, nos gustaría resaltar la fascinante capacidad de esta investigación de generar una multitud creciente de líneas de investigación derivadas. Esta característica pone de manifiesto, una vez más, el elevado grado de innovación que aporta constituyéndose como investigación madre (raíz) y referente obligado en la apuesta por la optimización de la edificación y la modernización de la economía española.

7. Terminología básica

Proceso: Conjunto de trabajos interrelacionados realizados para la consecución de un determinado fin. Referencia del Modelo de Presupuestación por Procesos Productivos.

Proceso de Ejecución (PE): Proceso endógeno implicado directamente en la producción de las obras.

Proceso Básico (PB): Proceso relacionado con la mantención de los recursos productivos dentro de los centros de producción con anterioridad a su puesta en obra o participación activa en la misma.

Proceso de Suministro (PS): Proceso exógeno relacionado con la dotación de recursos a los centros de producción procedentes de los mercados de factores de producción.

Proceso Complejo (P): Proceso formado por n procesos unitarios iguales.

Proceso Unitario (P_u): Unidad de proceso componente de un proceso complejo.

Mapa de Procesos: Estructura jerárquica de procesos que plasma la composición del sistema obra.

POP: Operación de planificación, organización y programación de las obras.

POP simulado: POP correspondiente a un conjunto de hipótesis definidas por el presupuestador.

POP óptimo: POP de una obra que simula un proceso productivo de máxima calidad al mínimo coste.



Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio Ramírez de Arellano Agudo
M^a Victoria de Montes Delgado
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

8. Bibliografía básica

- Normas Tecnológicas de la Edificación. AAVV. MOPU (1973)
- Aplicación de las Técnicas PERT/CPM a la Planificación y Control de la Construcción. Martin, WR. Editorial Blume (1975)
- Clasificación Sistemática. Carvajal Salinas, E; Ramírez de Arellano Agudo, A y Rodríguez Cayuela, JM. FCBPC (1984)
- La Teoría de Sistemas al Servicio del Análisis de Presupuestos de Obras. Ramírez de Arellano Agudo, A. COAATS (1989)
- Uniproducto o Multiproducto. Carvajal Salinas, E. COAAT Sevilla y Las Palmas (1992)
- Presupuestación de Obras. Ramírez de Arellano Agudo, A. Universidad de Sevilla (1998)
- Seguimiento de la Planificación y Control de Costes en Obras de Construcción. Ramírez de Arellano Agudo, A. Fundación Aparejadores (1998)
- Pliego de Prescripciones Técnicas para la Edificación 2000. AAVV. Consejería de Obras Públicas y Transportes (2000)
- Las Funciones Básicas de la Producción en la Construcción. Carvajal Salinas, E. CICOP (2001)
- Manual Práctico para Elaboración de Estudios de Seguridad y Salud en Obras de Edificación. AAVV. Fundación Aparejadores (2001).
- Banco de Precios de la Construcción 2002. AAVV. FCBP (2002).
- Retirada Selectiva de Residuos: Modelo de Presupuestación. AAVV. Fundación Aparejadores (2002).
- Libro de Actas y Ponencias. XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones. AAVV. La Coruña (2003).
- Banco de Precios de la Construcción 2005. AAVV. FCBP (2005).

3. Póster V Jornadas de Jóvenes Investigadores (Bilbao, 2007)

Tutor: Dr. D. Antonio Ramirez de Arellano Agudo
 Doctoranda: D^a. M^a. Victoria de Montes Delgado

Tesis Doctoral
 Departamento: Construcciones Arquitectónicas II



Nuevo | Modelo innovador, eficiente, flexible = de excelencia

- Objetivos de la investigación:**
- Caracterización modelo presupuestación por procesos
 - a. Redacción clasificación sistemática por procesos (obra nueva)
 - b. Identificación de líneas de investigación derivadas:
 - Sistemas de clasificación por procesos para las restantes tipologías edificatorias (obras de recuperación, urbanización, ...)
 - Herramientas informáticas
 - Etc



Transferencia:
 - Protección
 - Difusión
 - Implantación

Ciclo de mejora continua

Modelo de presupuestación de obras

Objetivo: estimación detallada de los costes esperados de las obras de edificación proyectadas

	Modelo actual	Modelo propuesto
Referencia	Unidad de obra	Unidad de proceso
Concepción producto	Múltiple	Único
Clases de costes	Directos e indirectos (+)	Directos (signo ±)
Tratamiento obra	Segregado (presupuesto seguridad independiente)	Integral (producción, seguridad, residuos,...)
Tipo de presupuesto	Estandarizado	A medida, óptimos
Aplicación	Fase de proyecto	Fase de contratación
Tipología edificatoria	Obras de nueva planta	Todo tipo de obras
Promoción (nacional)	Obras públicas y privadas	Obras privadas (vs. LCAP)
Implantación	Muy extendida en el ámbito nacional y arraigada (> LCE 1950)	Por abordar: 1º. Ámbito nacional 2º. Ámbito internacional
Herramientas informáticas	Existentes	Por desarrollar

Cuadro comparativo modelo actual vs. modelo propuesto

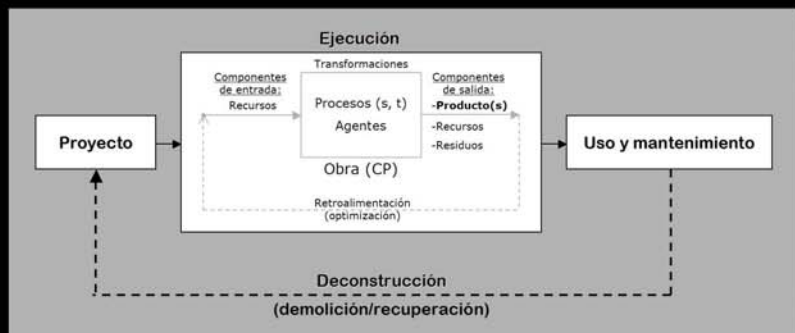
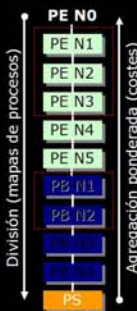
¿Cómo presupuestar por procesos?:

1. Obtener información
2. Planificar, organizar y programar la ejecución de la obra
 - Mapa de procesos de ejecución (PE)
 - Mapa de procesos básicos
3. Elaborar mapas de procesos
4. Calcular costes → IEM



5. Optimizar el presupuesto (opcional)

Basado en procesos productivos



□ Niveles de proceso recogidos en la "Clasificación sistemática por procesos"

Sistema Obra de Edificación (Sector Construcción)

4. Comunicación I Jornada Nacional de Investigación en Edificación (Madrid, 2007)

PRESUPUESTACIÓN POR PROCESOS, UNA APUESTA POR LA INNOVACIÓN

Antonio Ramírez de Arellano Agudo.
M^a Victoria de Montes Delgado.

Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Sevilla.

Resumen

El trabajo de investigación que presentamos en esta comunicación constituye la tesis doctoral denominada “Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos” de la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado, becaria FPDI de la Junta de Andalucía desde el año 2003, tutelada por el Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo, catedrático del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla y experto de reconocido prestigio en el campo de la economía de la construcción. Su principal objetivo estriba en la elaboración de un nuevo modelo de presupuestación capaz de proporcionar estimaciones de los costes de ejecución de las obras proyectadas cercanas a la realidad, permitiendo además su optimización y, por extensión, la del sistema obra de edificación al que dan respuesta.

