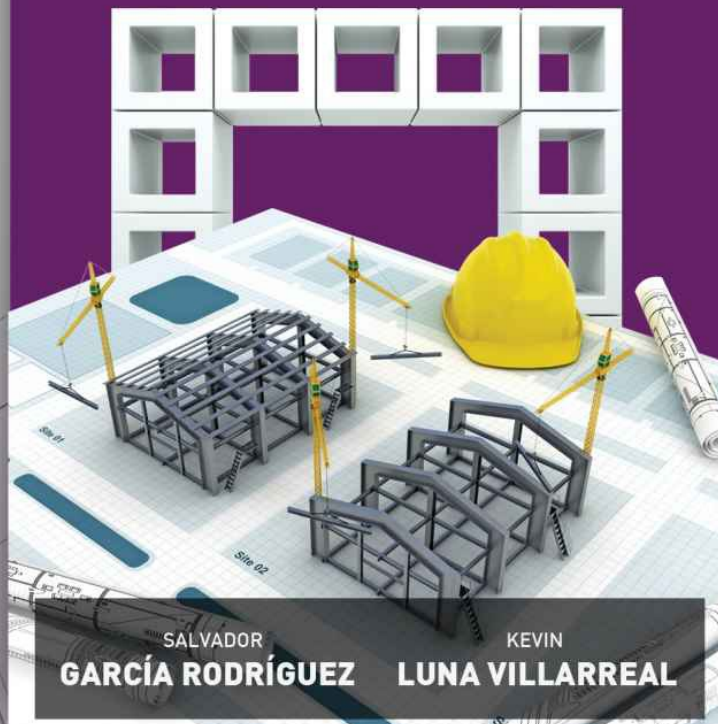


**EDITORIAL
DIGITAL**

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

COSTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA



SALVADOR
GARCÍA RODRÍGUEZ

KEVIN
LUNA VILLARREAL

Editorial



EDITORIAL DIGITAL

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

El Tecnológico de Monterrey presenta su primera colección de eBooks de texto para programas de nivel preparatoria, profesional y posgrado. En cada título, nuestros autores integran conocimientos y habilidades, utilizando diversas tecnologías de apoyo al aprendizaje.

El objetivo principal de este sello editorial es el de divulgar el conocimiento y experiencia didáctica de los profesores del Tecnológico de Monterrey a través del uso innovador de la tecnología. Asimismo, apunta a contribuir a la creación de un modelo de publicación que integre en el formato eBook, de manera creativa, las múltiples posibilidades que ofrecen las tecnologías digitales.

Con su nueva Editorial Digital, el Tecnológico de Monterrey confirma su vocación emprendedora y su compromiso con la innovación educativa y tecnológica en beneficio del aprendizaje de los estudiantes.

editorialdigitaltecdemonterrey.com

editorialtec01@servicios.itesm.mx

Autores

SALVADOR
GARCÍA RODRÍGUEZ

Profesor del Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey, desde agosto de 1997 hasta el presente.

Obtuvo su título de ingeniero civil por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en 1991. Posteriormente la Universidad Nacional Autónoma de México le otorgó el grado de maestro en Ingeniería con Especialidad en construcción en 1994. Tres años después obtuvo un doctorado en ingeniería de la construcción por la Universidad Politécnica de Cataluña, en España.

KEVIN
LUNA VILLARREAL

Profesor del Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey.

Obtuvo su título de ingeniero civil del Instituto Tecnológico de Durango. Posteriormente alcanzó el grado de maestro en Ciencias con Especialidad en Administración de Proyectos por el Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey. Es consultor de calidad y productividad para empresas inmobiliarias, expositor de más de 20 seminarios de capacitación para la CMIC.

