



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Han pasado ya bastantes años desde que comenzó este sueño de querer ser Ingeniero, mucho tiempo desde que gustosamente ingresé a la Universidad, y también bastante tiempo desde que en tiempo y forma tuve la dicha de egresar de las aulas, ahora parece ser el momento de obtener el grado formal, y es por ello que tengo tanto y a tantos que agradecer:

Primeramente agradezco a Dios por la Vida, por la Salud, por la Alegría, por permitirme llegar a este momento en mi vida en que consigo integrarme plenamente a la sociedad como ente productivo. Gracias Padre Bueno porque con tu Amor nos permites alcanzar logros que nos llenan de felicidad.

Gracias infinitas también a mis papás: Celinita y Mundito, por su incondicional apoyo en cada uno de los aspectos de la vida, por su cariñosa tenacidad para educarme como gente de bien, por su comprensión, por sus regaños, por demostrarme que con esfuerzos es posible llegar muy lejos y por estar siempre a mi lado ofreciendo de las más variadas maneras su Amor que es la base de todos los éxitos. Gracias Totales.

Gracias también, a mis hermanas: Celi, Sarita y Teté, porque cada una a su manera y a su modo han estado a mi lado apoyándome, con sus palabras, con sus silencios, con sus regaños. Muchas gracias por sus nada sutiles presiones para impulsarme a terminar este trabajo. Gracias chicas por su apoyo en la elaboración de este trabajo, ya sea a través de libros prestados, comentarios y revisión de estilo, entre otros.

Gracias a mis Abuelitos: Pepita y Pepe, Teresita y Mundito, por haber inculcado en mis padres y en mí el sentido de responsabilidad, de honestidad y del trabajo esforzado. Los quiero muchísimo.

Gracias a México mi amado país, por haberme proporcionado la oportunidad de estudiar una carrera profesional a través de la Universidad Nacional Autónoma de México. Gracias a la Universidad misma por su calidez, su flexibilidad y sobre todo por abrir noblemente sus puertas a la población para convertir ciudadanos comunes, en ciudadanos ejemplares y comprometidos con la Nación.

Gracias a los profesores de la Facultad de Estudios Superiores "Aragón", por haberme transmitido sus experiencias y conocimientos que han sido de completa utilidad en el desenvolvimiento de esta profesión. Gracias a los profesores de la carrera de Ingeniería Civil por su

compromiso con la formación de cada una de las generaciones. Muchas Gracias en particular, al Ingeniero José Antonio Dimas Chora, profesor Director de esta tesis, por su paciencia, su desinteresada ayuda en el desarrollo de este trabajo y por las facilidades y ayuda prestada durante los trámites para titulación.

Gracias a mis compañeros y amigos de la carrera: Omar, Maythé, Leo, Gabriel, Luis, Iván, Érika... y todos con quienes conviví a lo largo de aquellos magníficos 5 años, porque con su amistad y su compañía hicieron esta etapa sumamente agradable. Mil gracias por dejar una huella de ustedes en mi persona.

Gracias a la empresa Bovis Lend Lease, ya que desde el último semestre de la carrera me permitió ingresar a laborar primero como practicante y posteriormente como empleado, ya que la experiencia ahí adquirida me ha permitido ampliar mi visión sobre el medio de la Construcción y la Ingeniería. Gracias a todos los compañeros de Bovis por su paciencia, sus enseñanzas y por los retos que hemos emprendido en conjunto. Gracias porque a raíz de la experiencia aquí obtenida he podido completar esta tesis como es debido.

Gracias a Chabe y a Roy, por su inagotable amistad, por escucharme en mis momentos de desánimos y por aquellas palmaditas en la espalda.

Tres años después de haber dejado las aulas es que puedo presentar terminado este trabajo. Tres años puede parecer mucho, sin embargo no me arrepiento del tiempo que ha pasado puesto que creo que ha sido tiempo bien utilizado, lo he creído firmemente y lo sigo creyendo ahora, es por eso que con alegría repito lo que dijo José Alfredo Jiménez en su canción: *“Después me dijo un arriero: que no hay que llegar primero, sino hay que saber llegar”*, y ¡Aquí estamos!

Muchísimas Gracias por todo.

En Memoria de Edmundo Luis Bernal de Alba (1924-2010)

Abuelito Mundo, aún cuando tú te nos adelantaste, ¡ésta va por ti!

Índice

	<u>Introducción</u>	vi
<u>1</u>	<u>Gerencia de Proyectos de Construcción</u>	1
1.1	Gerencia de Proyectos de Construcción	1
1.2	Proyecto	2
1.3	Características de los Proyectos	3
1.4	Gerencia de Proyectos	8
1.5	Modelos administrativos en el desarrollo de proyectos y el modelo de Gerencia de Construcción	8
1.5.1	Tradicional	8
1.5.2	Propietario-Constructor	8
1.5.3	Llave en Mano	9
1.5.4	Gerencia de Proyectos de Construcción	9
1.5.4.1	<i>Ciclo de Vida de los Proyectos de Construcción</i>	11
1.5.4.2	<i>Preconstrucción</i>	12
1.5.4.3	<i>Construcción</i>	15
1.6	Gerente de Proyecto	15
1.7	Origen de la Gerencia de Construcción	17
<u>2</u>	<u>Preconstrucción</u>	19
2.1	Concepción del Proyecto	19
2.1.1	Evaluación de Factibilidad	19
2.1.1.1	<i>Detección de las Necesidades</i>	20
2.1.1.2	<i>Definición del Problema</i>	20
2.1.1.3	<i>Búsqueda de la Información</i>	21
2.1.1.4	<i>Generación de las posibles Soluciones</i>	22
2.1.1.5	<i>Evaluación Física</i>	24
2.1.1.6	<i>Evaluación Económica</i>	25
2.1.2	Evaluación Económica de proyectos de Inversión	27
2.1.2.1	<i>Valor Presente Neto</i>	27
2.1.2.2	<i>Valor Futuro Neto</i>	28
2.1.2.3	<i>Valor Neto Equivalente Anual Uniforme</i>	28
2.1.2.4	<i>Índice de Rentabilidad (Análisis Costo-Beneficio)</i>	29
2.1.2.5	<i>Tasa de Retorno</i>	30
2.1.3	Evaluación Financiera de Proyectos	32
2.2	Coordinación de Diseño	40

2.2.1	Proyecto Arquitectónico	41
2.2.1.1	<i>Diseño Esquemático</i>	42
2.2.1.2	<i>Diseño Conceptual</i>	42
2.2.1.3	<i>Desarrollo de Diseño</i>	43
2.2.1.4	<i>Documentos de Construcción</i>	44
2.2.2	Proyecto Estructural	44
2.2.2.1	<i>Estructuración</i>	44
2.2.2.2	<i>Análisis</i>	44
2.2.2.3	<i>Dimensionamiento</i>	44
2.2.3	Proyecto de Instalaciones	46
2.2.4	Ingeniería de Valor	47
2.3	Análisis Presupuestal	49
2.3.1	Presupuesto Estimado	51
2.3.1.1	<i>Presupuesto Paramétrico</i>	55
2.3.1.2	<i>Presupuesto Conceptual</i>	55
2.3.1.3	<i>Presupuesto Detallado</i>	56
2.4	Concursos y Tipos de Contratos	56
2.4.1	Concursos	56
2.4.2	Tipos de Contratos	62
2.4.2.1	<i>Contrato a Precios Unitarios</i>	63
2.4.2.2	<i>Contrato a Precio Alzado</i>	64
2.4.2.3	<i>Contrato a Precio Máximo Garantizado</i>	65
2.5	Planeación de Obra	65
2.5.1	Programación de Obra	66
2.5.1.1	<i>Restricciones en el Programa de obra</i>	67
2.5.2	Logística	68
3	<u>Construcción</u>	72
3.1	<i>Plantilla de la Gerencia</i>	73
3.2	<i>Control Presupuestal</i>	74
3.2.1	Presupuesto Base v.s. Presupuesto Real	75
3.2.2.	Generadores	78
3.2.3	Estimaciones	80
3.2.4	Flujo de Caja	83
3.3	<i>Seguimiento y Control del Programa de Obra</i>	85
3.4	<i>Gestión de Cambios</i>	88
3.5	<i>Control de Documentos</i>	89
3.6	<i>Supervisión de Calidad</i>	91
3.6.1	Especificaciones	93
3.6.2	Pruebas de Laboratorio	94
3.7	<i>Seguridad e Higiene</i>	95

<u>4</u>	<u>Cierre</u>	99
4.1	Cierre Administrativo	99
4.1.1	Punch List (Lista de Pendientes)	100
4.1.2	Planos As Built (Según Construido)	101
4.1.3	Actas de Entrega. Entrega Substantial, Entrega Definitiva	102
4.2	Cierre Numérico	103
4.2.1	Finiquito	105
	<u>Conclusiones</u>	106
	<u>Bibliografía</u>	110

Introducción

El presente trabajo ha sido concebido como una descripción general de las funciones que tiene una Gerencia de Construcción como modelo organizacional en el desarrollo de proyectos, ante la casi total ausencia de textos y autores en español que traten de manera particular el tema. Previamente se identifican casos aislados que corresponden a traducciones de autores de origen estadounidense y apegados al marco legal que regula las actividades de construcción en Estados Unidos de América, en gran parte casi totalmente inútil de intentar aplicar a las condiciones ahí presentadas a la realidad de nuestro México.