Conscientes de las crecientes exigencias de calidad del Sector de la Construcción, nuestro doble rol de agentes de la edificación e investigadores nos ha impulsado a comprometernos en la búsqueda de nuevas herramientas que las satisfagan. De esta comprometida búsqueda nace nuestra propuesta de un nuevo modelo de presupuestación de obras cuya finalidad no es otra que contribuir a la mejora de la edificación mediante la generación de presupuestos de excelencia que regulen de manera eficiente las relaciones económicas entre los distintos agentes del sector a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida útil de la edificación (proyecto, ejecución, uso y mantenimiento, reconstrucción o recuperación).

El presupuesto por procesos simula la fase de ejecución de las obras de edificación en etapas previas a su desarrollo, bien en fase de proyecto o de contratación, como vehículo para poder abordar el análisis de sus costes asociados con garantías de éxito. Esta simulación parte de una visión integral de la obra de edificación desde la teoría de sistemas. Desde esta óptica sistémica, la obra es concebida como un sistema productivo formado por numerosos procesos interrelacionados entre sí que tienen por objeto la construcción del producto “edificación”. Estos procesos, protagonistas del modelo y elementos de referencia del mismo, se desarrollan gracias a la entrada y salida del sistema de infinidad de componentes, tales como los recursos o factores de producción y los residuos. De este flujo de componentes y sucesión de procesos derivan los costes endógenos del sistema cuya estimación ha de proporcionar el presupuesto. Así, los presupuestos por procesos parten de la planificación, organización y programación de las obras como herramienta indispensable para la completa y correcta caracterización del sistema, es decir, la identificación y pormenorizada descripción de sus distintos procesos integrantes partiendo de la implantación de los centros de producción hasta su retirada final, incluyendo la correcta gestión de los residuos generados y la adopción de las medidas de seguridad y salud necesarias.

Los presupuestos por procesos, como su propio nombre indica, contemplan todos los procesos que conforman la obra de edificación generadores de costes clasificándolos en 3 grandes tipos: los procesos de suministro (PS), los procesos básicos (PB) y los procesos de ejecución (PE). Por otra parte, en aras de alcanzar el máximo nivel de detalle y transparencia posible, todos los costes son imputados por vía directa con su correspondiente signo (\pm) garantizando el cumplimiento de las 2 leyes fundamentales de la presupuestación relativas a la no omisión y no repetición de costes en las estimaciones proporcionadas.

De todo lo anterior se desprende que el nuevo modelo objeto de esta investigación permite la redacción “a medida” de presupuestos de obras eficientes, flexibles e innovadores que contribuyen a elevar el nivel de calidad del sistema edificación a cotas de excelencia. Pese a todo, hemos de subrayar que, en ningún caso, los resultados obtenidos son inamovibles ya que la metodología de trabajo de mejora continua que estamos desarrollando conlleva su permanente revisión y adaptación a las cambiantes necesidades del sector y sus agentes destinatarios.

PRESUPUESTACIÓN POR PROCESOS, UNA APUESTA POR LA INNOVACIÓN

Antonio Ramírez de Arellano Agudo.
M^a Victoria de Montes Delgado.

Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Sevilla.

1.- Introducción

La presente investigación nace de nuestro compromiso como investigadores con la generación de nuevo conocimiento; nuevo conocimiento imprescindible para satisfacer las cambiantes necesidades de la sociedad en la que nos encontramos inmersos. El sector construcción, como parte integrante de la sociedad, experimenta innumerables cambios a los que ha de dar una pronta y adecuada respuesta si quiere gozar de un crecimiento sostenible. Es en este punto en el que hemos de intervenir los investigadores de la edificación aportando eficientes, flexibles e innovadoras soluciones a las nuevas necesidades que éste nos demande, es decir, soluciones de excelencia que permitan satisfacer con el máximo nivel de calidad posible sus crecientes exigencias, y concienciando a sus agentes integrantes de la importancia del conocimiento como motor impulsor de su modernización y desarrollo económico y, por consiguiente, de la inversión en I+D+i. Para que esta intervención sea eficaz debe existir una intensa y fluida comunicación entre el sector y los investigadores. Por su parte, el investigador debe estar siempre atento a las necesidades del sector al que presta servicio, llegando incluso a adelantarse a las mismas, para poder darles una rápida respuesta mediante la revisión del conocimiento existente en la materia y la generación de nuevo conocimiento, mientras que los agentes de la edificación deben ser receptivos a aceptar y aplicar las soluciones propuestas desde la investigación. En este sentido, la transferencia de los resultados de la investigación al sector es fundamental para garantizar la transformación de las soluciones teóricas formuladas por los investigadores en soluciones reales que palien las necesidades de los agentes de la edificación.

Conscientes de este gran potencial del conocimiento, nos embarcamos en el año 2002 en la presente tesis doctoral con el objetivo de satisfacer nuevas necesidades presupuestarias no cubiertas por los modelos de presupuestación actuales detectadas y de contribuir con nuestra humilde aportación a la creación de una cultura de la innovación en el sector construcción. De este modo, el nuevo modelo de presupuestación de obras de edificación basado en procesos productivos objeto de esta investigación está expresamente diseñado para la redacción de presupuestos que requieran un elevado nivel de detalle y precisión, como les sucede a los presupuestos de las obras de recuperación. Para ello, el nuevo modelo contempla la totalidad de los procesos integrantes del sistema obra de edificación derivados de su planificación, organización y programación (POP¹). Partiendo de la consideración de todos estos procesos, sin omisiones ni repeticiones, se calculan sus correspondientes costes generados, incorporándose al presupuesto de forma clara y transparente mediante imputaciones directas con su correspondiente signo. La suma total de dichos costes responde al conjunto de costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, es decir, al Importe de Ejecución Material (IEM). Además, el modelo por procesos permite la optimización de los presupuestos mediante el análisis comparado, en términos económicos y de calidad, de diferentes simulaciones de obras atendiendo a la adopción de distintas decisiones de planificación, organización y programación de las mismas.

Antes de abordar la caracterización pormenorizada del modelo por procesos propuesto analizaremos la investigación en la que se ha gestado y el sistema obra de edificación al que da respuesta para que podamos entender la solución adoptada ubicada en su correspondiente contexto.

2.- Investigación

La presente investigación se corresponde con la tesis doctoral denominada "Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos" desarrollada por la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado bajo la inestimable tutela del Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano en el seno del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla, gracias a la concesión de una beca de Formación de Personal Docente e Investigador (FPDI²) de la Junta

de Andalucía. La metodología adoptada para su realización se basa en la incorporación del ciclo de mejora continua al plan de trabajo.

