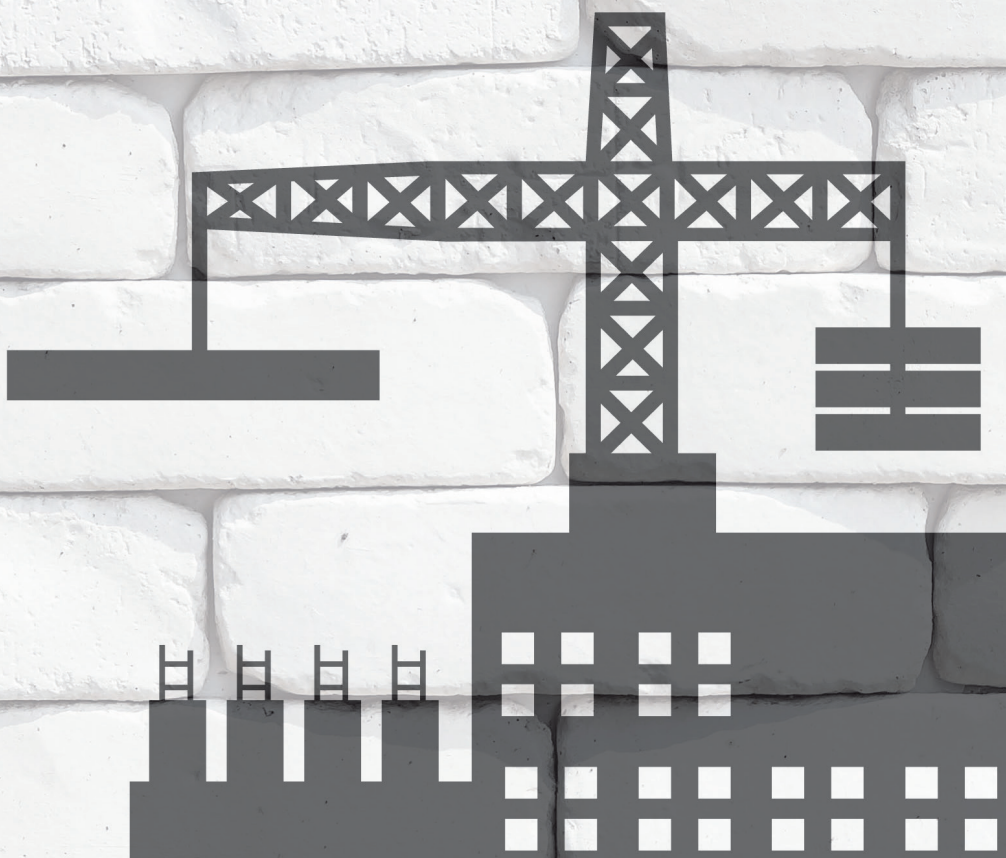


# **PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS**

## CONCEPTOS BÁSICOS

**SERGIO ANDRÉS ARBOLEDA LÓPEZ  
ELIZABETH SERNA GUTIÉRREZ**



**PRESUPUESTO Y**  
**PROGRAMACIÓN DE OBRAS**  
CONCEPTOS BÁSICOS

# **PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS**

## CONCEPTOS BÁSICOS

**SERGIO ANDRÉS ARBOLEDA LÓPEZ**  
**ELIZABETH SERNA GUTIÉRREZ**

---

Arboleda López, Sergio Andrés

Presupuesto y programación de obras. Conceptos básicos / Sergio Andrés Arboleda López, Elizabeth Serna Gutiérrez -- Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2019.