Mapa de contenidos

- [Integración de costos y programación de obra](#)
- [Industria de la construcción](#)
- [Análisis de P.U](#)
- [FSC](#)
- [Propuestas](#)



Introducción del eBook

Todo proyecto de construcción es concebido para dar solución a ciertas necesidades. Por una parte, las necesidades de la sociedad en cuanto a construcción de obra pública y por otro lado las necesidades de inversión de recursos de capitales privados o extranjeros. Los proyectos de obra pública son ejecutados con recursos del gobierno a fin de solucionar o aportar a la población obras de infraestructura como lo son las carreteras, hospitales, centros recreativos, líneas de conducción de agua, electrificación y plantas de tratamiento entre otras.

Por otro lado, el capital de inversionistas en muchas ocasiones es utilizado para crear proyectos de construcción que se convertirán en plazas comerciales, viviendas u obras de infraestructura como hospitales privados o carreteras de cuota. En la actualidad existen diferentes formas en las que se puede llevar a cabo un proyecto de obra pública, ya sea financiado por el banco, por endeudamiento o bien por la inversión de capital privado a cambio de un periodo largo de arrendamiento.

Todos y cada uno de estos proyectos requieren de la generación de una determinación del costo de todas y cada una de las actividades, mismo que implica el análisis específico de la actividad a realizar, de las cantidades de materiales y mano de obra involucradas en su elaboración y de todos aquellos costos que sin estar implícitos en la realización del mismo han de ser contemplados.

Una característica particular de los costos de construcción es que, al menos en nuestro país, el proceso mediante el cual las actividades de la construcción son elaboradas es muy artesanal. Esto implica que la mano de obra, a pesar de ser especializada, carece de una técnica certificada y es susceptible a una variabilidad muy amplia en la elaboración de un proceso. Y esto conlleva a un consumo diferente de materiales y rendimiento o productividad de la mano de obra. Por esta razón, los precios de las actividades de la construcción deben cubrir esta variabilidad en la medida de lo que sea posible.

Capítulo 1. La industria de la construcción

Organizador temático

- [Situación de la construcción en México](#)
- [Tipos de empresas constructoras](#)
- [Tipos de licitaciones](#)
- [Obras públicas y obras privadas](#)
 - [Tipos de licitaciones](#)
- [Integración de plantillas de propuestas de costos de construcción](#)



1.1 Situación de la construcción en México

La construcción, a diferencia de otras actividades industriales, se caracteriza por ser una industria en la que el producto no se mueve a lo largo de una línea de producción. Los obreros son los que se van moviendo o rotando en el sitio de construcción en el momento justo y necesario para desarrollar su actividad o proceso de construcción. Esta característica distintiva de la construcción obliga a que los **proyectos**, y por lo tanto las obras de construcción a realizarse, estén bien planeados con antelación.

Dado que todo proyecto satisface una idea de negocio o la una necesidad social, y que los proyectos que se realizan en el sector de la construcción provienen de obras públicas o privadas, estos representan el crecimiento y desarrollo que puede tener un país.

La industria de la construcción genera una amplia gama de trabajos y de empresas de servicios en su entorno. Cerca del 30% de las actividades comerciales de un país están relacionadas con la generación de edificaciones o de empresas que prestan sus servicios o venden sus productos a empresas constructoras, beneficiándose así cerca de 66 ramas del sector.



La creación de obras de infraestructura urbana, carretera, así como la construcción de proyectos de vivienda, de instalaciones y “comodities” (hospitales, centros de recreación, etc.) para las ciudades se convierten en detonantes de actividad económica en los estados y en el país mismo. De ahí la relevancia que la industria de la construcción representa en el porcentaje

del Producto Interno Bruto Nacional (PIB).

Según estadísticas del INEGI de las Cámaras de la Construcción (CMIC), en los últimos 10 años el promedio del PIB anual ha oscilado entre el 4.6% y el 7%. Este indicador muestra que para ser una de las actividades secundarias dentro del PIB, la construcción representa un movimiento económico medido en pesos de cerca de los 900 mil millones.

