

Modelo de Presupuestación de Obras por Procesos

Antonio RAMÍREZ DE ARELLANO Y AGUDO
M^a Victoria DE MONTES DELGADO
Arquitectos Técnicos

99

b

i

a

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 Construcción¹.

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 finalidad

Esta comunicación fue presentada en la cuarta Convención de la Arquitectura Técnica CONTART 2006, celebrada en Valladolid, en junio de 2006.

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 FPD de la Junta de Andalucía (Orden de 12 de mayo de 2003 publicada en el BOJAⁿ 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.

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.

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.



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, 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 mantención 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).

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.

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).

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})

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.

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 RO 1627/97 "Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción".

¹¹ Proyectista (presupuestador en la fase de proyecto) o constructor (presupuestador encargado de la redacción de una oferta en la fase de licitación).

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.

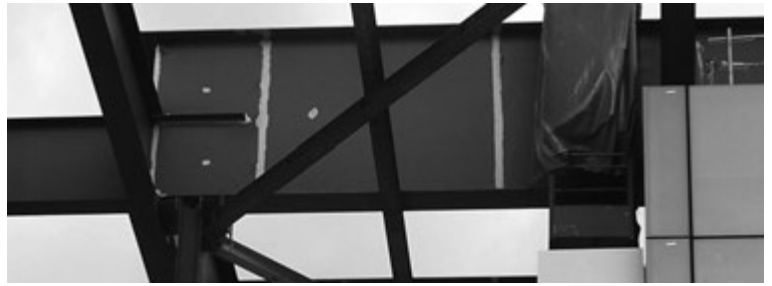
El Sistema de Clasificación por Procesos para obras de edificación de nueva planta convencionales ya ha sido resuelto dentro de esta investigación¹⁴. En futuras líneas de investigación se desarrollarán Sistemas de Clasificación correspondientes a los restantes tipos de obras existentes: obras de edificación 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 Vanos 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 adhocráicas podrían ser beneficiarios de este innovador modelo.



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.

¹⁶ Por subproductos entendemos RCD con valor.

$$P_N(C) = n P_{uN}(C)$$

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 $N+1$.

$$P_{uN} = P_{1N+1} + P_{2N+1} + P_{3N+1} + \dots + P_{n'N+1}$$

Siendo:

P_{uN} , proceso unitario de nivel N componente del proceso P_N

P_{1N+1} , proceso complejo 1 de nivel $N+1$ componente del proceso unitario P_{uN}

P_{2N+1} , proceso complejo 2 de nivel $N+1$ componente del proceso unitario P_{uN}

P_{3N+1} , proceso complejo 3 de nivel $N+1$ componente del proceso unitario P_{uN}

...

$P_{n'N+1}$, 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).

$$P_{uN}(C) = P_{1N+1}(C) + P_{2N+1}(C) + P_{3N+1}(C) + \dots + P_{n'N+1}(C)$$

Siendo:

$P_{uN}(C)$, coste unitario del proceso unitario P_{uN} expresado en unidades monetarias

$P_{1N+1}(C)$, coste del proceso P_{1N+1} expresado en unidades monetarias

$P_{2N+1}(C)$, coste del proceso P_{2N+1} expresado en unidades monetarias

$P_{3N+1}(C)$, coste del proceso P_{3N+1} expresado en unidades monetarias

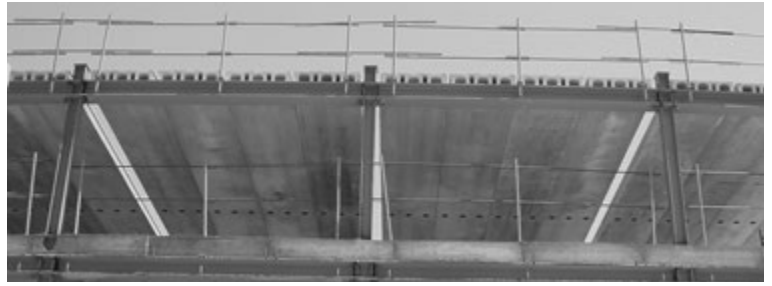
...

$P_{n'N+1}(C)$, coste del proceso $P_{n'N+1}$ 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.