(Textos Académicos)

Incluye referencias bibliográficas

1. Construcción - Presupuesto 2. Costos de la construcción I. Serna Gutiérrez, Elizabeth II. Título III. Serie 692.5 SCDD Ed.21

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

---

Presupuesto y programación de obras. Conceptos básicos

© Instituto Tecnológico Metropolitano

© Sergio Andrés Arboleda López

© Elizabeth Serna Gutiérrez

## EDICIONES

1ra. impresa, dic 2007: ISBN 978-958-98275-7-4

2da. impresa, dic 2017: ISBN 978-958-5414-22-8

Epub, feb 2019: ISBN 978-958-5414-56-3

Pdf, feb 2019: ISBN 978-958-5414-57-0

Hechos todos los depósitos legales

## DIRECTORA EDITORIAL

Silvia Inés Jiménez Gómez

## COMITÉ EDITORIAL

Jaime Andrés Cano Salazar, PhD.

Eduard Emiro Rodríguez Ramírez, MSc.

Silvia Inés Jiménez Gómez, MSc.

Viviana Díaz, Esp.

## CORRECTORA DE TEXTOS

Lila María Cortés Fonnegra

## ASISTENTE EDITORIAL

Viviana Díaz

## DISEÑO

Alfonso Tobón Botero

## DIAGRAMACIÓN

Leonardo Sánchez Perea

Editado en Medellín, Colombia

Sello editorial Fondo Editorial ITM

Instituto Tecnológico Metropolitano

Calle 73 No. 76A 354

Tel.: (574) 440 5100 Ext. 5197-5382

[www.itm.edu.co](http://www.itm.edu.co)

Medellín – Colombia

Las opiniones originales y citaciones del texto son de la responsabilidad de los autores. El ITM salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente sobre los autores.

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
---------------------------	----------

## **CAPÍTULO I** COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

1.	Tipos de costos.....		11
1.1	Costos directos.....		11
1.2	Gastos generales o costos indirectos durante la ejecución .....		11
1.3	Costos indirectos previos a la ejecución .....		11
1.4	Costos comerciales.....		12
2.	Los costos en la industria .....		14
3.	Alcance del presupuesto .....		16
4.	Planeación .....		18
5.	Información integrada del presupuesto.....		20
6.	Estudio geométrico .....		22
7.	Sistemas y procesos de construcción.....		22
7.1	Sistema constructivo .....		22
7.2	Procesos de construcción.....		23
8.	Proyecto de construcción .....		23
8.1	Recursos.....		23
8.2	Actividad (FASE) .....		24
8.3	Subactividad (TAREA) .....		25
8.4	Relación entre actividad y subactividad.....		26
8.5	Operación .....		28
9.	Cantidades de obra y tenores.....		28
9.1	Cómputo de cantidades de obra.....		28
10.	Presentación en formatos.....		30
11.	Caso de cálculo de cantidades de obra en un proyecto.....		43
12.	Tenores .....		50
12.1	Utilidad de los tenores.....		51

13.	Materiales.....	51
13.1	Cantidades de materiales .....	53
13.1.1	Conversiones.....	53
13.1.2	Dosificaciones .....	54
13.1.3	Compactaciones.....	56
13.1.4	Desperdicios .....	57
13.1.5	Reutilizaciones .....	59
13.1.6	El costo de los materiales .....	59
14.	Mano de obra .....	59
14.1	El estudio de la mano de obra.....	60
14.2	Trabajo .....	61
14.3	Recurso mano de obra.....	62
14.4	Costo horario del trabajo .....	62
14.5	Trabajo al contrato y por horas.....	66
15.	El recurso maquinaria.....	66
15.1	Desgaste y vida útil del equipo.....	66
15.2	Compra o alquiler de equipos .....	67
16.	Rendimientos .....	68
17.	Presupuestar .....	71
17.1	Imprevistos.....	73
17.2	Utilidad u honorarios .....	75
17.3	Administración .....	76
17.3.1	Requerimientos contractuales .....	77
17.3.2	Localización de la obra.....	78
17.3.3	Magnitud de los trabajos.....	78
17.4	Listado de gastos generales .....	79
18.	Incluir el aiu en el presupuesto .....	80
19.	Estudio del entorno.....	83
19.1	Costos indirectos.....	83
19.2	Impuestos y licencia de construcción .....	84
19.3	Impuestos y otros conceptos.....	84
19.4	Seguros y garantías.....	85
19.5	Valor de las pólizas.....	86