Ésta tesis tiene una división natural en cuatro capítulos: 1) Gerencia de Proyectos de Construcción, 2) Preconstrucción, 3) Construcción y 4) Cierre. Como se apreciará –a excepción del inicial- corresponden a diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos de construcción.

En el primer capítulo titulado Gerencia de Construcción se exponen de manera breve los conceptos de Gerencia, Proyecto, Características de los proyectos, Ciclo de Vida del Proyecto, Ciclo de vida particular del Proyecto de Construcción, y a través de estos posteriormente se definen los concepto de Gerencia de Proyectos y Gerencia de Proyectos de Construcción en la acepción que se empleará a lo largo de la investigación. Finalmente se hace una semejanza general sobre el origen de la Gerencia de Proyectos y de la Gerencia de Construcción como modelo organizacional.

El Capítulo segundo, Preconstrucción, inicia con una exposición del proceso de Concepción de un Proyecto, en el cual se ha desarrollado el proceso de evaluación de Factibilidad, evaluación Económica y Evaluación Financiera de un proyecto, en estas últimas se ha abundado lo suficiente describiendo y mostrando ejemplos de diferentes métodos de evaluación económica y financiera para proyectos. Más adelante se describe el proceso de desarrollo de proyecto arquitectónico, estructural y de instalaciones a través del servicio de Coordinación de Diseño e Ingeniería de Valor. Seguido de ello es explicado el Análisis Presupuestario a través de los elementos que lo componen, y en su evolución de acuerdo al proceso de diseño y al desarrollo del mismo proyecto. Continúa con la reseña del procedimiento de adjudicación de trabajos a contratistas a través de los concursos, así mismo se describen los tipos de contratos utilizados en la construcción. El capítulo segundo cierra con una exposición de la planeación, actividad que resume gran parte de los trabajos de preconstrucción y que se vincula de manera directa con la construcción y que hemos dividido en: programación y logística.

El tercer capítulo, titulado Construcción comienza refiriendo a las actividades inmediatas que permiten iniciar los trabajos físicos de un proyecto, se describe de manera muy breve el grupo de trabajo que ha de integrar la plantilla de la Gerencia a fin de realizar los trabajos correspondientes, y posteriormente se describen a detalle las actividades principales que se ejecutan en la fase de construcción: control presupuestario, control de programación, y control de calidad, no pudiendo dejar de lado temas tan

importantes como la gestión de la seguridad y el control de documentos, tarea particular que se traduce en eficiencia de los procesos administrativos en el proyecto.

En el capítulo cuarto y final, se describen de manera sencilla los procedimientos de cierre administrativo y numérico del proyecto, en los cuales se realizan revisiones finales, y se respalda gran parte del trabajo que se ha ejecutado, se hace mención a la firma de actas de entrega -recepción y a la devolución de garantías otorgadas por el contratista.

Para terminar, podrán encontrarse las conclusiones de un servidor producto del desarrollo de esta tesis como trabajo de titulación, así también aquellas que he obtenido debido la experiencia laboral en la industria de la construcción en el ámbito de la Gerencia de Construcción.

21 de Mayo de 2011

Edmundo David Bernal Quezada.

Capítulo 1

1. Gerencia de Proyectos de Construcción

Previo a la definición de Gerencia de Construcción y Gerencia de Proyectos de Construcción considero pertinente definir los términos Gerencia y Proyecto, posteriormente el término clásico general de Gerencia de Proyectos (*Project Management*), y finalmente Gerencia de Construcción para de este modo proceder con el desarrollo de la investigación teniendo claro a qué nos estamos refiriendo al usar las palabras antes mencionadas.

1.1 Gerencia

Se llama Gerencia a una organización que se dedica a la administración, no obstante esto no nos dice mucho así que explicaremos este concepto a partir de la definición de gerenciamiento. Gerenciamiento es uno de los términos utilizados en castellano para la palabra *Management* cuya definición etimológica remite a *manus* (mano) y posteriormente al italiano *maneggiare* (manejo), también es posible traducir *management* como “Administración”.

Algunos definen al gerenciamiento como un proceso para alcanzar objetivos organizacionales con la gente y a través del trabajo de ésta, junto con otros recursos de la organización (Certo, 2000). También es definido como el proceso de combinar recursos humanos, financieros, informativos y físicos con la finalidad de alcanzar el objetivo principal de una organización: producir un producto o servicio requerido por algún segmento de la sociedad. (Pringle, Jennings, Longnecker, 1988)

Si nos remitimos a la definición de Administración, tenemos que “es un proceso de diseñar y mantener un entorno en el que, trabajando en grupo, los individuos cumplan eficientemente objetivos específicos” (Koontz, Weihrich, Pág. 6 2003)

Analizando las definiciones anteriores, obsérvese que todas se refieren al gerenciamiento o administración como un proceso, es decir una serie de actividades con un orden específico de cumplimiento, que permite obtener o llegar a una finalidad. Algunas de las tareas del gerenciamiento son (Fryer, Págs. 17-21, 2004):

- Planear: fijar objetivos y tratar de prever condiciones y maneras de cumplir tales objetivos; decidir la manera más efectiva de utilizar los recursos disponibles estableciendo procedimientos para la implementación del plan.
- Organizar: poner planes en acción y designar tareas a la gente, fijando plazos y solicitando recursos que permitan un flujo continuo de trabajo.
- Dirigir: liderar, comunicar, motivar y trabajar con la gente a través de niveles de influencia y autoridad, respeto y cooperación.
- Controlar: monitorear el desempeño del trabajo real contra el desempeño planeado o esperado y tomar decisiones que permitan corregir las variaciones presentadas.
- Desarrollar el potencial de la gente: asegurar el crecimiento profesional de la gente, promoviendo el entrenamiento, capacitación y encaminando al personal hacia su superación mediante la asignación de tareas más difíciles, brindando ayuda y consejo y rotando roles de la gente en otras partes de la organización.

Entonces podemos decir que una gerencia es una organización o agrupación de personas (Robbins, Coulter, Pág, 4, 2000) que se dedica a la asignación o administración de recursos humanos, materiales, financieros e informativos que mediante el trabajo de la gente y con la gente, a través de la delegación de actividades, permite alcanzar objetivos que redundan en bienes o servicios para un consumidor y en utilidades o beneficios para la organización.

1.2 Proyecto

Un proyecto es una serie de actividades y tareas que tienen un objetivo, un plazo, un costo limitado, es multifuncional y consume recursos humanos y materiales (Kerzner, Pág. 2, 2003). De acuerdo al PMI (Project Management Institute), un proyecto “es un esfuerzo llevado a cabo para la creación de un único producto o servicio” (Project Management Institute, Pág. 167, 2001). Un proyecto es también la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que resuelva una necesidad humana (Baca, Pág. 2, 1995).

Una definición de proyecto enfocada a la ingeniería nos dice que es *una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas* (Corzo, Págs. 39-40, 1982).

Resumiendo, un proyecto es una serie de trabajos y actividades que se realizan para crear un producto único con un plazo definido (temporal), un costo limitado, un objetivo específico y un grupo de personas que lo llevan a cabo a través de un proceso estudiado que consiste en la formulación de un problema, su análisis, la búsqueda de sus posibles soluciones, la decisión de la solución más favorable, y la especificación de la solución.

Los proyectos consisten en conjuntos de tareas y subtareas que juntas constituyen un proceso, y una de las particularidades de los proyectos es que puede existir más de una manera de realizar la partición del trabajo y la interconexión de las actividades, por tanto se precisa de toma de decisiones sobre las actividades a ejecutar y la secuencia de ejecución de estas (Hed, Pág 18, 1981).

Corzo, dice que un proyecto es una actividad ciclica porque implica la repetición de algunas tareas con el fin de llevar a cabo su mejoramiento tendiendo a la obtención de resultados óptimos.

1.3 Características de los Proyectos

Como se ha mencionado anteriormente, las características que definen a un proyecto son su alcance y objetivo, el tiempo que se tardará en desarrollar ese objetivo, y el costo que tendrá desarrollar el objetivo en determinado tiempo. A primera vista podría parecer que esa es la prioridad de los proyectos: 1) alcance, 2) tiempo y 3) costo, no obstante la experiencia y el sentido común nos dicen que esto no es así, ya que deberán entrar estas tres condicionantes en un equilibrio único que da lugar a la terminación exitosa de un proyecto.

Vamos a explicar un poco más a fondo estas características y restricciones o condicionantes del proyecto:

1. Alcance u Objetivo: como ya lo mencionamos, cada proyecto es único porque tiene un objetivo o finalidad particular, decimos que un proyecto es único o que genera resultados únicos ya que el producto que se crea no había existido antes como tal aún si había similares a él (Meredith y Mantel, Pág. 9, 1995), por ejemplo en el caso de la construcción tenemos que un edificio será diferente de otro, una conducción de agua de la otra, un puente peatonal diferirá del otro, aún cuando a simple vista pudieran parecer lo mismo y de que su funcionamiento sea igual o haya sido concebido mediante la aplicación de los mismos principios. También un proyecto es único ya que los criterios, cálculos y especificaciones utilizados en éste no se utilizarán nuevamente en forma original en otro. El

alcance u objetivo de un proyecto debe quedar definido desde su comienzo, a fin de que el equipo de trabajo sepa de qué modo deberá proceder de acuerdo a tal.