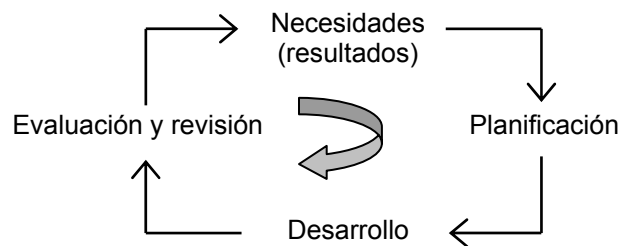


fig. 1 "Ciclo de mejora continua"

Partiendo del análisis de las nuevas necesidades presupuestarias identificadas en el sector construcción anteriormente mencionadas, procedemos a planificar y posteriormente desarrollar las actividades investigadoras correspondientes a la revisión del conocimiento existente en relación con el tema a tratar y la generación de nuevo conocimiento. Este nuevo conocimiento se materializa en la exhaustiva caracterización del modelo de presupuestación por procesos y de su correspondiente sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta. Una vez finalizada esta caracterización, abordamos su conveniente evaluación y revisión en aras de alcanzar la máxima calidad posible en la misma. Para ello, hemos realizado la experimentación del mencionado modelo y su sistema de clasificación complementario en una obra de edificación "virtual", caracterizada expresamente con este cometido, que hemos venido en denotar como prototipo. El desarrollo de esta fase empírica ha inducido la revisión de los postulados inicialmente planteados y retroalimentado nuevos ciclos de trabajo hasta obtener los resultados perseguidos. Asimismo, en paralelo a estos ciclos de trabajo, hemos iniciado la transferencia de la presente investigación al sector construcción, conscientes de la importancia de su implantación en el mismo y del conocimiento de su desarrollo entre sus agentes como vía para inducir la creación de una cultura colectiva de la innovación que garantice el crecimiento sostenible de la edificación.

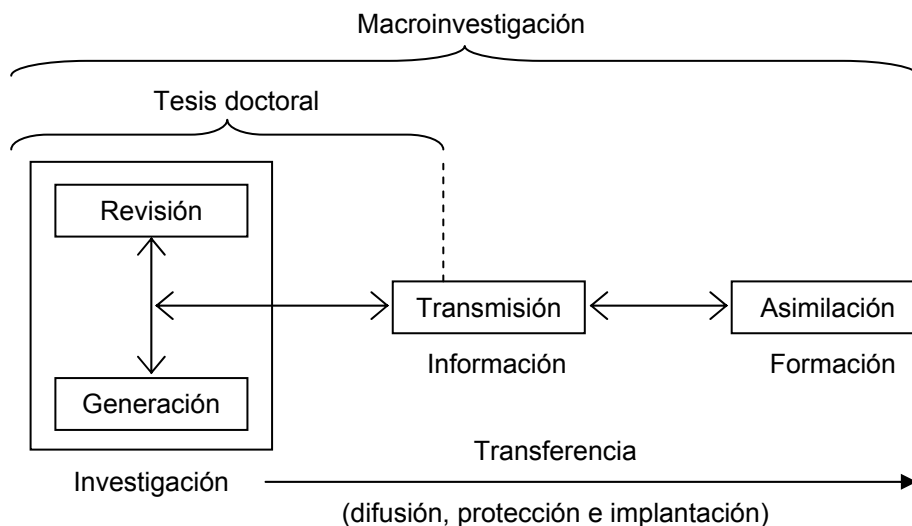


fig. 2 "Ciclo de vida del conocimiento"

De este modo, en la presente tesis doctoral hemos desarrollado la parte destinada a la investigación del ciclo de vida del conocimiento e iniciado la correspondiente a su deseable transferencia a su tejido productivo destinatario, el sector construcción. El plan de transferencia diseñado consta de 3 subplanes: el plan de difusión del nuevo conocimiento generado, el plan de protección del mismo en aras de preservar su integridad y, por último, el plan de implantación que permita su aplicabilidad real en la presupuestación de obras de edificación. Entre los objetivos de esta investigación figura el comienzo de su plan de difusión a sus agentes destinatarios. Así,

hemos tenido la oportunidad de presentar este trabajo en diversos foros de encuentro de agentes de la edificación y del conocimiento, iniciando así la transmisión de sus resultados y desarrollo. A continuación relacionamos cronológicamente los hitos que han marcado la difusión de esta tesis doctoral hasta la fecha, mayo de 2007, en la que nos damos cita en la I Jornada Nacional de Investigación en Edificación celebrada en Madrid:

- XIII Congreso Nacional Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones (La Coruña, 2003)
- III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2003 (Sevilla, 2003)
- Revista BIA (Madrid, 2003)
- DEA (Sevilla, 2004)
- I Jornadas de Investigación en Arquitectura y Urbanismo, IAU04 (Sevilla, 2004)
- III Jornadas Doctorales de Andalucía (Málaga, 2005)
- IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, CONTART 2006 (Valladolid, 06)
- V Jornada de Jóvenes Investigadores (Bilbao, 2007)

Pero para que la implantación del nuevo modelo por procesos en el sector construcción sea una realidad no basta con que nosotros, como investigadores, informemos y formemos sobre el mismo, sino que, a su vez, es imprescindible que sus agentes destinatarios, los agentes de la edificación, participen activamente en su revisión consensuada y sean receptivos a la hora de aceptarlo como una herramienta alternativa a las existentes en la actualidad para redactar presupuestos de obras y de incorporarlo a su práctica profesional.

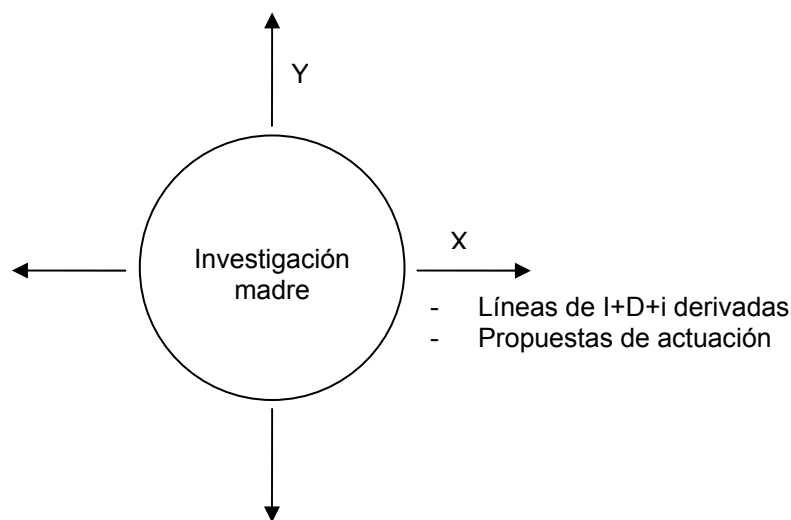


fig. 3 "Macrosistema investigador"

Otro de los objetivos de esta tesis doctoral, representado en la figura anterior, es el establecimiento de nuevas líneas de investigación derivadas y propuestas de actuación que generen caminos por los que pueda seguir su curso el presente trabajo. En este sentido, entendemos que una investigación de excelencia debe basarse en su mejora continua y, por lo tanto, no debe agotarse en sí misma sino que debe de dar lugar a la creación de nuevos proyectos de I+D+i que aborden tanto su conveniente revisión a lo largo del tiempo, como el desarrollo de nuevos conocimientos procedentes de la misma. Por este motivo, la presente tesis es concebida como una investigación madre o raíz capaz de generar numerosas líneas de investigación derivadas que perfeccionen el nuevo modelo por procesos implementando sus herramientas complementarias y múltiples propuestas de actuación encaminadas a culminar con éxito su implantación en el sector construcción. De este modo, se trata de una investigación sostenible comprometida con la satisfacción de las necesidades presentes y futuras del tejido productivo al que da eficiente servicio.