19.6	Deducibles y exclusiones .....	86
19.7	Inclusión en el presupuesto .....	86
19.8	Descripción de las pólizas .....	87
19.9	Póliza de todo riesgo construcción .....	87
19.10	Póliza de cumplimiento .....	88
19.11	Servicios públicos .....	88
20.	Honorarios de profesionales .....	90
21.	Estructura del Análisis de Precio Unitario APU y APA.....	90
22.	Ejemplo básico para la elaboración de un Análisis de Precio Unitario (APU) .....	93

## **CAPÍTULO II** SISTEMAS DE PROGRAMACIÓN

1.	Principio de administración científica .....	107
1.1	Organización.....	107
1.2	Productividad.....	108
1.3	Eficiencia .....	108
2.	Métodos de planificación .....	109
2.1	Diagrama de barras o gráfico de gantt .....	109
2.2	Diagramas de redes .....	112
2.2.1	Sistema CPM (critical path method).....	112
2.2.2	Sistema PERT (Program Evaluation and Review Technique)..	113
2.2.3	Sistema PDM (Predence Diagramming Method) .....	113
3.	Representación gráfica.....	114
3.1	Diagrama de flechas.....	115
3.1.1	Reglas básicas.....	116
3.1.2	Actividades virtuales, ficticias o artificiales.....	119
3.1.3	Tiempos en la red.....	125
3.1.4	Cálculo de tiempos.....	126
4.	Sistema CPM (Critical Path Method).....	127
4.1	Dibujo de la red .....	127
4.2	Cálculo de la red .....	128
4.3	Ruta crítica – holguras o fluctuaciones.....	131

5.	Análisis PERT (Program Evaluation and Review Technique).....	135
5.1	Cálculo de la red análisis pert.....	139
6.	PDM (Precedence Diagramming Method)-Sistema de Precedencias.....	142
6.1	Cálculo de la red PDM.....	145
6.2	Cálculo de tiempos del proyecto .....	146
6.3	Determinación de la ruta crítica.....	147
6.4	asignación de recursos .....	149
6.5	Nivelación de recursos.....	150
7.	Redes con traslapos.....	155
7.1	Ejemplo de cálculo.....	157
7.2	Ejercicios.....	160

<b>REFERENCIAS</b> .....	163
--------------------------	-----

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	164
-------------------------------	-----

<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	167
------------------------------	-----



## INTRODUCCIÓN

Culminar un proyecto de construcción a tiempo y con el presupuesto inicialmente planificado es el sueño y la meta para quienes se encargan de la ejecución del mismo, ya que el resultado habla muy bien de los profesionales que lo lideraron; es por ello que la planificación debe de estar íntimamente ligada a la ejecución de cada uno de los proyectos que se piensen ejecutar, y no realizar cada una de estas labores de forma independiente, aunque en el tiempo así lo sean.

Determinar el presupuesto y la programación de un proyecto de construcción debe hacerse pensando en el desarrollo de su ejecución, teniendo en cuenta la estrategia que se llevará a cabo para coordinar todos los recursos que allí actúan, analizando de forma detallada el entorno del cual hace parte el proyecto y ante todo conociendo su composición cuantitativa y cualitativa; para ello se hace esencial un conocimiento integral del mismo. Este conocimiento en algunas ocasiones es inadecuado, no por falta de conceptos de los profesionales, sino porque no se le presta la atención necesaria a la planificación y se cae en errores comunes, como tomar proyectos similares y ajustar sus cantidades de obra al proyecto que se viene adelantando; toma de rendimientos del recurso humano de proyectos con características constructivas diferentes al que se planea; omisión de ítems por la premura de entrega de resultados, entre otros.