Una característica más que genera altibajos en la construcción es que los proyectos públicos dependen de ciclos **asincrónicos** de gobierno, mismos que producen gran variación en el monto anual de obra ejecutada. Esto además genera una alta variación en los costos, tanto de operación como de producción.



Ligas de interés

[Composición de las actividades terciarias en el tercer trimestre de 2011.](#)

1.2 Tipos de empresas constructoras

La mayoría de las empresas constructoras se dedican a realizar proyectos tanto de obra pública como de obra privada. Sin embargo, existe una clasificación definida por la CMIC de acuerdo al tipo de obra que se realizan, ya sea por el tipo de actividades requeridas en el proyecto o por el servicio que brindan. A continuación se enlistan algunos de estos:



- a. Movimiento de tierras
- b. Perforaciones profundas
- c. Cimentaciones
- d. Servicios técnicos
- e. Edificación
- f. Vivienda
- g. Agua, riego y saneamiento
- h. Electricidad y comunicaciones
- i. Transporte
- j. Vías terrestres
- k. Petróleo y petroquímica
- l. Otras construcciones

Adicionalmente, la industria de la construcción generalmente puede clasificar a una empresa constructora por el servicio específico que realiza. Tal es el caso de las Gerencias de proyectos, y las Administradoras de proyectos, mismas que pueden prestar un servicio de construcción en particular o realizar de inicio a fin toda una construcción. Es importante resaltar que existen en la industria empresas que prestan únicamente el servicio de supervisión externa, como validadores de la actividad en la construcción. Tal es el caso de las empresas ligadas al INFONAVIT (Instituto Nacional del Fondo de Vivienda de los Trabajadores).



Ligas de interés

Encuesta nacional de empresas constructoras - [Cifras durante octubre de 2011](#)

1.3 Tipos de licitaciones de obra

Según la Ley y Reglamento de obras públicas y servicios relacionados con la misma, existen tres formas en la que una obra pública ya sea del gobierno federal, estatal o municipal puede ser realizada. El término convencional sobre el cual los industriales de la construcción se adjudican una obra de este tipo es mediante licitaciones o concursos de obra que son los que a continuación se describen.

Licitación pública, como su nombre lo indica, permite que cualquiera que la vea publicada en un sitio de internet o prensa y cumpla con los requisitos que exige puede participar en la convocatoria. Y de ser la propuesta económica y técnica adecuada a los requerimientos del licitante puede resultar ganador.

Otro tipo de licitación, que en base a los artículos 28 del reglamento de obras públicas se celebra, es el de invitación restringida. Para que exista una licitación, cuando menos debe haber tres participantes para celebrar dicho concurso.

Existen también los contratos de construcción por asignación directa. Este tipo de licitación atiende principalmente a obras cuya realización es vital o emergente. Tal es el caso de obras para reparación de siniestros por huracanes o terremotos que utilizan dinero del FONDEN (Fondo de Desastres Naturales).



Ligas de interés

[Protección civil](#)



1.4 Obras públicas y obras privadas

A diferencia de las obras que se realizan para satisfacer necesidades de infraestructura o desarrollo en las ciudades (obra pública), la obra privada viene a satisfacer principalmente la rentabilidad del capital de inversionistas. En la actualidad podemos encontrar incluso proyectos edificados con capital privado y que satisfacen necesidades de infraestructura y no solo bajo el esquema de concesiones como las autopistas de cuota, también existen plantas termoeléctricas, hidroeléctricas y hospitales, bajo el concepto de obra pública financiada.



1.4.1 Tipos de contratos

Según la ley de obras públicas y servicios relacionada con las mismas en su título cuarto, capítulo primero, artículos 45 al 51 la manera en que han de celebrarse los contratos de las licitaciones atienden a tres tipos correspondientes a:

- Precios unitarios: costeo específico de un solo proceso de la edificación en su unidad de cuantificación.
- Precio alzado: costeo específico de un solo proceso de la edificación basado en su unidad de cuantificación pero incluyendo en esta cualquier variabilidad que se pueda presentar durante el desarrollo del mismo.
- Precio mixto: puede contener trabajos costeables bajo ambos esquemas.