3.- Sistema obra de edificación

El modelo por procesos pretende dar una respuesta de excelencia a la estimación de los costes esperados de la fase correspondiente a la ejecución de las obras proyectadas del sistema obra de edificación. De este modo, la actividad presupuestaria se desarrolla en las fases previas a la de ejecución, concretamente en las fase de proyecto y de contratación, encuadrándose dentro de un sistema mucho más amplio, el sistema obra de edificación, que comprende la totalidad del ciclo de vida útil de la edificación desde su nacimiento en la fase de actuaciones preparatorias hasta su finalización en la fase de deconstrucción o recuperación. Así, los presupuestos regulan las relaciones económicas de los agentes de la edificación en relación con la ejecución de las obras, adelantándoles gran cantidad de información para la toma de decisiones.

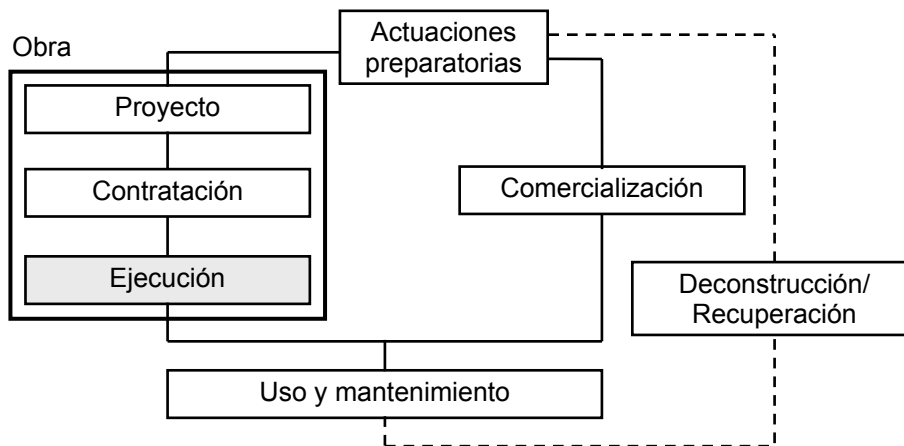


fig. 4 "Sistema obra de edificación"

Asimismo, el sistema obra de edificación forma parte, junto con el sistema obra civil, del macrosistema sector construcción. La condición del sector construcción de sector productivo estratégico, dado su carácter de locomotora dentro del conjunto de la economía española, justifica sobradamente el interés por investigar en todo lo referente al mismo y que pueda contribuir a incrementar su creciente demanda de calidad, así como a mejorar su funcionamiento.

Una vez ubicado el presupuesto en su contexto general dentro del sistema obra de edificación, centrémonos en el análisis del subsistema ejecución, objeto del mismo, cuyos costes avanza en sus fases previas de proyecto o de contratación.

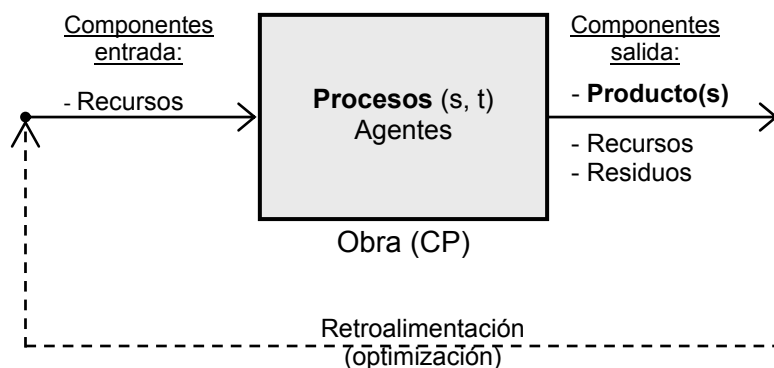


fig. 5 "Subsistema ejecución"

El subsistema ejecución, dada su condición de sistema, está formado por múltiples procesos que interaccionan entre sí persiguiendo un objetivo común, la construcción del producto edificación, como respuesta a la demanda procedente de los mercados exteriores de productos inmobiliarios. El funcionamiento de este sistema tiene lugar gracias a la entrada y salida del mismo de componentes secundarios, recursos y residuos, vinculados a los mercados exteriores de factores de producción y residuos de construcción y demolición (RCD) respectivamente, así como a la

intervención de los distintos agentes de la edificación (promotor, gestor del producto, equipo técnico, constructor, proveedor, gestor autorizado de RCD, usuario, Administración Pública).

4.- Modelo de presupuestación por procesos

El nuevo modelo propuesto en la presente investigación ofrece, como respuesta a la creciente demanda de calidad del sector construcción y de todos sus agentes integrantes, estimaciones detalladas y precisas de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas, que reflejan fielmente la realidad de su sistema productivo generador, lo cual les permite proporcionar gran cantidad de información sobre la configuración del mismo a sus agentes usuarios.

Para ello, este modelo parte de la consideración de la planificación, organización y programación de las obras (POP) cuyos costes endógenos aspira a estimar desde las fases de proyecto o de contratación. De este modo, para que esta simulación del POP de las obras sea veraz y, por consiguiente, el presupuesto gestado a partir de la misma, el presupuestador debe conocer de antemano el perfil del agente constructor, potencialmente responsable de la ejecución de las mismas. Esta característica, si bien proporciona a los presupuestos por procesos un gran rigor en la estimación de costes, también limita su aplicación a la presupuestación de obras en las que el perfil del agente constructor sea conocido. Esta circunstancia se cumple siempre en el caso de los presupuestos presentados dentro de una oferta por parte de los agentes constructores participantes de un proceso de licitación al ser ellos mismos sus redactores. Por el contrario, en la actualidad, no suele suceder así en fase de proyecto, si bien en determinados concursos el presupuestador tiene conocimiento del perfil del agente constructor, al concurrir conjuntamente equipo técnico y contrata al mismo. Creemos que esta fórmula de participación mixta de 2 agentes del sistema en fase de proyecto favorece la optimización de la edificación mediante la retroalimentación de información correspondiente a la simulación de su ejecución y resulta imprescindible en las obras de recuperación fuertemente condicionadas por su ejecución. Por este motivo, si bien no podrá aplicarse siempre el presupuesto por procesos en fase de proyecto, en las ocasiones en las que así suceda, permitirá la optimización del binomio diseño-ejecución, es decir, de la totalidad de la edificación.

El nuevo modelo contempla de forma integral el sistema obra de edificación³, considerando en el presupuesto todos sus procesos integrantes derivados de su POP simulado, sin omisiones ni repeticiones, capaces de generar costes. En este sentido, se consideran además de los procesos propiamente productivos, otros tales como los relacionados con la implantación y retirada de los centros de producción, la gestión de las medidas de seguridad y salud adoptadas, la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en obra⁴, el control de calidad, etc.

Finalmente, cabe destacar la capacidad del modelo por procesos de optimizar los presupuestos mediante el análisis comparado de distintas alternativas de POP. Esta cualidad de los presupuestos por procesos proporciona una gran cantidad adicional de información a los agentes del sistema sobre las alternativas posibles a la hora de abordar la ejecución de las obras. Partiendo de este conocimiento y mediante el establecimiento de una serie de criterios de calidad consensuados por los agentes de la edificación se puede seleccionar la mejor de las alternativas simuladas en base a la mayor calidad y el menor coste de sus procesos y resultados.