2. Tiempo: el desarrollo de un proyecto requerirá de tiempo para poder concretarse de acuerdo a lo planeado, de modo que alguna de las partes o personas involucradas en un proyecto deberá desarrollar un programa (coordinación del tiempo y las actividades) razonable que permita llevar a cabo las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos.
3. Costo/Presupuesto: todo proyecto tiene recursos financieros limitados y de acuerdo a un presupuesto del costo estimado del proyecto se podrán presentar soluciones que tendrán que ajustarse al monto del presupuesto, y conforme el proyecto avance el presupuesto tendrá que ir ajustándose y controlándose.

Un proyecto es temporal y por tanto habrá de tener un fin o un plazo, se termina cuando se han terminado satisfactoriamente las actividades, o puede finalizar prematuramente cuando se toma la decisión de dar fin a este esfuerzo por circunstancias tales como: resultados decepcionantes, falta de fondos, no disponibilidad del personal humano requerido, etcétera.

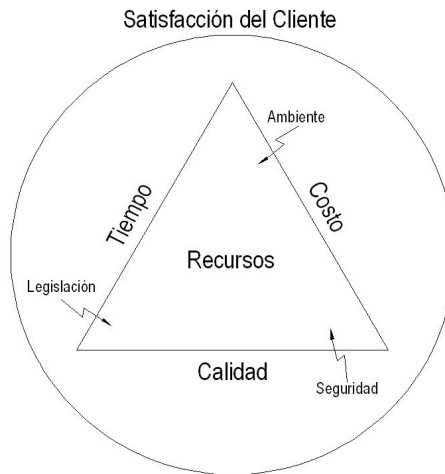


Figura 1.1 Parámetros y restricciones de un proyecto (Basado en la figura de Harold Kerzner, 1989)

Anteriormente se decía que un proyecto era exitoso cuando se completaba superando las restricciones de costo y tiempo y cuando se alcanzaba la calidad o desempeño requerido, no obstante ahora en adición es necesario se cumplan las siguientes condicionantes:

- La satisfacción del cliente o usuario, ya que esto redundará en el reconocimiento de quien lleva a cabo el proyecto
- La reducción al mínimo de cambios al proyecto, es decir, los cambios de proyecto siempre se presentan, no obstante es necesario no desviarse del objetivo principal y asegurarse de que el cliente los apruebe. (Kerzner, Pág. 6, 2003).
- Que el proyecto no termine de manera prematura
- Se obtienen los efectos deseados de acuerdo a las entradas de recursos previstos (Hed, Pág. 19, 1981).

En proyectos de construcción se debe tomar en cuenta la integración del proyecto con:

- El ambiente
- La legislación actuante
- La seguridad ocupacional en las operaciones

Otra de las características de los proyectos es que sin importar mucho sus particularidades, todos tienden a tener etapas similares de desarrollo desde su origen hasta su terminación, a esto se le llama "Ciclo de vida" del proyecto y, de forma general las etapas que comprenden el ciclo de vida son: Iniciación, Planeación, Ejecución y Cierre, también pueden ser conocidas como: Surgimiento, Acumulación, Producción y Eliminación en el caso de proyectos de Manufactura, Arranque, Definición, Ejecución y Terminación en proyectos de Ingeniería pura, o como Conceptualización, Planeación, Diseño e implementación, y Conversión para programación de sistemas informáticos, mientras que para el caso de los proyectos de Construcción son: Conceptualización/Factibilidad, Definición de Proyecto/Ingeniería y Diseño, Construcción y Operación, hablaremos de ellas más adelante.

El ciclo de vida del proyecto cuando se concibe como una serie de estudios permite ubicar las acciones necesarias a llevar a cabo para cumplir determinado objetivo y a la vez permite definir técnicamente lo que se debe hacer, qué se necesita entregar, y quiénes están involucrados en cada una de las fases.

El ciclo de vida de la administración de proyectos se comprende de las cuatro etapas que mencionamos previamente:

- *Iniciación*: en la etapa inicial de un proyecto lo que se hace es la delimitación de objetivos, y la determinación de actividades a realizar para poder alcanzar tales metas, se efectúan los

estudios de factibilidad y se designa al equipo de proyecto en función de las habilidades y la experiencia del personal.

- **Planeación:** para la segunda etapa se identifican y detallan las tareas a realizar de principio al final del proyecto, se hace un análisis de riesgos y se definen los criterios que harán el proyecto exitoso, tales tareas implican la creación de una serie de planes: de proyecto, de recursos, financiero, de calidad, de riesgo, de aceptación, de comunicaciones, de adquisiciones así como también la contratación de proveedores o prestadores de servicios (si aplica).
- **Ejecución y Control:** en esta etapa es donde se materializa el proyecto, lo cual obliga a asegurar en esta etapa que las actividades del proyecto se ejecuten de la manera adecuada, lo cual se logra mediante el monitoreo y control de tiempo, costo, calidad, modificaciones, riesgos, problemas, adquisiciones, y comunicaciones, entre otros.
- **Cierre:** en la etapa final del proyecto se debe asegurar que el proyecto pueda completarse adecuadamente y para ello se realizan reportes integrales de la aceptación del producto terminado por el cliente, un análisis con el equipo de proyecto de los resultados obtenidos y se enlistan las lecciones aprendidas, entre otras.

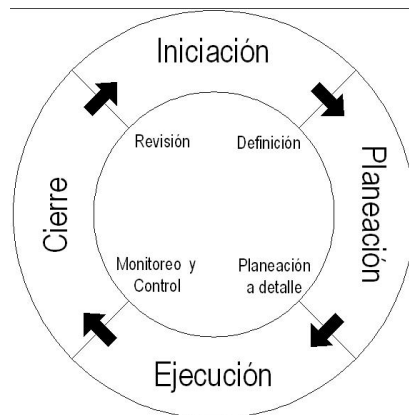


Figura 1.2 Ciclo de Vida de los Proyectos (Traducido de <http://www.method123.com/project-lifecycle.php>)

La transición entre una etapa y otra del ciclo de vida se marca por una entrega, ya sea un estudio de factibilidad, un proyecto ejecutivo, o el proyecto materialmente ejecutado, no obstante no existe ninguna regla escrita acerca de esto, ni se restringe que comience la etapa siguiente cuando aún no se ha concretado la previa sino que es no solo posible sino una práctica común encontrar traslapes entre etapas con el fin de comprimir los tiempos de ejecución.

Previo a la definición del ciclo de vida de un proyecto dado, se presentan así mismo situaciones comunes como que al inicio se tienen probabilidades bajas de que el proyecto sea exitoso y conforme éste avanza la incertidumbre disminuye, también ocurre que los esfuerzos iniciales son bajos y conforme se va avanzando se incrementan para disminuir nuevamente una vez que está cercana su conclusión. Los esfuerzos en un proyecto pueden ser medidos en consideración de los fondos económicos o el tiempo invertido. Este fenómeno lo podemos apreciar en la figura 1.3 , mientras que la figura 1.4 (Bennett, Pág. 174, 1983) es una curva de progreso acumulado en la que se observa que al comienzo se tiene un avance lento y conforme transcurre el tiempo se va incrementando el progreso del proyecto para nuevamente disminuir lentamente al acercarse el final.

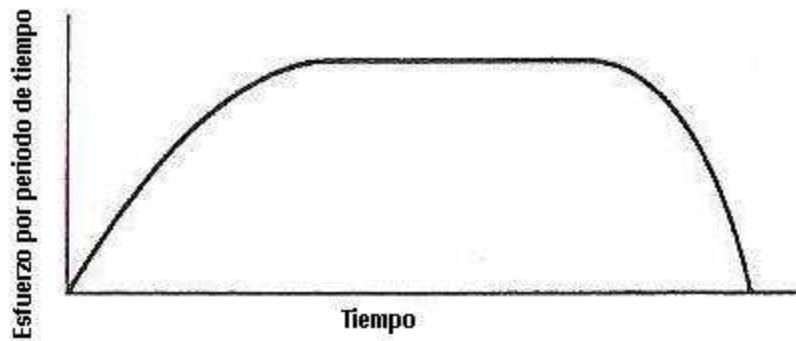


Figura 1.3 Comportamiento del esfuerzo con relación al tiempo del proyecto. (Bennet, 1983)

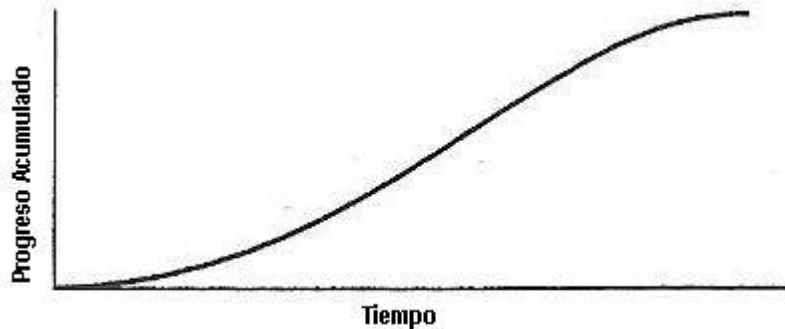


Figura 1.4 Comportamiento del progreso con relación al tiempo del proyecto. (Bennet, 1983)

Una característica recurrente en los proyectos y asociada al ciclo de vida del proyecto es que los promotores o grupos interesados en el proyecto intervienen mucho más en el inicio de éste y de menor manera al final ya que conforme el proyecto avanza el costo de modificaciones habrá de redundar en costos.