Es importante resaltar que los tipos de contratos antes mencionados aplican también para obras privadas.

El porcentaje de administración corresponde a un tipo de contrato utilizado para construcción de obra privada en el cual la supervisión es cobrada en función de los costos directos generados por la construcción a porcentaje fijo.

Ligas de interés

[Infografía sobre presa La Yesca.](#)

[México. Indicadores de inversión fija.](#)

1.5 Integración de plantillas de propuestas de costos de construcción

Una propuesta de costos de un proyecto de construcción tradicionalmente se integra con base en las partidas generales que habrán de realizarse para llevar a término el proyecto. Las partidas generalmente corresponden a las siguientes:



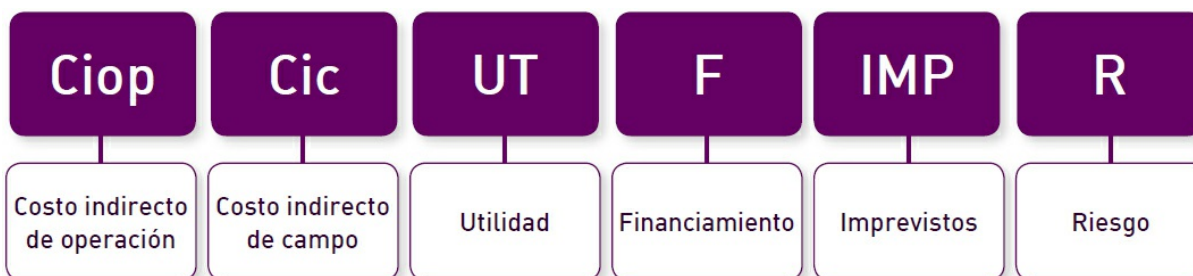
- Preliminares
- Cimentación
- Estructura
- Albañilería
- Instalaciones
- Acabados
- Herrería
- Carpintería
- Cancelería
- Jardinería
- Obras exteriores

Pueden ser definidas de acuerdo a una parte de la edificación a realizar o al tipo de proyecto de construcción en particular. Ej., si solo es movimiento de tierras aparecerá solo una partida "Movimiento de tierras" y las actividades a realizar como "corte de material medido en banco en terreno tipo A profundidad máxima de excavación 2.6 mts" o "carga y acarreo en camión fuera de

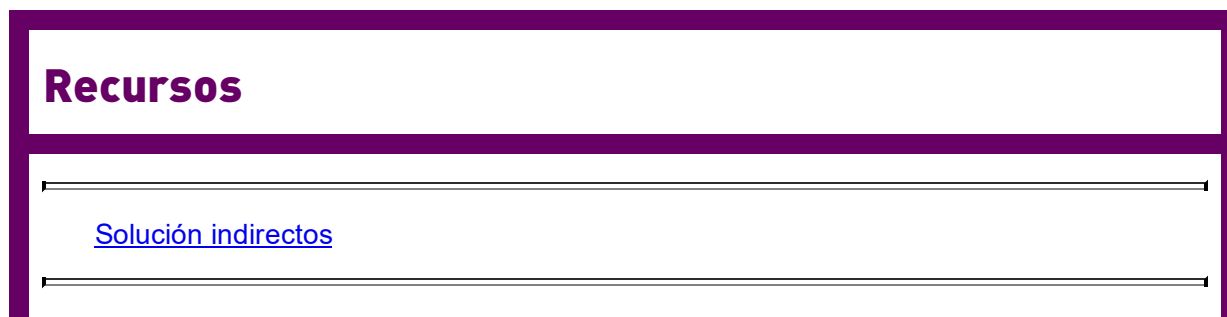
la obra a 1 km de distancia”.