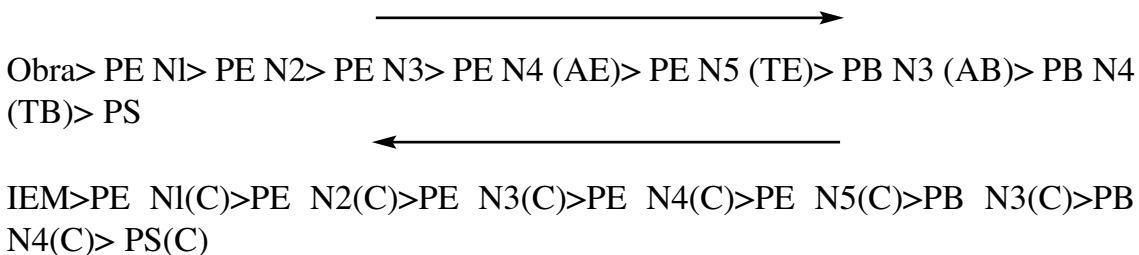


- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PB N3. A partir del tratamiento de estos costes unitarios se obtienen los costes de los procesos complejos básicos de nivel 3.
- De su agregación derivan los costes de los procesos unitarios PE N5. A partir del tratamiento de estos costes 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.

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 (±). 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.

Figura 1:
Estructura de
costes.



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 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

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 delimitación de la restante documentación ya que necesita recabar información de la misma sobre la caracterización pormenorizada del diseño de la edificación proyectada.



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

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

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 POR 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.