1.4 Gerencia de Proyectos

Ya definidos los términos Gerencia y Proyecto, podemos decir que una **gerencia de proyectos** es una organización que se encarga de la asignación de recursos (humanos, materiales, financieros, etc) para generar un bien o servicio de naturaleza única, y lo que diferencia al gerenciamiento de proyectos del gerenciamiento tradicional es la característica de temporalidad ya que teóricamente el gerenciamiento habrá de concluir una vez que el proyecto haya sido completado mientras que el gerenciamiento tradicional comprende una aplicación más amplia y con continuidad de operaciones.

De acuerdo al *Project Management Institute* (Instituto del Gerenciamiento de Proyectos), el gerenciamiento de proyectos se define como el arte de dirigir y coordinar recursos humanos y materiales a través de la vida del proyecto mediante la utilización de técnicas modernas de (administración) para alcanzar objetivos predeterminados en cuanto tiempo, costo, calidad, y satisfacción de participación.

1.5 Modelos administrativos en el desarrollo de proyectos y el modelo de Gerencia de Construcción

Para poder definir más adecuadamente el concepto de Gerencia de Proyectos de Construcción, brevemente expondré las distintas formas de organización para la construcción de bienes inmuebles y en su caso, obras de infraestructura:

1.5.1 Tradicional

El modo tradicional de construcción involucra a tres partes: 1) el propietario o inversionista, 2) el diseñador y 3) el constructor, de modo que un propietario contrata a un diseñador para que efectúe un proyecto y lo lleve a planos, especificaciones y recomendaciones, cuando se presenta este caso el papel del constructor puede ser cubierto por varios contratistas que realizarán trabajos de diferentes especialidades, o bien el propietario puede disponer de un “Contratista General” que se encargará de materializar el proyecto completamente con sus medios o con el apoyo de subcontratistas.

1.5.2 Propietario-Constructor

El propietario constructor es aquel organismo público o privado que por sus propios medios y con propio personal ejecuta sus proyectos desde la concepción de diseño hasta la construcción, algunos organismos no obstante recurren a consultores para el desarrollo de diseño e ingeniería de detalle, así como para la supervisión de la obra.

1.5.3 Llave en mano

Los proyectos llave en mano, se dividen en Diseño-Construcción y Diseño-Administración, el primer tipo consiste en los proyectos en los que el propietario encarga el diseño y la construcción a un mismo contratista que efectúa el diseño y posteriormente actúa como un Contratista General, mientras que para llave en mano del tipo diseño-administración, el propietario contrata a una empresa para que efectúe el diseño y posteriormente se encargue de contratar y coordinar a distintas empresas para la ejecución del proyecto.

1.5.4 Gerencia de Proyectos de Construcción

La gerencia de Proyectos de Construcción (GPC) es un conjunto de servicios profesionales encaminados a desarrollar un proyecto de máximo valor y calidad al mínimo costo mediante la coordinación de los trabajos definidos durante la planeación, diseño y construcción de un proyecto desde su concepción hasta su puesta en operación. Estos servicios profesionales comprenden una convergencia de servicios técnicos y administrativos como son la coordinación de recursos humanos y materiales, y la utilización de técnicas apropiadas que contribuyan al desarrollo y ejecución de un proyecto de construcción dentro de tres parámetros fundamentales: tiempo, costo y calidad, previamente identificados.

Una firma de Gerencia de Proyectos debe estar conformada por un equipo de profesionales en distintas especialidades que han de realizar tareas que permitan llevar a cabo la planeación, el diseño y la construcción de proyectos de edificación e infraestructura de una manera integral.

Al intervenir una gerencia de construcción, el modo de proceder hace que sean cuatro las partes involucradas: 1) el propietario, 2) la gerencia de construcción, 3) el diseñador y 4) el constructor, todos ellos dentro de una relación supuesta libre de adversarios.

El propietario contrata a una gerencia de construcción para coordinar las actividades involucradas entre propietario-diseñador, propietario-constructor, diseñador-constructor, tomando siempre el rol de defender los intereses del propietario.

La gerencia de proyectos de construcción como un representante del propietario, brinda ayuda y recomienda al cliente mediante un contrato basado en una cuota y sin que la GPC se involucre en las utilidades o pérdidas que puedan resultar al propietario como producto del proceso de construcción.

Existe una confrontación entre el concepto de gerenciamiento de proyectos como disciplina profesional -que es el que hemos definido anteriormente- y el posible gerenciamiento de construcción como el conjunto de actividades de planeación, organización, dirección y control, que son actividades que puede realizar también un contratista general, una constructora o algún proyectista. No obstante esto desvirtúa el concepto del gerenciamiento de proyectos ya que un contratista al estar involucrado en la ejecución de los trabajos estará defendiendo sus propios intereses en vez de defender los intereses del propietario.

El objetivo primordial de una gerencia de construcción es completar un proyecto de manera que se cumplan las entregas y los alcances con respecto a la programación y al presupuesto, y con niveles aceptables de riesgo, calidad y seguridad (Federal Transit Administration, Pág. 1-3, 2007).

Una gerencia de proyectos de construcción trabaja con el propietario en la organización del diseño del comienzo hasta el fin de la construcción, proporcionando liderazgo en el equipo de proyecto, manteniendo al equipo informado y haciendo recomendaciones en cuanto al diseño, tecnología, programación y costos de la construcción.

La gerencia de proyectos de construcción se encarga también de proponer alternativas al diseño y sus efectos en el tiempo de ejecución y su costo de construcción.

Cuando se han establecido tiempo, costo y requisitos de calidad, la gerencia de proyectos de construcción debe monitorear el desarrollo del proyecto a fin de que los objetivos se alcancen.

Es importante mencionar que cuando se hace uso del gerenciamiento de proyectos se debe fomentar entre el diseñador, constructor y la gerencia misma una relación en la que no existan adversarios, por lo que es necesario que cada una de las partes conozca y sea conciente de cuales son sus responsabilidades de modo que trabajen en conjunto sirviendo a los intereses del cliente, manteniendo siempre el balance ya mencionado de tiempo, costo y calidad, permitiendo alcanzar objetivos de máximo valor en el menor horizonte de tiempo.

A la Gerencia de Proyectos de Construcción, se le puede contratar de dos maneras: Gerencia de construcción “Pura” o Gerencia de Construcción “A riesgo”. En los contratos de GC “Pura”, a la GC en remuneración por los servicios brindados al propietario le será pagada una tarifa o cuota además de los gastos reembolsables previamente establecidos. La cuota de una GC en proyectos grandes suele estar en el rango del 1.5 al 2% del monto de los trabajos totales. En cambio en los contratos de GC “A riesgo” además de la tarifa que cubra los salarios del staff del proyecto, gastos de oficina de obra, gastos de oficina general correspondientes y otros administrativos, garantizará el monto final del costo del proyecto (como en los contratos de Precio máximo garantizado).

1.5.4.1 Ciclo de Vida de los Proyectos de Construcción

El ciclo de vida de los proyectos de construcción se encuentra comprendido por las siguientes etapas:

- *Conceptualización/Factibilidad:* implica el establecimiento de metas y la búsqueda de métodos para poder cumplirlas, para establecer las metas el cliente debe definir adecuadamente sus requisitos, y aunque reciba apoyo de la Gerencia de construcción, es responsabilidad suya definir los alcances generales del proyecto. En esta etapa se realizan los estudios de factibilidad del proyecto y se recopila información, así como también se realiza el diseño básico y se determina de manera previa el costo del proyecto y su tiempo de ejecución (con una variación del 20% para estos parámetros).
- *Definición de proyecto / Ingeniería y diseño:* asignación del personal del proyecto, determinación de procesos. Esta fase involucra al proyectista arquitectónico, estructural y de instalaciones, quienes van desarrollando e integrando sus diferentes alcances en un mismo proyecto a través de un proceso de perfeccionamiento y detallado de las especificaciones. Esta fase culmina con la preparación del paquete de planos emitidos para construcción y de acuerdo a esto se hace la actualización del costo y tiempo (con variación del 10%).
- *Construcción:* continúa la ingeniería de detalle y especificación del proyecto conforme se comienza la construcción, se realizan los suministros y se ejecuta el proyecto físicamente mediante la colocación de materiales y equipos en sus posiciones de acuerdo al proyecto. Esta fase involucra el suministro de la mano de obra, equipos, materiales y la supervisión necesaria para completar los trabajos.