Sin embargo, la plantilla que se utiliza para realizar el cálculo de un precio unitario correspondiente a una de esas actividades está integrado por la suma de los costos involucrados directamente en su realización llamados “Costos directos” más la suma de todos aquellos cargos por concepto de operación de la oficina central y de campo que aunque no están implícitamente en el producto final de la actividad realizada son necesarios para la ejecución adecuada del proyecto. Estos cargos integrados se conocen como factor de sobrecosto cuyo desglose incluye:



En la sección de Recursos abajo se muestran ejemplos de tarjetas y de presupuestos en Excel.



[Costos](#)

[Paso a desnivel ubicado en la autopista Monterrey-Laredo km 42.5](#)

[Cálculo del Factor de Salario Real](#)

Ejercicio integrador del capítulo 1

OPCIÓN MÚLTIPLE

1. Una característica de la industria de la construcción es que tiene movilidad de mano de obra en el sitio del proyecto.

(Recuerda que no es una línea de producción la industria de la construcción, el producto queda fijo y la mano de obra esta rotando según necesidad.)

- a. Verdadero
- b. Falso

2. ¿Qué determina la necesidad de crear un proyecto de construcción?

(Recuerda que satisface necesidades sociales y de rentabilizar un capital privado.)

- a. Las necesidades de la sociedad y la inversión de capital
- b. Gastar un presupuesto del gobierno, y rentabilizar el capital de los inversionistas

3. ¿Qué porcentaje de actividades dependen de la actividad del sector de la construcción?

(El 30% de las actividades económicas de un país o cerca de 66 ramas del sector dependen de esta actividad.)

- a. 30%
- b. 66%
- c. 10%
- d. 40%

4. En los últimos 10 años ¿qué porcentaje promedio del PIB nacional representa la actividad de la construcción según las fuentes mencionadas?

(Recuerda que es el promedio y no el máximo indicador que es cerca del 7%)

- a. 5%
- b. 4.6%
- c. 7%
- d. 1.7%

5. ¿Qué otra característica del sector económico de la construcción afecta dicha industria?

(El hecho de que los gobiernos terminen y entren otros con nuevas estrategias paraliza el sector en lo que se ajusta el nuevo gobierno.)

- a. Los cambios de gobierno
- b. La política
- c. La sincronía de cambio de poderes
- d. La alternancia de los gobiernos

6. ¿Cuál de los siguientes pares de actividades de la construcción corresponden a la clasificación de la CMIC?

(Recuerda que la clasificación es de la CMIC, no la tuya.)

- a. Movimiento de tierras y edificación
- b. Albañilería y cimentaciones profundas
- c. Vivienda y gerencia técnica
- d. Petroquímica y urbanización.

7. ¿Qué diferencia existe entre la obra pública y la privada?

(Recuerda que la obra privada puede ser solo para invertir.)

- a. Genera infraestructura
- b. La necesidad que está solucionando
- c. Construye un espacio educativo

d. Aprovecha los recursos para financiar proyectos

8. En un contrato a precio alzado ¿el monto contratado puede variar al final?

(Recuerda que el monto contratado en una obra privada cubre cualquier variación que pueda existir para fijar un precio.)

a. No. La cantidad presupuestada esta fija

b. Sí. Porque no se puede adivinar

9. Al término de la construcción de un inmueble, se recomienda involucrar a la empresa que lo administrará, con el fin de que vayan conociendo a los proveedores de los equipos en el proyecto y verifiquen su adecuada entrega y funcionamiento.

(Recuerda que los contratos son PU, precio alzado y mixto)

a. Gerencia de proyectos

b. Paramétrico

c. Precio mixto

d. Administración

10. ¿Cuáles de las siguientes representan las partidas típicas de una plantilla de presupuesto de construcción?