Todo lo anterior, más evidenciar que en un gran porcentaje de los proyectos de construcción que se ejecutan a diario no se culminan en el tiempo inicialmente proyectado, ni con el presupuesto asignado, muestran la necesidad de dar a nuestros futuros profesionales conceptos, desde los más básicos, para afrontar con responsabilidad y claridad esta labor tan importante.



# CAPÍTULO I

COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN



## 1. TIPOS DE COSTOS

Todo proyecto de construcción es un proceso productivo durante el cual se colocan, ensamblan o transforman materiales u otros productos terminados hasta obtener un producto previamente definido en planos, con especificaciones determinadas.

Los costos de este proceso provienen de los pagos que se efectúen para:

- Construir cada elemento definido en los planos y especificaciones
- Administrar y coordinar el proceso
- Implantar la obra en su medio ambiente legal y profesional
- Comercializar el resultado, cuando sea del caso

Estos cuatro tipos de pagos o características las denominaremos en su orden como: costos directos, gastos generales, costos indirectos durante la ejecución, costos indirectos previos a la ejecución y costos comerciales; no solo definen grandes segmentos de una obra y el alcance que puede tener un presupuesto, sino que tienen formas distintas de calcularse, porque cada uno incluye compras y actividades de diferente índole.

### 1.1 COSTOS DIRECTOS

Compra de materiales y productos manufacturados. Utilización de personas y equipos para realizar labores de colocación, transporte, transformación o ensamble de aquellos.

### 1.2 GASTOS GENERALES O COSTOS INDIRECTOS DURANTE LA EJECUCIÓN

Sueldos u honorarios de profesionales que coordinen y dirijan el proceso de construcción, instalaciones, equipos y personal auxiliar que permitan desarrollarlo adecuadamente.

### 1.3 COSTOS INDIRECTOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN

Elaboración de diseños o estudios técnicos. Derechos de conexión a las redes de servicios públicos, impuestos asociados con la actividad constructora.

### 1.4 COSTOS COMERCIALES

Intereses de capital o costos asociados. Comisiones y costos relacionados con las ventas. Administración y gerencia del proyecto completo.

A los anteriores, podría agregarse otra gran compra, «el lote», para completar el panorama de los costos de un proyecto. Pero deliberadamente se ha excluido porque su determinación y cálculo escapan a los alcances de este trabajo, ya que para el constructor es apenas otro de los insumos del presupuesto; esta gran compra dependerá de varias características como la composición del suelo, su ubicación, etc.

Cabe aclarar, desde luego, que la actividad misma de construir puede presupuestarse cabalmente en función de los costos directos y los gastos generales o costos indirectos durante la ejecución, pero la práctica común en nuestro medio ha hecho que el constructor también calcule los costos indirectos previos a la ejecución, por su estrecha relación con aquella, y aún los costos comerciales, aunque es cada vez más frecuente que para estos últimos se utilicen los servicios de expertos en problemas financieros y comerciales.

La clasificación de los costos de construcción no es un problema puramente académico, pues su adecuada comprensión permite a quien hace el presupuesto organizar correctamente su trabajo y, además, facilita la deducción de los datos que requiere.

En la Figura 1 puede verse la clasificación estructural de los costos, con un detalle de los principales grupos de costos –incluyendo el lote–, un detalle de la composición de cada grupo y, finalmente, el origen de cálculo para los datos. En capítulos posteriores se desarrollará cada tema, destacando las interrelaciones adicionales que se producen entre los grupos.