5.- Mapa de procesos

En el nuevo modelo, los procesos integrantes del sistema obra de edificación, es decir, correspondientes a las partes en las que es susceptible de ser dividida, son clasificados en 3 grandes grupos, diferenciándose los procesos de ejecución (PE), los procesos básicos (PB) y los procesos de suministro (PS). Los PE son los procesos endógenos correspondientes a la totalidad de los trabajos implicados directamente en la producción de las obras, comprendiendo desde los de implantación hasta la retirada de los centros de producción pasando por las actuaciones preparatorias, demoliciones y desmontados, acondicionamiento de terrenos, cimentaciones, saneamientos, estructuras, cerramientos, cubiertas, paredes interiores, instalaciones (climatización, electricidad, fontanería, gases y licuados, protección contra incendios, control de accesos y seguridad, telecomunicaciones, transporte, solares, retirada de residuos, etc), carpinterías, revestimientos, amueblamientos, trabajos exteriores, terminaciones, retiradas de recursos y RCD y

actuaciones finales. Por su parte, los PB son los procesos endógenos correspondientes a los componentes secundarios que tienen entrada y/o salida del sistema, tales como los recursos o factores de producción y los residuos de construcción y demolición (RCD). Finalmente, los PS son procesos exógenos de adquisición y/o retirada de dichos componentes secundarios vinculados a los mercados de factores de producción y de residuos de construcción y demolición (RCD).

Estos 3 grandes grupos de procesos son, a su vez, susceptibles de ser desagregados en sucesivos niveles de procesos de menor dimensión configurando una estructura jerarquizada que hemos denotado como mapa de procesos. Si bien el conjunto de niveles de procesos de cada tipo constituyente del sistema obra de edificación ha de ser definido por el presupuestador en cada caso, configurando su correspondiente mapa de procesos, como mera referencia proponemos una estructura de carácter genérico del mismo. Este mapa de procesos genéricos consta de 5 niveles de desagregación correspondientes a los procesos de ejecución, 4 niveles correspondientes a los procesos básicos y un único nivel, dado su carácter exógeno, correspondiente a los procesos de ejecución. De este modo, los PE se subdividirían de la siguiente manera:

PE N1 > PE N2 > PE N3 > PE N4 > PE N5

Siendo:

PE N1, los procesos de ejecución de nivel 1

PE N2, los procesos de ejecución de nivel 2

PE N3, los procesos de ejecución de nivel 3

PE N4, los procesos de ejecución de nivel 4, también denominados actividades de ejecución

PE N5, los procesos de ejecución de nivel 5, también denominados tareas de ejecución.

Mientras que por su parte los PB se subdividen en:

PB N1 > PB N2 > PB N3 > PB N4

Siendo:

PB N1, los procesos básicos de nivel 1

PB N2, los procesos básicos de nivel 2

PB N3, los procesos básicos de nivel 3, también denominados actividades básicas

PB N4, los procesos básicos de nivel 4, también denominados tareas básicas.

De este modo, el sistema obra de edificación, correspondiente al macroproceso de ejecución de nivel = (PE N0) se descompone de forma genérica en los siguientes niveles de procesos:

Obra (PE N0) > PE N1 > PE N2 > PE N3 > PE N4 > PE N5 > PB N3 > PB N4 > PS

6.- Sistemas de clasificación por procesos

Con el objetivo de acotar la gran dispersión inherente a la construcción de los mapas de procesos de las infinitas obras de edificación posibles y evitar las dificultades que este hecho introduce en la comunicación entre los diferentes agentes de la edificación, surgen los sistemas de clasificación por procesos para cada tipo de obra⁵. De este modo, estos sistemas se perfilan como herramientas complementarias al nuevo modelo de presupuestación propuesto que permiten la estandarización de la estructura de los infinitos mapas de procesos posibles, facilitando su interpretación por parte de todos los agentes del sector y, por consiguiente, el intercambio de información entre los mismos.

En la presente tesis doctoral hemos desarrollado el sistema de clasificación por procesos para obras de edificación de nueva planta convencionales⁶ por tratarse de la tipología más frecuente en el contexto del sector construcción español, proponiendo como líneas de investigación derivadas la redacción de los sistemas de clasificación por procesos correspondientes a las restantes tipologías de obras. Estos sistemas dotan de una estructura a los mapas de procesos e incorporan sus niveles superiores, identificando en los mismos los procesos más frecuentes detectados en el sistema obra de edificación. De este modo, el sistema de clasificación por procesos para obra nueva propuesto recoge los 3 niveles superiores correspondientes a los mapas de procesos de ejecución (PE N1, PE N2 y PE N3) y los 2 niveles superiores correspondientes a los mapas de

procesos básicos (PB N1 y PB N2), identificando y codificando los procesos más frecuentes desarrollados en nuestro país en la actualidad en esta tipología de obras. Asimismo, incorpora un sistema de codificación y una estructura flexibles⁷ que permiten insertar en el mismo en cualquier momento otros procesos diferentes a los inicialmente identificados. A partir de esta estructura y empleando el sistema de codificación proporcionado por el sistema de clasificación propuesto, el presupuestador puede confeccionar su mapa de procesos a medida, insertando los niveles de procesos inferiores que estime conveniente para alcanzar el grado de detalle apropiado para su presupuesto en cada caso.

7.- Estimación de costes

El modelo de presupuestación de obras por procesos contempla de forma detallada la totalidad de los costes generados por los procesos integrantes del sistema obra de edificación, sin repeticiones ni omisiones, garantizando la eficiencia de sus correspondientes presupuestos. Para ello, todos los costes son imputados por vía directa en el presupuesto, con su correspondiente signo (\pm). Por un lado, la imputación directa de los costes aporta una gran transparencia a los presupuestos por procesos, dada la clara y precisa identificación de su procedencia y ubicación dentro del conjunto del sistema. Por el otro, la consideración del signo (\pm) permite incorporar en el presupuesto los costes derivados de los procesos productivos generadores de ingresos en los centros de producción, tales como los relativos a la venta en mercados secundarios de determinados residuos de construcción y demolición (RCD) procedentes de la ejecución de las obras⁸.

Los mecanismos analíticos de los que se vale el modelo para la estimación del Importe de Ejecución Material (IEM), es decir, de la totalidad de los costes endógenos esperados de la ejecución de las obras de edificación proyectadas, son mecanismos sencillos y repetitivos de agregación ponderada de los costes generados por los diferentes procesos integrantes del sistema, partiendo de los ubicados en la base de su correspondiente estructura de costes, es decir, de los costes de suministro (CS), hasta llegar mediante su tratamiento y agregación en sentido ascendente a la obtención de dicho IEM. De este modo, a partir de la agregación ponderada de los CS se obtienen los costes básicos (CB) y de la agregación ponderada de éstos los costes de ejecución (CE). Finalmente, de la agregación ponderada de los costes de ejecución correspondientes a los distintos niveles de procesos deriva el cálculo del IEM objeto del presupuesto, magnitud ésta que concentra la totalidad de los costes correspondientes al sistema productivo obra de edificación simulado, característica por la cual se sitúa en el vértice superior de la mencionada estructura de costes del modelo por procesos.