CONTART

110

b

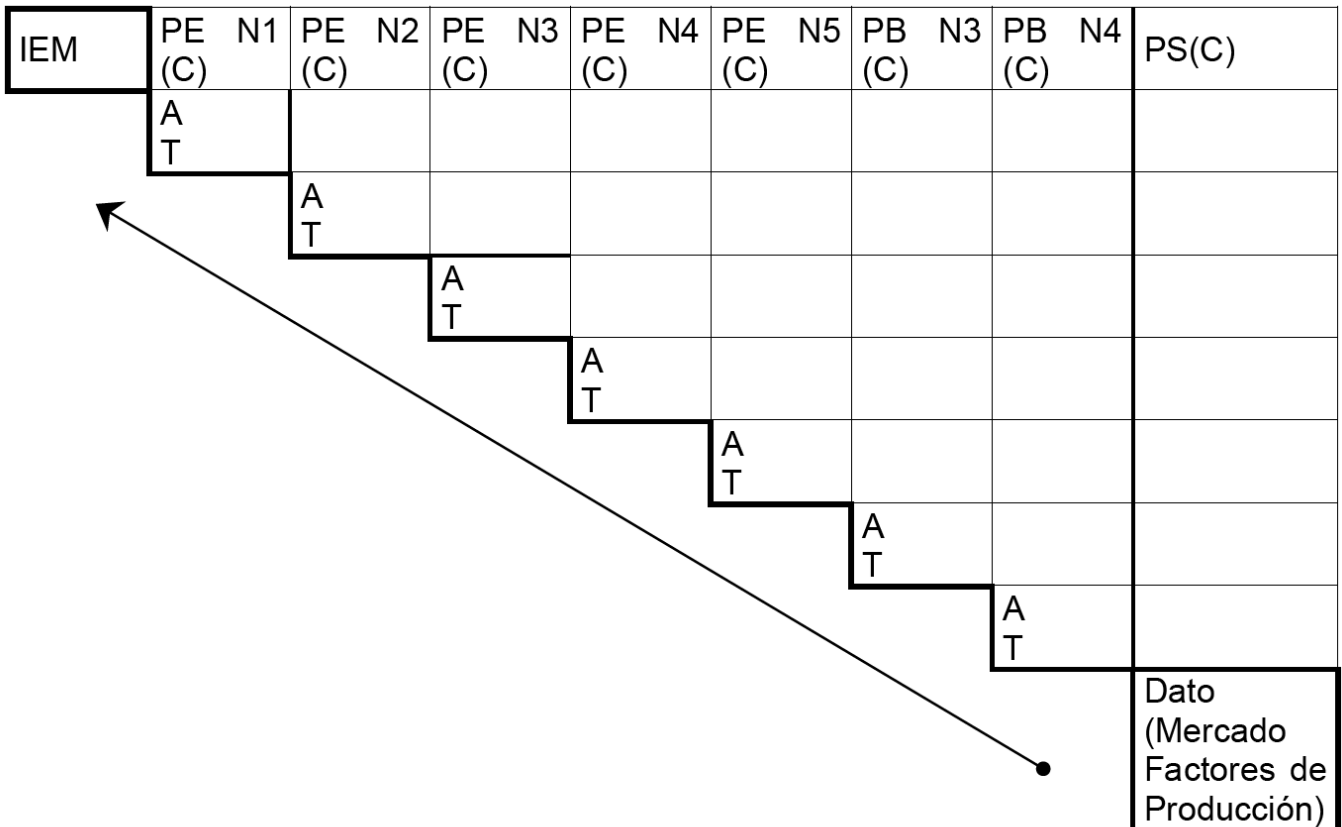
i

a

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.



Siendo:

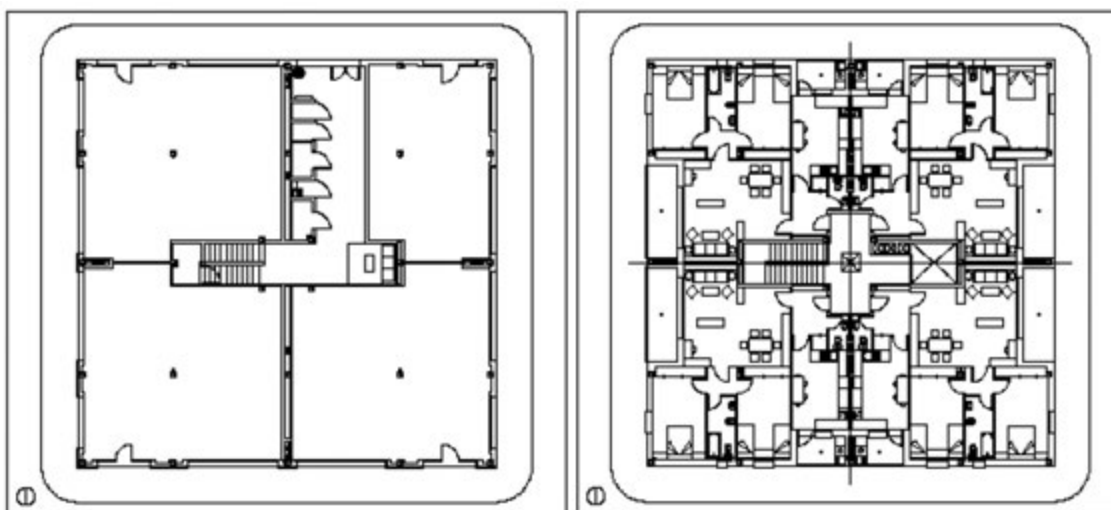
A, agregación de costes de procesos complejos conivelados (obtención de costes unitarios de procesos de nivel superior).

T, tratamiento de costes unitarios (obtención de costes de sus correspondientes procesos complejos).

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.

6. Estado de la investigación

Una vez desarrollado el modelo teórico de presupuestación de obras por procesos productivos²², 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 sencili-



Prototipo:
(PB y P1^o).

²² 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.

CONTART

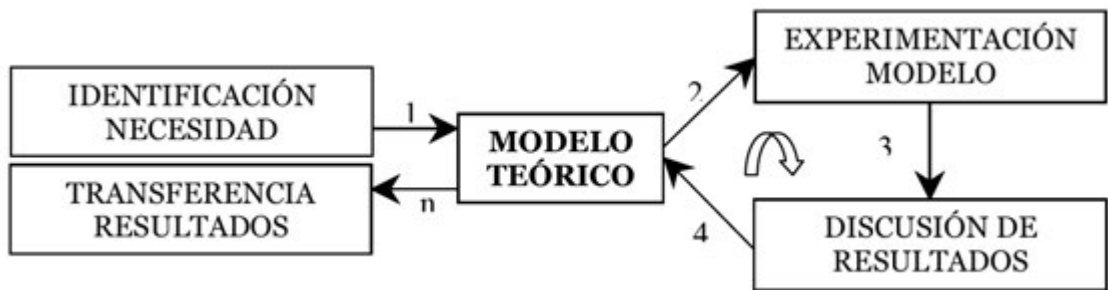
112

b
i
a

llez 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).

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 manutención 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.

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).

CONTART

114

b

i

a

- 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).

□