Existe otra manera de clasificar los costos –la teoría comercial de clasificación– que frecuentemente produce confusión en nuestro medio, porque no está enfocada al origen y forma de cálculo, sino a la influencia que cada tipo de costo produzca en el resultado final del presupuesto, llamando directos a los que son proporcionales al tamaño de la obra (materiales, mano de obra, impuestos y servicios públicos), e indirectos

a los que van disminuyendo en importancia a medida que el proyecto crece, como gastos generales, honorarios y costos comerciales. La Figura 2 ilustra esta clasificación, que sólo volverá a tenerse en cuenta parcialmente cuando se desarrollen los temas de gastos generales y de conclusiones presupuestales.

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE COSTOS

PROYECTO	LOTE			
	COSTOS DE OBRA	DIRECTOS	Materiales, mano de obra, equipos	Se calculan por planos
		GASTOS GENERALES	Administración de la obra	Se calculan de acuerdo con la experiencia del constructor
	OTROS COSTOS	INDIRECTO PREVIO	Servicios, imposición gubernamental	Se calculan por tarifas
		COMERCIALES	Financieros, ventas, gerencia	Se calculan por tarifas y por determinantes de mercado

Fuente: Consuegra, 2007.

FIGURA 2. CLASIFICACIÓN COMERCIAL DE COSTOS

PROYECTO	LOTE		
	DIRECTOS	Materiales, mano de obra, equipos, subcontratos financieros	Proporcionales al tamaño de la obra
	INDIRECTOS	Gastos generales. Honorarios, ventas, Gerencia.	Inversamente proporcionales al tamaño de la obra

Fuente: Consuegra, 2007.

## 2. LOS COSTOS EN LA INDUSTRIA

Buena parte de los conceptos de costos que se utilizan en la construcción han sido tomados en préstamo de la actividad industrial y productiva, cuyos problemas han sido analizados detalladamente, pero existen algunas diferencias en terminología que pueden presentarse a confusión y merecen analizarse.

La industria entiende por costos directos -denominados también de fabricación o primarios- a los que provienen de la utilización de materiales básicos en un proceso, y a la mano de obra que se emplea para transformarlos; mientras que llama costos indirectos a los de la maquinaria, energía y supervisión del mismo proceso; y costos operacionales a los gastos financieros, administrativos y de ventas de la organización del negocio.

Como puede verse, en la industria no existe un equivalente exacto para los que hemos llamado indirectos de construcción, pues lo que aquella denomina así, aparece dentro del grupo de gastos generales en la construcción. No existe, en cambio, una diferencia fundamental entre los costos de operación Industriales y costos comerciales de la construcción, pues ambas incluyen erogaciones que se originan en la utilización de capital y en la comercialización de los productos, no en actividades técnicas.

FIGURA 3. CLASIFICACIÓN DE COSTOS INDUSTRIALES

COSTOS INDUSTRIALES	DIRECTOS DE FABRICACIÓN	Materiales, mano de obra, subcontratos
	INDIRECTOS	Maquinaria, energía, supervisión
	OPERACIONALES	Financieros, ventas, Administración general

Fuente: elaboración del autor.

Presupuestar una obra, es un proceso mediante el cual se establece de qué está compuesta (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada componente existen (composición cuantitativa), para, finalmente, aplicar precios a cada costo y obtener su valor en un momento dado, todo lo cual se hace sometido al proyecto a diferentes tipos de estudios:

#### *Estudio geométrico*

Estudio de los planos, para definir cuáles actividades intervienen en su composición y en qué cantidad (cubicación de cantidades de obra), así como, también, el tipo y la cantidad de los elementos (especificaciones técnicas).

#### *Estudio estratégico*

Definición de la forma como se ejecutará, administrará y coordinará el proceso productivo de construcción, lo cual genera actividades que deben realizarse y tienen un costo, pero no están incluidas en los planos.

Este concepto puede comprenderse mejor, asimilando la obra a un producto industrial elaborado por una fábrica, que tienen ciertos costos de operación (oficinas, directores, equipos, etc.) diferentes a los de la obra misma. El estudio estratégico debe definir qué tipo de fábrica se requiere para construir el proyecto y cuáles son sus costos.