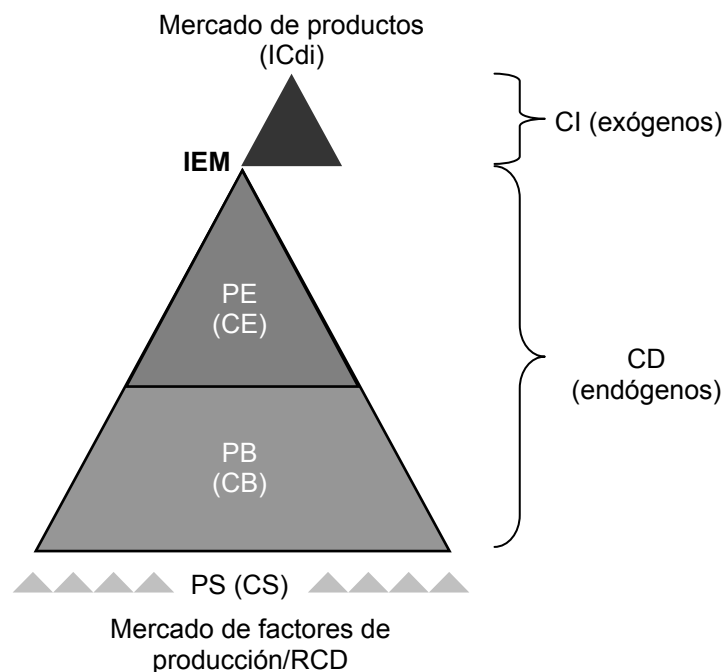


fig. 6 "Estructura de costes"

De todo lo anterior se deduce que la aplicación del modelo por procesos a la redacción de presupuestos se basa en el desarrollo de 2 grandes operaciones paralelas y reiterativas, de sentidos opuestos: en una operación inicial descendente de división del sistema obra de edificación en partes cada vez más pequeñas, denominadas procesos, hasta alcanzar el nivel de detalle adecuado para cada presupuesto y en una segunda operación de agregación ponderada de los costes generados por los diferentes procesos anteriormente identificados hasta obtener el IEM, es decir, el coste correspondiente al macroproceso de ejecución de nivel 0 (PE N0). De este modo, la correspondencia entre los procesos integrantes del sistema productivo obra de edificación y los costes generados en el mismo es manifiesta, quedando claramente reflejada tanto en el presupuesto resultante como en su procedimiento de elaboración.



fig. 7 "Procedimiento operativo"

Esta segunda operación de agregación ponderada la podemos definir como una operación analítica mixta de tratamiento de los costes unitarios (C_U) y agregación de sus correspondientes costes complejos (C_C). De este modo, la operación transversal de tratamiento de los costes unitarios quedaría tal y como figura en la siguiente fórmula,

$$C_U N \times Q_U = C_C N \quad \text{[fórmula 1]}$$

Siendo:

- $C_U N$, el coste correspondiente a una unidad de proceso de nivel N ($P_U N$) expresado en unidades monetarias⁹
- Q_U , el número de unidades de proceso $P_U N$ iguales integrantes del sistema obra de edificación
- $C_C N$, el coste correspondiente a un proceso complejo de nivel N ($P_C N$) expresado en unidades monetarias.

Por su parte, la operación ascendente de agregación de costes complejos queda recogida en la formulación que acompañamos a continuación,

$$\sum C_C N = C_U N+1 \quad \text{[fórmula 2]}$$

Siendo:

- $C_C N$, el coste correspondiente a un proceso complejo de nivel N ($P_C N$) expresado en unidades monetarias
- $C_U N+1$, el coste correspondiente a una unidad de proceso de nivel N+1 ($P_U N+1$) expresado en unidades monetarias

En resumidas cuentas, la estimación de costes en los presupuestos por procesos se resuelve mediante el sucesivo tratamiento de los costes unitarios y agregación de los costes complejos de los diferentes procesos integrantes de su correspondiente sistema obra de edificación, hasta alcanzar la obtención del coste unitario¹⁰ del macroproceso de ejecución de nivel 0, es decir, el Importe de Ejecución Material de las obras (IEM) objeto de los mismos.

8.- Presupuestos por procesos

La redacción de un presupuesto empleando el nuevo modelo propuesto, es decir, de un presupuesto por procesos, parte de la recabación inicial de toda la información necesaria para la

exhaustiva caracterización del sistema obra de edificación objeto del mismo, incluyendo la de sus agentes participantes¹¹, siendo para ello necesario consultar toda la documentación del proyecto¹², del marco legal vigente, del lugar de emplazamiento de las obras, de los mercados exteriores¹³, etc.

Una vez recopilada esta información, se procede a la simulación de una determinada planificación, organización y programación de las obras (POP) que se han de ejecutar. Este POP simulado ha de ser elegido por el presupuestador entre las infinitas alternativas de POP posibles atendiendo a los criterios que éste estime oportunos tales como criterios económicos, de calidad¹⁴, etc.

Tras la elección del POP, tiene lugar la redacción de su correspondiente mapa de procesos atendiendo al sistema de clasificación por procesos de referencia en base a su tipología edificatoria. Este mapa se construye a partir de la sucesiva división de la obra en niveles de procesos de menor dimensión y dentro de un mismo nivel mediante la segregación de sus diferentes procesos componentes. El presupuestador, como responsable de la redacción del presupuesto, es el agente encargado de marcar con claridad los límites, tanto verticales entre diferentes niveles como horizontales dentro de un mismo nivel, entre los diferentes procesos, así como establecer el nivel de detalle que va alcanzar el presupuesto mediante la elección del número de niveles de desagregación correspondiente a cada tipo de proceso.

Finalmente, se aborda el cálculo de los costes correspondientes a los procesos identificados en el mencionado mapa de procesos mediante operaciones mixtas ascendentes de tratamiento y agregación, partiendo de los costes unitarios de suministro procedentes de los mercados exteriores de componentes secundarios (factores de producción y RCD) hasta obtener el Importe de Ejecución Material de las obras (IEM) objeto del presupuesto, el cual permite vincular a la edificación con los mercados de productos inmobiliarios.

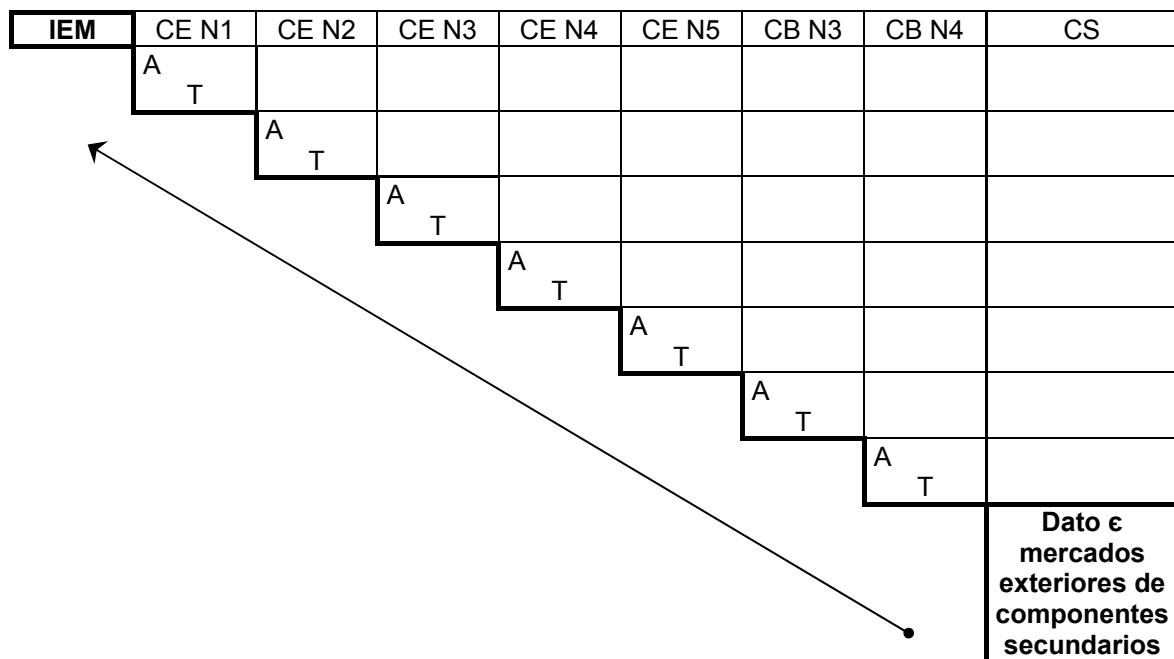


fig. 8 "Cálculo de costes"

Siendo:

T, las operaciones transversales de tratamiento de costes unitarios (en un mismo nivel)

A, las operaciones ascendentes de agregación de costes complejos (entre 2 niveles sucesivos)

Adicionalmente, si el presupuestador opta por optimizar la estimación de los costes esperados de la ejecución de las obras proyectadas ha de simular simultáneamente diferentes alternativas de POP

y, a continuación, redactar sus correspondientes presupuestos por procesos, resultando de la comparación de todos ellos el presupuesto por procesos óptimo¹⁵.