- *Operación:* se hacen pruebas finales y se realiza la capacitación para quien habrá de operar, en casos particulares se hace la integración del proyecto a un sistema existente (una presa a un sistema integral de generación de energía, o un tramo de autopista a la red general de caminos, etcétera).

Una gerencia puede comenzar a intervenir en distintas fases de un proyecto, dependiendo del alcance que se pretenda tenga ésta:

- *Preconstrucción.- Fase de Diseño:* en este caso se le llama como tal Gerencia de Proyectos, y el propietario contacta a la GPC con una idea de lo que se desea construir, la GPC trabaja con los diseñadores a fin de aportar experiencia en cuanto a la constructibilidad del diseño, en cuanto al apego del diseño a los requerimientos, necesidades y presupuesto del cliente. Los requisitos técnicos son determinados en relación con el costo, efectividad, mantenimiento requerido y apariencia, con el objetivo de minimizar el costo de construcción, operación y mantenimiento durante la vida útil de la construcción. Conforme el diseño avanza, los materiales y métodos constructivos pueden ser sometidos a procesos de mejoramiento conocidos como Ingeniería de Valor (se explicará a fondo más adelante), que permiten optimizar los recursos y procesos. El control de tiempos se vuelve un requisito indispensable y se debe verificar la disposición de materiales y equipo así como su tiempo de entrega y se eligen los métodos constructivos que permitan un flujo de trabajo adecuado. Dentro de esta etapa se prepara un programa preliminar conforme el diseño progresa.
- *Construcción:* el proyecto (diseño) ejecutivo ha sido completado (al menos en lo correspondiente a un paquete) y su construcción ha sido asignada a uno o varios contratistas, de modo que el propietario contrata a la gerencia –en este caso llamada Gerencia de Construcción- para que supervise la ejecución del proyecto de acuerdo a los parámetros de calidad, tiempo y presupuesto, además de la resolución de conflictos con los contratistas.

1.5.4.2 Preconstrucción

Los trabajos de preconstrucción implican un conocimiento de la problemática en general a la que la Gerencia de Proyecto se habrá de enfrentar, lo cual se logra a través de una búsqueda de datos. Cuan mejor sea la búsqueda de datos, más fácil será proceder en el desarrollo de las subsecuentes etapas de un proyecto.

En muchas ocasiones la Gerencia de Proyecto debe ejecutar trabajos previos a la firma de un contrato con el propietario, lo que permite a éste evaluar el desempeño de la GC y poder definir si se desea encomendar la tarea al grupo de profesionales en cuestión.

La búsqueda de datos debe incluir:

- Conocimiento de los objetivos del propietario: es fundamental conocer y comprender las ideas sobre el proyecto, los tiempos requeridos de finalización del proyecto, los costos estimados que se pretenden erogar y de acuerdo con ello las especificaciones deseadas, los procedimientos a seguir y las responsabilidades que habrán de jugar las distintas partes que se involucren.
- Objetivos y requisitos del diseño: esto incluye que se comience a relacionar la gerencia de construcción con los diseñadores de las distintas especialidades, para conformar un equipo de diseño y posteriormente realizar la revisión de criterios de diseño, la definición de parámetros y requisitos a considerar en el diseño, la creación de un programa preliminar de diseño y el establecimiento de las bases para el desarrollo de ingeniería de valor.
- Conocimientos particulares del sitio: resulta indispensable el conocimiento de las prácticas locales del sitio del proyecto, conocimiento de las características de mano de obra, los métodos factibles y los materiales disponibles, precios locales, características sociales y económicas, contratistas existentes y sus capacidades, legislación aplicable y permisos necesarios, tareas que se han de facilitar cuando se tiene experiencia previa en la región del proyecto.

Es durante la fase de preconstrucción en que la gerencia debe demostrarle al propietario / cliente que se tiene el entendimiento de los objetivos a alcanzar, que tiene la capacidad de evaluar adecuadamente el presupuesto del proyecto, así como realizar la planeación del proyecto desde su diseño hasta post construcción. Que tiene la habilidad y que busca oportunidades significativas que permitan reducir los costos y tiempos finales y/o mejorar el valor del proyecto. También debe la gerencia del proyecto establecer en esta etapa el procedimiento de comunicaciones, roles y responsabilidades para cada una de las partes.

Posterior a la obtención de datos, ya con el conocimiento de las características generales del sitio se ha de proceder con el desarrollo de un programa preliminar que permitirá que el proyecto se desarrolle, este programa concluye con los datos que se obtuvieron anteriormente y permite desarrollar un plan de trabajo que debe incluir y considerar el enfoque global del proyecto, los

servicios que ha de proporcionar la oficina madre, los servicios de gerencia en campo, la propuesta de paquetes de trabajo y de posibles contratistas para ejecutarlos, un calendario de diseño preliminar y un programa de adquisición de paquetes (de licitación), programa de ingeniería de valor, programa preliminar de construcción, diagrama de precedencia preliminar (Método de la ruta crítica) y un programa con diagrama de barras.

Se emite un estimado preliminar del costo del proyecto para control preliminar y precalificación de licitantes. Es también el momento oportuno de enviar al propietario el costo detallado del servicio de gerenciamiento del proyecto en el caso de que no se haya presentado como una parte de la propuesta de servicios y junto con este costo se presenta la planilla que se ha de disponer en tiempo presente y a futuro para el proyecto.

Una vez revisado el plan preliminar del proyecto se puede proceder con la elaboración del plan definitivo del proyecto que es una versión perfeccionada del plan preliminar y cuando ha sido completado se publica y comparte con el cliente y el diseñador a fin de dar seguimiento y permitir el control del proyecto y monitorear su progreso. El plan definitivo incluye el desglose del calendario de diseño y la contemplación de paquetes de contratación con los alcances definidos de cada uno de ellos, se establece el sistema de control del proyecto (modo de trabajo), se comienza el programa de ingeniería de valor y se publica el manual de procedimientos del proyecto en donde se asientan las responsabilidades formales para cada una de las partes.

La sub-fase de licitación y adjudicación de los trabajos, se realiza durante la preconstrucción, e implica la precalificación de contratistas para cada paquete a licitar de acuerdo a los criterios requeridos, la invitación a licitantes, la preparación de paquetes de concurso (análogo a las bases), la emisión de RFQ (*Request for Quotation* o "Solicitud de Cotización"), la preparación de un costo estimado para cada paquete que se concursa a fin de tener parámetros de comparación, y posteriormente la recepción, revisión y análisis de las ofertas recibidas que permite a la Gerencia hacer una recomendación del mejor ofertante y finalmente, de acuerdo a la decisión del propietario, emitir un *Notice to Proceed* o "Aviso para proceder" que es el documento previo a la firma del contrato entre el propietario y el contratista, con el que éste último comienza a preparar su ingreso al sitio de la obra.

1.5.4.3 Construcción

La fase de construcción comienza con la implementación del plan que se ha desarrollado previamente, y para lograr esto se procede con la licitación de los trabajos, la cual debe comenzar inmediatamente se comience el diseño detallado y se desarrolle y concluya de manera análoga al diseño a detalle.

La fase de construcción en campo comienza antes de la adjudicación de contratos ya que incluye tareas previas como el establecimiento de una oficina de obra, el contrato de laboratorios de pruebas requeridas, la asistencia en la obtención de permisos. Una vez comenzada la obra se realizará la administración, coordinación e inspección de los trabajos ejecutados por los contratistas, el mantenimiento del registro de actividades realizadas, control de documentación de obra, preparación y aprobación de estimaciones para el pago a contratistas, registro del progreso de la obra, preparación de reportes de la obra con respecto al tiempo y costo (flujo de caja).

Así mismo se realizará actualización y mantenimiento del programa de acuerdo al método de la ruta crítica, el monitoreo y control de actividades ejecutadas realmente contra actividades originalmente programadas, reporte de costos y su comparativa con costos de obra terminada contra costos estimados, resúmenes de resultados en ingeniería de valor, reportes de progreso periódico o en su defecto atrasos, búsqueda de solución y recomendación de soluciones a problemas en el desarrollo de la obra ya sean previos o actuales. Finalmente la preparación de documentación para el cierre de cada contrato y documentos de recepción.

1.6 Gerente de Proyecto

En un proyecto administrado por una gerencia de construcción existe un individuo sobre el cual recae la mayor responsabilidad: el gerente de proyecto se encarga de organizar, planear, programar y controlar los trabajos dentro de la obra de modo que el proyecto se pueda completar dentro de los alcances generales esperados. (Clough, Sears, pág. 12, 1991)

El *Project Manager* o Gerente de proyecto coordina e integra las actividades y soluciona los problemas que se presentan mediante las relaciones directas con las partes involucradas como son el cliente, los proyectistas, los contratistas y en casos especiales con representantes de la autoridad. La integración de actividades que lleva a cabo un gerente de proyecto es dentro de las siguientes líneas funcionales: 1) en el desarrollo de un plan de trabajo, 2) en la ejecución del plan de trabajo y 3) para ajustar los cambios que se requiera hacer al plan de trabajo (Kerzner, pág. 9, 2003).