A diferencia del estudio geométrico, que se limita a interpretar un plano, este involucra la experiencia y el criterio de cada constructor en su forma de enfocar el problema.

#### *Estudio del entorno*

Definición y valoración de los costos que no provienen de la ejecución física de actividades o de su administración y control, sino de imposiciones gubernamentales o requerimientos profesionales y de mercado.

Así, por ejemplo, el pago de conexión a los servicios públicos no es una actividad física de obra, porque un edificio puede construirse sin incurrir en ese costo. Sin embargo, cuando requiera utilizar los servicios que ofrece una ciudad, deberá cancelar a esta el valor de conexión e incluir el costo respectivo dentro del presupuesto, además, en el caso

de la construcción de un proyecto, se debe tener en cuenta el estudio de accesos, análisis del aspecto climático que son definitivos en temas como la planificación de todo tipo de recursos.

Presupuestar implica, además, manipular toda la información obtenida en los estudios anteriores para situar los costos en el tiempo y actualizarlos con la inflación, así, prepararlos con miras a su control posterior y para compararlos en conjunto, como una medida elemental e control de calidad y de certeza en sus resultados.

Presupuestar implica, finalmente, reconocer los alcances y limitaciones del trabajo.

El presupuesto es *aproximado*, y sus previsiones se acercarán más o menos al costo real de la obra, dependiendo de la habilidad (el uso correcto de técnicas presupuestales) y el criterio (visualización correcta del desarrollo de la obra) del personal encargado del presupuesto.

El presupuesto es *singular*, como lo es cada obra, pues sus condiciones de localización, clima y medio ambiente, unidas a la calidad de los operarios y del constructor, impiden generalizar sus consideraciones básicas.

El presupuesto es *temporal*, pues los costos que en él se establecen solo son válidos mientras tengan vigencia los precios que le sirvieron de base.

El presupuesto es *una herramienta de control*, su relación con la ejecución económica de la obra debe ser equivalente a la de los planos, con respecto a la ejecución volumétrica de la misma.

### 3. ALCANCE DEL PRESUPUESTO

De los conceptos tratados en este capítulo, podría deducirse que solo existe un tipo de presupuesto para cubrir las necesidades de información de un proyecto a lo largo de toda su existencia, desde su concepción como una buena (o mala) idea, pasando por diferentes etapas de estudios y desarrollo hasta llegar a la fase de ejecución.



Este concepto, desde luego, es equivocado, pues cada etapa del proyecto tiene sus propias necesidades presupuestales que pueden satisfacerse en la medida del desarrollo que vaya alcanzando, con mayor o menor grado de precisión. Así, por ejemplo, un proyecto que apenas está concibiéndose en el Departamento de Planeación (se necesita una vía entre dos localidades, por ejemplo, o ampliar la capacidad de una institución educativa para ampliar su cobertura en 500 alumnos más) requiere un presupuesto del tipo «orden de magnitud», que apenas relaciona la necesidad actual con alguna información preexistente (el año pasado construimos una vía parecida que costó 800 millones, por ejemplo) y permite decidir si el proyecto se descarta o sigue adelante.

A medida que el proyecto avanza se definen con mayor precisión sus características, se controlan los estudios preliminares y definitivos, se decide la fecha de iniciación de la obra y se establece la forma como se ejecutarán los trabajos; el presupuesto se va refinando y aproximándose, cada vez más, al valor real que tendrá la obra, tal como se describió al comienzo de este capítulo.

Existen diversas entidades internacionales (entre ellas la ANSI –American National Standards Institute–) que se han ocupado de clasificar los presupuestos, dependiendo de su propósito y del grado de precisión esperado, y quizá la que mejor describe el asunto, es la AACE –Association for the Advancement of Cost Engineering– en el documento I8R-91<sup>1</sup>.

---

1 [www.aacei.org/](http://www.aacei.org/) Consulta en febrero de 2002.