9.- Conclusiones

De todo lo anterior se deduce que el modelo de presupuestación de obras resultante de la presente investigación es un modelo de excelencia caracterizado por su eficiencia, flexibilidad e innovación. Se trata pues de un modelo eficiente dada su capacidad de integrar de forma transparente y en un único documento¹⁶ la totalidad de los procesos componentes del sistema productivo obra de edificación y, por consiguiente, la totalidad de sus correspondientes costes derivados, garantizando el cumplimiento de las 2 leyes básicas de la presupuestación que estipulan la no omisión ni repetición de costes en los presupuestos y proporcionando a los agentes de la edificación una gran cantidad de información¹⁷ para su toma de decisiones; flexible¹⁸ dada su capacidad de dar una respuesta “a medida” a la estimación de los costes esperados de la ejecución de todo tipo de obras de edificación, independientemente de su emplazamiento geográfico y temporal; e innovador dado su carácter de nuevo conocimiento, en permanente revisión y actualización, procedente de una tesis doctoral, aplicable a la presupuestación de obras del sector construcción e, incluso, a su optimización.

De este modo, este nuevo modelo, especialmente diseñado para dar respuesta a presupuestos de obras que demanden un gran nivel de detalle y precisión en sus estimaciones, pretende sumarse a la oferta de modelos de presupuestación existente en el sector construcción nacional constituida por los modelos de predimensionado y fundamentalmente el modelo de unidades de obra. La incorporación del modelo por procesos al mercado supondría no sólo el incremento cuantitativo sino cualitativo de este tipo de herramientas al inducir la clara delimitación de la utilidad específica de cada uno de los modelos de presupuestación disponibles, es decir, su especialización, y dotar a los presupuestadores de la capacidad de elegir en cada momento el modelo que mejor se ajuste a sus necesidades.

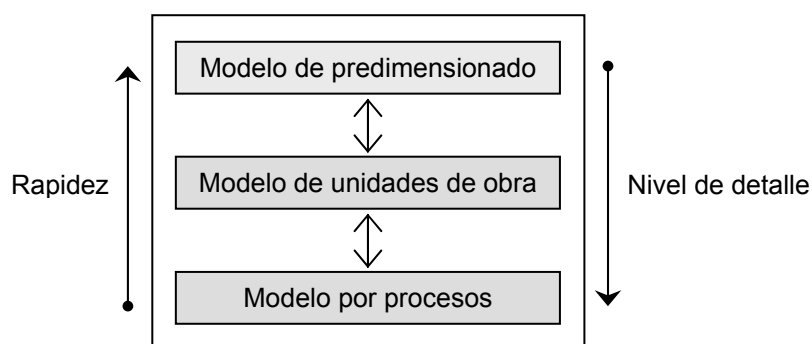


fig. 9 “Complementariedad de los diferentes modelos de presupuestación de obras”

Así, dentro de esta amplia variedad de modelos, los de predimensionado se perfilan como los más indicados para la elaboración de estimaciones aproximadas en un corto intervalo de tiempo. Por su parte, el modelo de unidades de obra se perfila como el modelo idóneo para la redacción de presupuestos de obras de edificación de nueva planta en fase de proyecto dada el elevado grado de estandarización de las mismas. Y, finalmente, el modelo por procesos despunta como el modelo más conveniente en la redacción de presupuestos de obras de recuperación en fase de proyecto y de todo tipo de obras en fase de contratación dado su elevado nivel de detalle y precisión aportado.

En la actualidad, esta situación ideal de convivencia de múltiples modelos de presupuestación dista mucho de la realidad. Por un lado, el RD 2/2000 que recoge el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas estipula la obligatoriedad del uso del modelo de unidades de obras en la redacción de los presupuestos de las obras de edificación de promoción pública, limitando enormemente el campo de aplicación de los restantes modelos. Por otra parte, el RD 1627/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción

exige el tratamiento en presupuesto independiente de los costes correspondientes a las medidas de seguridad y salud adoptadas en obra en caso de ser necesaria la redacción de un estudio de seguridad y salud completo. Esta segunda restricción normativa choca frontalmente con la concepción integral de la producción de las obras del nuevo modelo de presupuestación por procesos, según la cual las medidas de seguridad y salud son parte inherente de las mismas y como tal su tratamiento particular ha de ser realizado teniendo siempre presente la visión del conjunto. Asimismo, competir con el modelo de unidades de obras es arduo difícil dado su gran arraigo en el sector y la ingente cantidad de herramientas complementarias¹⁹ de las que dispone. Por el contrario, el modelo por procesos es tan sólo un modelo, recién nacido en el ámbito académico, que ha iniciado los primeros pasos de su transferencia. Por este motivo, es aún un modelo desconocido para la gran mayoría de los agentes del sector, que necesita ser implementado con herramientas complementarias²⁰ que incrementen su operatividad y propicien su uso. Además, el acercamiento a dicho modelo supone un gran esfuerzo por parte de sus agentes destinatarios, dado que no sólo deben informarse y formarse sobre él, sino que adicionalmente deben aceptarlo y, posteriormente, “arriesgarse”²¹ a ponerlo en práctica. A todo lo anterior, habría que sumarle la necesaria participación de estos agentes en la revisión y actualización permanentes del modelo por procesos. En este sentido, vencer la irresistible comodidad de emplear modelos fuertemente consolidados en el tejido productivo es uno de los grandes retos a los que debe hacer frente la innovación.

Pese a todo lo anterior, hay ciertos indicios que aventuran el acercamiento de cambios en el sector y aportan un soplo de esperanza al futuro del nuevo modelo propuesto y de otras innovaciones que hayan de venir tras él. Los imparable procesos de convergencia de los mercados por los que atraviesa la economía actual y el incremento de la competitividad que éstos acarrearán están induciendo una creciente demanda de calidad por parte de todos los agentes del sector construcción. Esta demanda exige de nuevas soluciones que den respuesta a las nuevas circunstancias. Y es en este punto en el que la investigación sobresale con fuerza como actividad capaz de generar estas nuevas soluciones²² demandadas por la sociedad.