Un Gerente de proyectos debe contar con un equipo de trabajo que le asiste y apoye las actividades que se deban emprender y aunque él es responsable del proyecto, la dirección de las operaciones de campo debe deslindarla sobre un superintendente que trabaje con la mano de obra coordinando a los contratistas, dirigiendo las operaciones de construcción y manteniendo un ritmo de trabajo adecuado al programa que se haya contemplado. De tal modo es necesario que exista un lazo fuerte de compañerismo entre el gerente de proyecto y el superintendente, quedando claro que la autoridad y responsabilidad quedará siempre en el gerente del proyecto.

El perfil adecuado para un gerente de proyecto incluye tres atributos principales (Clough, Sears, Pág. 12-13, 1991):

1. Experiencia considerable en el ámbito práctico de la construcción, esto a fin de que se encuentre familiarizado con los requisitos de los trabajos y del proyecto, con los procedimientos constructivos y que además pueda resolver los problemas constructivos que se lleguen a presentar.
2. Conocimientos y experiencia en cuanto a técnicas especializadas de administración como son: planear, programar y controlar las operaciones de construcción, y de acuerdo a los tiempos en que vivimos debemos agregar que debe contar con soporte y conocimientos informáticos adecuados que le permitan realizar estas tareas con toda eficacia.
3. Una personalidad y una visión que le permitan trabajar de manera armónica con otras personas, a pesar de las circunstancias difíciles y de las presiones operantes. El gerente de proyecto debe trabajar con la gente para poder alcanzar objetivos comunes, objetivos propios y objetivos de la gente, lo cual requiere del reconocimiento y entendimiento del comportamiento humano, ya que sin esto se encontrará severamente limitado, por tanto debe tener habilidades de comunicación y en relaciones interpersonales, a la vez que es familiar con la operaciones de cada una de las partes con quienes deba tratar.

Además lo ideal es que un gerente de proyectos tenga experiencia previa en la administración de proyectos y que su carrera se haya formado dentro del ámbito del gerenciamiento. Un adecuado gerente de proyecto tiene habilidades en la prevención y solución de conflictos.

Sven Hed en su seminario "*Do's & Don'ts in Project Management*" (Qué hacer y qué no hacer en el Gerenciamiento de Proyectos) afirma que el Gerente de Proyecto debe mantener relaciones humanas satisfactorias, lo cual implica que muestre empatía con los demás, que le gusta

trabajar junto con la gente, que es un líder y sabe organizar, además que crea y mantiene un ambiente de trabajo en el que todos los miembros del equipo se encuentren motivados a realizar su trabajo de la manera adecuada, y con el compromiso común de completar el proyecto de una forma exitosa.

1.7 Origen de la Gerencia de Construcción

En épocas antiguas y durante el desarrollo de la humanidad las grandes civilizaciones de cada momento ejecutaron importantes proyectos como la construcción de las pirámides ya sean en Egipto o en Mesoamérica, Machu Picchu, el coliseo en Roma, el establecimiento de México-Tenochtitlán, el descubrimiento y conquista de América, el desarrollo y difusión de los ferrocarriles, el desarrollo de la bomba atómica y muchos otros que no hubieran sido posibles de realizar sin técnicas de administración, de modo que esto nos dice que el gerenciamiento de proyectos en una forma primitiva data de épocas remotas y que con los años fue evolucionando, la prueba misma de ello es la historia y las consecuencias que tales proyectos tuvieron en sus sociedades.

Durante la primera guerra mundial, Henry Gantt desarrolló el diagrama que lleva su nombre y que es una herramienta muy útil en la administración de proyectos ya que permite establecer la sucesión de actividades a realizar y la duración de éstas. Actualmente el diagrama de Gantt sigue siendo utilizado para la programación de actividades de un proyecto.

Ya en la década de 1950 surgen otras herramientas conocidas en la administración de proyectos como lo es la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (Program Evaluation Review Technique, PERT) que considera el tiempo probable de ejecución de un proyecto mediante la contemplación de tres posibilidades: optimista, pesimista y más probable y como consecuencias de la guerra fría y las tensiones existentes entre los países, la marina de los Estados Unidos desarrolló mediante el uso de PERT el proyecto Polaris que consistía en submarinos capaces de transportar misiles nucleares.

Otro caso que obligó el surgimiento de más herramientas para la gestión de proyectos fue el de Du Pont, que requería la construcción de plantas químicas en los Estados Unidos, no obstante además de controlar el tiempo de ejecución se requería tener un costo estimado, lo cual fue posible mediante el uso de Programación y Planeación de Proyectos (Project Planning and Scheduling, PPS) que resultó ser más realista que PERT, y su uso derivó en el Método de la Ruta Crítica, muy

popular en la industria de la construcción ya que permite establecer la secuencia de actividades a realizar en un proyecto junto con sus antecesoras y predecesoras.

En la década de 1960 mediante el uso de PERT y el método de la ruta crítica fue posible desarrollar el programa espacial y mediante el proyecto Apolo llevar al hombre a la luna en menos de 9 años, convirtiéndose quizás en el más grande de los proyectos jamás efectuados y difícil de igualar.

Durante los años 1970 se desarrollaron muchos programas informáticos y herramientas para la administración de proyectos, no obstante su elevado costo y su complejidad no permitieron una rápida implementación, y no fue sino en la década de 1980 y 1990 que se popularizó el uso de las microcomputadoras y se abarató el software facilitando la masificación de este tipo de herramientas y permitiendo el desarrollo exitoso de proyectos complicados como el Eurotúnel entre Francia e Inglaterra, o el proyecto espacial Challenger, sin mencionar otros aparentemente más sencillos –que sin embargo debieron ser todo un desafío- como la Olimpiada de invierno de Calgary en 1988.

El origen del concepto de Gerencia de Construcción data de 1921 (Levy pág. 17, 1994), año en que la Ley Wicks fue promulgada en el estado de Nueva York, obligando la existencia de cuatro contratos de obra pública para trabajos dentro del estado cuando el monto de obra excediera de los \$50,000 (USD). Los cuatro contratos que obligaba la ley Wicks eran: 1) Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC), 2) Instalación Eléctrica, 3) Plomería y 4) Construcción General, no obstante ninguno de los contratos principales tenía una responsabilidad sobre el proyecto en general, de modo que se agregó un quinto contrato más para la supervisión de los trabajos: el de Gerencia de Construcción.

En la década de 1960 el papel de la Gerencia de Construcción creció más allá de lo que enunciaba la Ley Wicks, y se convirtió en un proceso mediante el que un propietario adquiría servicios profesionales de un experto en construcción que funge como un representante en administración de la construcción (Levy, pág. 17, 1994), durante la década de 1970 se presenta la primera definición de *Construction Management* en una convención de la ASCE (*American Society of Civil Engineers*) y conforme a los postulados anteriores la GC se convirtió en lo que conocemos como tal hoy en día, claro que con sus innovaciones y modificaciones que permiten que la administración de proyectos de construcción sea una disciplina recurrente y en crecimiento en las últimas décadas.

Capítulo 2

Preconstrucción

Dentro del ciclo de vida de un proyecto hay etapas en que el proyecto no se materializa físicamente: a) Conceptualización/Factibilidad, b) Definición de Proyecto / Ingeniería y Diseño, no obstante estas etapas son de suma importancia para un proyecto ya que en ellas se realizan actividades que permitirán realizarlo tangiblemente en un futuro.

En el comienzo de un proyecto se encuentra la etapa de Conceptualización / Factibilidad, y como su nombre lo indica se pretende obtener el concepto del proyecto, los datos que permitan definir si es factible de llevarse a cabo y los requerimientos que se necesitarán para hacerlo. Para poder alcanzar este fin se realizan una serie de tareas que quedan cubiertas dentro de un estudio de factibilidad o viabilidad.

2.1 Concepción del proyecto

2.1.1 Evaluación de Factibilidad

Dado que un proyecto es un esfuerzo extraordinario con la finalidad de obtener beneficios, y considerando que todo proyecto implica comprometer recursos de inversión, es preciso tener cierto grado de certeza sobre los rendimientos o beneficios que se podrían obtener en caso de emprender cierto proyecto u otro. Lo anterior se logra mediante la evaluación de los proyectos, que es fase integral del ciclo de vida de un proyecto.

La evaluación de un proyecto de construcción se realiza dentro de un proceso denominado estudio de factibilidad, el cual define si un proyecto es susceptible de ser realizado. El estudio de factibilidad (también llamado de viabilidad) consta de siete etapas que identifica Miguel Ángel Corzo (pág. 75, 1976), las cuales permitirán dar paso al proyecto preliminar o en su defecto ser desechada la idea para ser replanteada y sujeta al mismo proceso:

1. Detección de las necesidades
2. Definición del problema
3. Búsqueda de la información
4. Generación de las soluciones posibles
5. Valuación física
6. Valuación económica

7. Valuación financiera

2.1.1.1 *Detección de las Necesidades*

El comienzo del estudio de viabilidad se da con la identificación de las necesidades y con él comienza formalmente un proyecto. La detección de las necesidades consiste en la observación y análisis del ambiente socio-económico existente, así como de distintos indicadores que nos han de manifestar que se tiene o no la necesidad de realizar una inversión. Al identificar una necesidad humana se evidenciará la necesidad de un bien o un servicio y será deber de profesionales y técnicos encontrar mediante la aplicación de conocimiento técnico, científico y económico una solución que satisfaga dicha necesidad, por lo tanto habrá que realizarse una inversión.