(Recuerda que hablamos de partidas, no de actividades.)

a. Preliminares, cimentación, estructura, acabados

b. Movimiento de tierras, urbanización, obras exteriores, pintura exterior

Las respuestas correctas:

1.
 - a. Verdadero (El sitio está fijo y la mano de obra rota según la necesidad del proyecto.)
2.
 - a. Las necesidades de la sociedad y la inversión de capital (La generación de infraestructura, hospitales, carreteras e instalaciones de diversión y ocio generan actividad en la construcción.)
3.
 - a. 30% (Cerca de 66 ramas del sector económico dependen de esta actividad.)
4.
 - a. 5% (El promedio mensual y anual de los últimos diez años esta cerca del 5%)
5.
 - c. La sincronía de cambio de poderes (Recuerda que este factor sí influye y es importante el hecho de que cada 3 o 6 años hay cambio de poderes y altera los ciclos de inicio de ejercicio del gobierno.)
6.
 - a. Movimiento de tierras y edificación (Recuerda que la clasificación es de la CMIC, no la tuya.)
7.
 - b. La necesidad que está solucionando (La obra pública atiende necesidades de la sociedad y la privada la de sus inversionistas.)
8.
 - a. No. La cantidad presupuestada esta fija (Así es la cantidad ya no debe variar.)
9.
 - d. Administración (Se cobra en función de los costos directos la supervisión de obra)
10.
 - a. Preliminares, cimentación, estructura, acabados (Esas partidas pueden estar integradas en la plantilla de un presupuesto típico.)

Conclusión del capítulo 1

De acuerdo a lo mencionado en los temas de este capítulo, la industria de la construcción requiere de un proceso complejo y sistemático para realizar la valuación del costo de las diversas actividades que le demanda cualquier tipo de proyecto. Por ende, es importante que tengamos conocimiento de qué tipo de obra estamos licitando o concursando, ya sea pública o privada y bajo qué tipo de contrato se nos está pidiendo elaborar la propuesta.

Es importante recalcar que las actividades que se desarrollan en el sitio de trabajo por la rotación de persona y su exposición a la intemperie provocan desperdicio de materiales, tiempos muertos en la mano de obra y maquinaria o por las condiciones ambientales una baja en la **productividad**. Por lo tanto, es tarea de un analista de precios unitarios lograr un balance perfecto entre la tecnología de construcción, la planeación, el abastecimiento de suministros y una tasa adecuada de productividad, siendo este último un factor decisivo en la estimación de un precio de construcción.



Glosario del capítulo 1

A

Asincrónicos

Desfase entre dos ciclos o periodos, no guardan una relación directa en su movimiento.

C

Cuantificación

1. tr. Expresar numéricamente una magnitud. Término ligado a la determinación de cantidades de insumos o de cantidades a realizar de trabajo.

L

Licitación

Término ligado a la celebración de un concurso para otorgar el contrato de una obra pública o privada mediante el cual las empresas constructoras realizan sus propuestas.

P

Productividad

2. f. Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc.

3. f. Econ. Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc. La productividad de la cadena de montaje es de doce televisores por operario y hora.

Proyecto

Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería.

R

Rendimiento

1. m. Producto o utilidad que rinde o da alguien o algo.
2. m. Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.
3. m. cansancio (falta de fuerzas).

Recursos del capítulo 1

Infografía sobre presa La Yesca

<http://calderon.presidencia.gob.mx/el-blog/mega-obras-iii-proyecto-hidroelectrico-la-yesca/>

México. Indicadores de inversión fija

<http://vectoreconomico.com.mx/files/pdfs/r01112010.pdf>

Protección civil

<http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Fonden>

Video de CFE Central Hidroelectrica el Cajón

<http://www.youtube.com/watch?v=57gWR6aM65I&feature=related>

Video de la Presa el Cajón

<http://www.youtube.com/watch?v=nEvPWK7zFI0>

[Caso de estudio – Capítulo 1](#)