En resumen, el balance global a día de hoy del modelo y la investigación en la que ha sido gestado es muy satisfactorio; en cambio, sobre el futuro de ambos no podemos adelantar más que es mucho el trabajo que queda por hacer y muy numerosos los retos pendientes de superar hasta culminar la implantación del modelo de presupuestación por procesos en el sector construcción y la creación de una verdadera cultura de la innovación en el mismo que permita su crecimiento y evolución sostenibles. En cualquier caso, sea lo que sea lo que el futuro le depara al nuevo modelo propuesto, el mero hecho de haber emprendido la búsqueda de nuevas soluciones con las que contribuir a incrementar la calidad del sector y de propiciar la reflexión crítica sobre la idoneidad de las existentes es ya de por sí todo un logro. Orgullosos de ello seguiremos renovando día a día nuestro compromiso como investigadores con la sociedad en general y la edificación en particular.

10.- Bibliografía básica consultada

- “Normas tecnológicas de la edificación”. AAVV. MOPU (Madrid, 1974)
- “Clasificación sistemática”. A. Ramírez de Arellano Agudo, E. Carvajal Salinas y J. M. Rodríguez Cayuela. Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (Sevilla, 1984)
- “La teoría de sistemas al servicio del análisis de presupuestos de obras”. A. Ramírez de Arellano Agudo. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla (Sevilla, 1989)
- “Uniproducto o multiproducto”. E. Carvajal Salinas. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla y Las Palmas (Sevilla, 1992)
- “Presupuestación de obras”. A. Ramírez de Arellano Agudo. Universidad de Sevilla (Sevilla, 1998)
- “Seguimiento de la planificación y control de costes en obras de construcción”. A. Ramírez de Arellano Agudo. Fundación Aparejadores (Sevilla, 1998)
- “Pliego de prescripciones técnicas para la edificación 2000”. AAVV. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía (Sevilla, 2000)
- “Las funciones básicas de la producción en la construcción”. E. Carvajal Salinas. Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (Sevilla, 2001)
- “Banco de precios de la construcción 2002”. AAVV. Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (Sevilla, 2002)

- "Retirada selectiva de residuos: modelo de presupuestación". AAVV. Fundación Aparejadores (Sevilla, 2002)
- "Libro de actas y ponencias. XIII Congreso Nacional de Profesores de Mediciones, Presupuestos y Valoraciones". AAVV (La Coruña, 2003)
- "Comunicaciones. III Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART 2003)". AAVV. Fundación Aparejadores (Sevilla, 2003)
- "Libro de actas. Primeras Jornadas de Investigación en Arquitectura y Urbanismo (IAU04)". AAVV. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción, Universidad de Sevilla (Sevilla, 2004)
- "Base de costes de la construcción de Andalucía 2005/06". AAVV. Consejo Andaluz de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos (Sevilla, 2005)
- "Comunicaciones. IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART 2006)". AAVV. Consejo de Colegios de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Castilla y León (Valladolid, 2006)

11.- Referencias

- [1] Siglas con las que denotaremos de ahora en adelante el conjunto de actividades de planificación, organización y programación de las obras.
- [2] Orden de 12 de mayo de 2003 publicada en el BOJA nº 100 de 28 de mayo de 2003.
- [3] En este contexto, el sistema obra de edificación se identifica con su subsistema ejecución por ser éste el centro de atención en torno al que gira el presupuesto.
- [4] Llegando a incorporar en el presupuesto procesos generadores de costes negativos tales como los correspondientes a la venta en mercados secundarios de residuos de construcción y demolición derivados de la ejecución de las obras.
- [5] Obras de edificación de nueva planta convencionales, obras de nueva planta singulares, obras de recuperación, obras de urbanización, actuaciones arqueológicas, etc.
- [6] El desarrollo de este sistema de clasificación fue el objeto del trabajo de investigación presentado por la doctoranda D^a M^a Victoria de Montes Delgado para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) de la Universidad de Sevilla durante el curso académico 2003/04, mereciendo la calificación de sobresaliente por unanimidad por parte de su tribunal evaluador.
- [7] Esta flexibilidad característica del sistema de clasificación por procesos garantiza la viabilidad de su expansión geográfica (nacional y internacional) y temporal (presente y futuro), posibilitando el desarrollo de su gran potencial de crecimiento.
- [8] Por ejemplo, residuos de acero, madera, etc.
- [9] Siendo en nuestro caso la unidad monetaria a emplear el euro (€).
- [10] El IEM además de ser el coste unitario correspondiente al macroproceso de ejecución de nivel 0 (CE_UN0), equivale también a su coste complejo (CE_CN0) por tratarse éste de un proceso único, es decir, un proceso que solo acontece una vez en el conjunto del sistema (Q_U=1).
- [11] El agente protagonista de la fase de ejecución de las obras es el agente constructor. Por este motivo, es fundamental conocer a fondo sus características y peculiaridades a la hora de realizar un presupuesto por procesos, dado que éstas condicionarán enormemente la elección del POP a simular.
- [12] El presupuesto redactado en fase de proyecto es uno de los documento del mismo que se alimenta de la información contenida en el resto de su documentación (memorias, estudios, planos, pliegos de prescripciones técnicas, etc). Asimismo, los presupuestos por procesos pueden inducir la optimización del resto de documentos del proyecto mediante la retroalimentación a los mismos de la información extraída de ellos.
- [13] Mercados de factores de producción, mercados de residuos de construcción y demolición (RCD) y mercados de productos inmobiliarios.
- [14] Como línea de investigación derivada proponemos la búsqueda y creación de indicadores de calidad del sistema obra de edificación consensuados por todos sus agentes.
- [15] De este modo, todos los elementos vinculados al presupuesto por procesos óptimo resultan asimismo óptimos (POP óptimo, mapa de procesos óptimo, IEM óptimo)
- [16] Por el contrario, la presupuestación de obras en la actualidad se trata de una manera dispersa y confusa, debido en gran medida por lo dispuesto en el RD 1627/1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, que estipula la obligatoriedad del tratamiento en presupuesto independiente de los costes correspondientes a las medidas de seguridad y salud en los proyectos que requieran un estudio de seguridad y salud.
- [17] Una de las principales ventajas de los presupuestos por procesos es la gran cantidad de información que contienen sobre la configuración y el funcionamiento del sistema obra de edificación, superando los límites de la estrictamente económica. Por su parte, los presupuestos por procesos optimizados van todavía más allá, proporcionando a los agentes de la edificación ingente información sobre las alternativas de planificación, organización y programación de las obras posibles y su correspondiente incidencia en los costes, resultando de gran utilidad para su adecuada gestión.
- [18] Esta flexibilidad se traduce también en un elevado potencial de crecimiento sostenible del modelo.
- [19] Tales como sistemas de clasificación, bancos de precios, programas informáticos, etc.
- [20] Así, el desarrollo de estas herramientas complementarias del modelo por procesos (sistemas de clasificación por procesos para las diferentes tipologías de obras, programas informáticos, etc) surge como un conjunto de nuevas líneas de investigación derivadas del presente trabajo de tesis doctoral.
- [21] Entendiendo por arriesgar el hecho de realizar una actividad sin precedentes reales anteriores que introduce una importante cantidad de cambios en su entorno.
- [22] Asimismo, los fuertes adelantos tecnológicos que se están desarrollando en la actualidad son un gran aliado para la actividad investigadora, posibilitando explorar nuevos límites.

NUEVO MODELO DE PRESUPUESTACIÓN DE OBRAS BASADO EN PROCESOS PRODUCTIVOS



Tutor: Dr. D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo
Doctoranda: D^a M^a Victoria de Montes Delgado

Departamento: Construcciones Arquitectónicas II

Sevilla, 2007

CD