Las inversiones se realizan no sólo por el afán de obtener un beneficio económico o por el puro deseo de producir determinado bien o servicio, es por tanto que toda inversión si se precia de ser inteligente deberá ser justificada.

En el desarrollo de proyectos de construcción la necesidad la habrá de establecer un organismo ya sea gubernamental: tras analizar los conflictos en una comunidad y que podrían redundar en la construcción de una carretera, el entubamiento de un río, o el refuerzo de una escuela, según la problemática que se identifique, o bien podría ser mediante una organización privada que ha identificado una necesidad de oficinas en determinada zona de la ciudad y ha encontrado ahí una oportunidad de mercado en el desarrollo de edificios corporativos.

2.1.1.2 *Definición del Problema*

Ya sea que se identifique la necesidad de la construcción de una obra pública o privada, lo que ha de proseguir será la definición de las características que habrá de poseer, lo cual nos lleva al siguiente paso; definición del problema: un planteamiento que habrá de identificar, definir, y delimitar concienzudamente cada una de las condicionantes particulares del problema: su objetivo, emplazamiento, características, límite de precio, etcétera.

Ejemplificando:

- Un puente vehicular, sobre la carretera Transpeninsular (Tipo B) en el estado de Baja California, para un TDAP (Tránsito Diario Promedio Anual) de 2750 vehículos tipo DE 1525 (5 ejes o más) que tenga un costo inferior a \$2,850,000.00.
- Un edificio de oficinas, en la avenida Puerta de Hierro en Guadalajara, Jalisco, clase AAA

(lujo), capaz de alojar en un terreno construible de 1750 m² a 3,500 empleados, y con un costo máximo de \$750.00 USD/m².

Los factores antes mencionados son producto del análisis detallado y reflexionado de las necesidades de cada uno de los inversores, ya sean públicos o privados. Reza un dicho común en la ingeniería que dice: “La definición es el 90% del problema”, de modo que teniendo esto en cuenta se asegura que tal definición tenga el análisis suficiente y de este modo se asegura un buen inicio de proyecto.

El conocimiento de la problemática en el ámbito de la administración de proyectos implica que puestos a llevar a cabo un proyecto además de tener claramente definido el problema será necesario conocer bien al cliente; su motivación, sus requisitos operativos, sus objetivos para desarrollar el proyecto, sus procedimientos y por último pero no menos importante: sus recursos técnicos, humanos y económicos.

2.1.1.3 Búsqueda de la Información

Conociendo la problemática del proyecto se ha de continuar con la búsqueda de información, lo cual tampoco es tarea fácil ya que es necesario identificar la información que se requiere, el fin o utilidad que proporcionará dicha información, en dónde se puede encontrar tal información y hasta qué grado será útil contar con tal o cual información. La información que se ha de buscar será llamada “Datos del proyecto”, la cual se encuentra relacionada con los objetivos que se pretenden alcanzar, con las características sociales, geográficas, geológicas y de otro tipo, propias del sitio en donde se llevará a cabo el proyecto, así como también de los medios y modos en que se realizará su construcción.

Los datos que una gerencia de construcción debe recopilar sobre el medio en que se ha de realizar un proyecto son:

- Condiciones existentes: vegetación, terreno, instalaciones existentes de drenaje, electricidad, voz y datos, estructuras existentes, suministro de agua, rutas de acceso, construcciones colindantes y el estado de éstas.
- Reglamentación para construcción: permisos requeridos, uso de suelo, entidades involucradas, restricciones, tarifas de servicios (renta de banqueta, rompimiento de guarnición, permiso de construcción, etcétera).
- Sindicatos: tarifas, acuerdos de empleo, acuerdos de transporte y maquinaria, etcétera.

- Contratistas: contratistas recomendados con los cuales se puede negociar y considerar para los trabajos
- Maquinaria: disponibilidad, precios y restricciones para el uso de maquinaria
- Clima: temperatura máxima, mínima y promedio, precipitación, neblina, nevada, horas de sol al día, todo esto por meses para poder planear los trabajos.
- Otros proyectos en la zona / región: para poder observar la productividad en ellos, los métodos utilizados, materiales y contratistas empleados.

En pocas palabras, al visitar un terreno sobre el cual se hará un proyecto, es necesario observar cuáles son las limitaciones existentes y cuáles son las ventajas u oportunidades que se pueden aprovechar de acuerdo a los recursos que se encuentran existentes.

Dentro de esta búsqueda de información pueden tener lugar estudios previos como serían: levantamiento topográfico (planimetría y altimetría), levantamiento de especies arbóreas, muestreo y exploración del suelo (mecánica de suelos), estudios geofísicos, espectro de sitio, aforos (tránsito, gasto hidráulico) toma de muestras, etcétera, según aplique al tipo de proyecto del que se esté tratando.

2.1.1.4 Generación de las posibles Soluciones

Continuando con el análisis de factibilidad, ya que se conoce el problema y que se ha recopilado importante información se prosigue con la búsqueda de soluciones posibles, la cual es un proceso que implica el análisis de la problemática, las restricciones existentes y las oportunidades que se presentan.

Algunas de las características que deben considerarse en la búsqueda de soluciones son las siguientes:

1. Contemplar todas las soluciones posibles y no se establecer demasiadas limitantes “a priori” ya que esto obligaría a desechar ideas en automático, entonces será preciso que se tenga un poco de paciencia a fin de evaluar posteriormente un número suficiente (pero no exhaustivo) de soluciones posibles (Corzo pág. 77, 1972).
2. Así como no debemos desechar prematuramente soluciones, tampoco debemos tener en alta consideración a otras desde una etapa temprana, ya que de hacerlo podríamos caer en el error de poner demasiados esfuerzos en esto aún cuando no tenga una justificación suficiente.

3. Para mejorar el proceso de búsqueda de soluciones se debe maximizar el número de soluciones teniendo tres consideraciones: 1) eliminando restricciones ficticias, 2) analizando restricciones reales, y 3) ampliando sus conocimientos. (Krick, pág.169, 1972)
4. Las soluciones que se generen difícilmente se mantendrán intactas e indivisas, sino que usualmente se van fusionando puntos fuertes de una solución con los de otra, ya que son resultados parciales los que permiten obtener la solución completa. Esto implica que algunas soluciones parciales (o incluso generales) deban ser desechadas cuando resulte oportuno. Por ejemplo, volviendo al ejemplo del puente, algunas de las soluciones serían: estructura de concreto, estructura de acero (armadura), vigas de acero sobre cimentación y pilas de concreto, estructura primaria de concreto y tridilosa en estructura superior, etcétera.
5. Al generar soluciones no se recomienda especificar a detalle muchas características sino únicamente una especificación burda, ya que aunque se debe contar con idea técnica de éstas, aun serán sometidas a una evaluación, la cual dirá si se justifica que posteriormente sean especificadas con todo detalle.
6. Debe mantenerse una actitud auto-interrogante, será preciso cuestionar cada idea por pequeña que sea, evaluando si cumple con los objetivos, si las restricciones que se consideran son reales, y en general la manera en que ésta opera.
7. Al analizar problemas análogos en situaciones diferentes es posible comparar soluciones y encontrar buenas ideas que puedan ayudar a la resolución del problema.
8. La búsqueda de soluciones no puede ser trabajo de una sola persona, se puede obtener información muy valiosa procedente de vendedores, clientes, personal de servicio, ya que sus opiniones además de incrementar la visión y conocimientos del ingeniero, también pueden ser estimulantes en la búsqueda de ideas (Krick, pág. 170-174, 1972).
9. Fomentar la lluvia de ideas, la cual si se hace en grupo será mucho más provechosa, ya que al intervenir personas de diferentes ramas, las ideas que se generen serán más globales y el razonamiento se realizará en canales diferentes.

Las soluciones contempladas deben ser sometidas a valuaciones para determinar si pueden ser viables de realizarse, la primer valuación que tiene lugar es la Valuación física, la cual consiste en determinar si físicamente es posible de realizarse una solución.

2.1.1.5 Evaluación Física

La valuación física se preocupa de elementos como la estructuración, los materiales que se utilizarían, si éstos existen o si se pueden o deberían fabricar, si las dimensiones consideradas están dentro de límites aceptables (por funcionalidad y/o legislación), si es posible de realizarse con procedimientos constructivos existentes, o si será necesario desarrollar nuevos procedimientos, etcétera. Sometiendo las soluciones a estas limitantes y/o criterios es posible determinar si es posible la realización de éstas. Puede darse el caso de que haya soluciones que aparentemente no son físicamente realizables a pesar de que su concepto es interesante, de modo que podría ser oportuno darles una segunda oportunidad y ser evaluadas nuevamente de manera posterior a la realización de modificaciones pertinentes, recordemos que un proyecto es una actividad cíclica y siendo así podemos realizar las iteraciones que consideremos convenientes, siempre y cuando no se esté derrochando el tiempo en esto y no se estén menospreciando mejores soluciones.

El proceso de búsqueda de soluciones debe cerrarse mediante la elección de una solución adecuada para el problema planteado, y esa solución se deberá elegir entre las soluciones que se hayan ideado previamente, para ello, Krick (Pág. 181, 1972) identifica 4 pasos consecutivos a seguir, los cuales exponemos ahora:

- (a) Seleccionar los criterios base: al contar con una base es posible seleccionar la mejor solución, un criterio base muy común suele ser el de la ganancia sobre la inversión, aunque también podría ser el menor costo de operación, mayor capacidad sobre costo, etcétera. Los criterios base se definirán en función de la problemática presentada.
- (b) Predecir la efectividad de las soluciones: es posible predecir el comportamiento de soluciones generadas mediante el análisis, el modelado, la experiencia y el criterio de la persona o grupo de personas que llevan a cabo la toma de decisión. El pronóstico de efectividad de las soluciones se suele reducir además a un análisis monetario.
- (c) Comparar las efectividades pronosticadas: cuando se han establecido los criterios de selección y se han pronosticado efectividades de las soluciones se realiza la comparativa de éstas, de acuerdo a los criterios establecidos, esta labor se logra usualmente mediante la construcción de tablas o cuadros comparativos que permiten rápidamente evaluar las soluciones presentadas.
- (d) Seleccionar una alternativa: de acuerdo a la comparativa realizada con los criterios establecidos se elige aquella que de mejor manera satisfaga las necesidades estimadas.

Las soluciones que sean planteadas deben someterse a dos evaluaciones más (no excluyentes): económica y financiera.

2.1.1.6 Evaluación Económica

La Evaluación económica y evaluación financiera están relacionadas con los recursos monetarios relacionados con las facilidades a construir, no obstante lo que diferencia a éstas es que mientras la evaluación económica se encarga de evaluar el costo de los proyectos, la evaluación financiera se encarga de evaluar las alternativas de planes de financiamiento u obtención de recursos para el desarrollo de un proyecto.

Para realizar una evaluación económica es necesario saber que no todos los beneficios que se obtendrán serán económicos, ya que en el caso de proyectos sociales el beneficio sería salvar a una población de ciertas enfermedades al contar con un sistema de saneamiento, o en el caso de proyectos que implican mejoras de corte ambiental tales beneficios son difíciles de representar en términos económicos.

Las evaluaciones económica y financiera, comprenden de manera sistemática los siguientes pasos (Hendrickson, 6.2, 2008):

1. Contar con una serie de proyectos que se puedan considerar para su inversión.
2. Establecer un horizonte de planificación (también llamado horizonte económico)
3. Estimar el flujo de caja para cada proyecto
4. Especificar la Tasa de Retorno (o Recuperación) Mínima Aceptable
5. Establecer el criterio para aceptar o rechazar una propuesta, o seleccionar la mejor propuesta de una serie de propuestas mutuamente excluyentes
6. Realizar un análisis de incertidumbre y de sensibilidad
7. Aceptar o rechazar una propuesta con base en los criterios establecidos

Para realizar las evaluaciones económica y financiera se requiere definir un horizonte de planificación del proyecto, que es el periodo de tiempo que una organización o agencia considerará para las evaluaciones del proyecto. El horizonte de planificación en el caso de las obras de construcción está ligado directamente a la vida útil de las mismas.

Otro de los conceptos que entra en cuestión al realizar la evaluación económica y financiera de un proyecto es el flujo de caja del mismo. El flujo de caja de un proyecto es un análisis-representación numérica de los beneficios menos los costos que se perciben o erogación para un lapso

de tiempo determinado (horizonte económico). Se hablará a fondo del flujo de caja en construcción en el capítulo siguiente.

En la evaluación económica el flujo de caja se realiza con los beneficios y costos durante el periodo de desarrollo, construcción y operación del proyecto, se le conoce como flujo de caja económico. Por otro lado en la evaluación financiera el flujo de caja incluye los ingresos y egresos al adoptar un plan de financiamiento para el proyecto.

La Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA) es una cifra que refleja el costo de oportunidad, los intereses de mercado y los riesgos asociados con oportunidades de renta y préstamo, así como los riesgos asociados con oportunidades de inversión, la tasa de retorno mínima aceptable puede tomarse como la tasa de interés bancario de costo de capital, no obstante esto resulta peligroso ya que se entra en el riesgo de aceptar proyectos con muy bajos rendimientos (Coss Bu, Pág. 49. 2009). En vez de utilizar la tasa de interés bancario como TREMA, deberá preferirse un valor un poco mayor al costo del capital, ya que de este modo es posible considerar el riesgo que representa el proyecto, la disponibilidad de capital en la empresa y la tasa de inflación local (Coss Bu, Pág. 49. 2009).

Algunos (<http://www.ii.iteso.mx/proy%20inv/EvaluacionFinanciera.htm>, Febrero 2010) recomiendan que el valor de la TREMA se obtenga de la siguiente manera:

$$TREMA = \text{índice inflacionario} + \text{prima de riesgo}$$

$$TREMA = \text{costo del capital} + \text{prima de riesgo}$$

$$TREMA = (1 + f)(1 + i) - 1 = i + f + if$$

donde f es la inflación.

Una vez que se ha realizado la valuación económica de cada una de las soluciones, se procede a compararlas con el parámetro o limitante de costo inicial, de modo que las soluciones que están dentro de lo establecido pasan a ser valoradas financieramente.

La valoración financiera consiste en determinar si existen medios de financiamiento para la creación del proyecto, recordemos que los proyectos de construcción implican la erogación de grandes sumas de dinero que difícilmente alguien puede disponer por completo, de modo que se vuelve imperativo recurrir a fuentes de financiamiento como pueden ser:

- Clientes previos
- Dependencias gubernamentales
- Organismos financieros internacionales

- Bancos
- Inversionistas Privados
- Instituciones de investigación
- Bolsas de valores

La valuación financiera además de determinar si existen medios de financiamiento, se encarga de determinar si se requiere financiamiento para todo el proyecto o únicamente algún porcentaje, así como en cuánto tiempo será posible recuperar la inversión.

La evaluación económica de proyectos de inversión privada parten del principio de obtener el máximo beneficio económico dentro de un periodo de tiempo, mientras que en el caso de proyectos públicos se busca seleccionar al que tienda a tener el mayor beneficio social. El principio básico para aceptar una propuesta de inversión depende de la cantidad de dinero que una organización pueda obtener en préstamo (tanto dinero como lo requiera) a la tasa de retorno mínima aceptable.

2.1.2 Evaluación Económica de proyectos de inversión

Se realiza la evaluación económica de proyectos a través de algunos métodos matemáticos que se describen a continuación:

2.1.2.1 Valor Presente Neto

El Método del Valor Presente Neto, es uno de los criterios más utilizados en la evaluación de proyectos de inversión, y consiste en determinar el valor equivalente de los flujos de caja futuros en un tiempo cero en comparación con el egreso inicial. Este método considera que el objetivo de una inversión es obtener el beneficio máximo. Para un proyecto determinado, el Valor Presente Neto será la diferencia entre los beneficios y los costos generados durante un periodo de tiempo (Flujo de caja) a una tasa de interés específica para un horizonte económico determinado (Hendrickson, 6.8, 2008).

Considerando que si los beneficios son BVP, y consideramos que $(1 + i)^{-t}$ es un factor de descuento o de actualización del capital con el paso del tiempo que representa la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente, mejor conocido como Costo de Oportunidad. Cuando el beneficio es multiplicado por la tasa anual de descuento a través de un periodo de tiempo t se obtiene el valor presente neto, lo cual se expresa de la siguiente manera:

$$BVP = \sum_{t=0}^n B_{t,x} (1+i)^{-t}$$

y de manera simultánea, los costos se comprenden como:

$$CVP = \sum_{t=0}^n C_{t,x} (1+i)^{-t}$$

Entonces, como hemos definido que el Valor presente es la diferencia entre beneficios y costos para un horizonte económico, tenemos:

$$VPN = BVP_x - CVP_x$$

O bien:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_{t,x} - C_{t,x}) (1+i)^{-t}$$

2.1.2.2 Valor Futuro Neto

El Valor Futuro Neto mide la rentabilidad de una inversión al final de un horizonte económico, y corresponde al valor que tendrá una inversión actual en un futuro determinado a determinada tasa de interés, se obtiene mediante el producto del valor presente neto por un factor de interés compuesto, tal factor está dado por:

$$IC = (1+i)^n$$

donde de manera similar, i es el interés bancario previsto a futuro y n es el periodo de tiempo, así que resumiendo tenemos:

$$VFN_x = VPN_x (1+i)^n$$

$$VFN_x = \sum_{t=0}^n (B_{t,x} - C_{t,x}) (1+i)^{-t} (1+i)^n$$

2.1.2.3 Valor Neto Equivalente Anual Uniforme

A pesar de tener un nombre complicado, este indicador es muy sencillo, ya que indica los beneficios menos los costos a intervalos iguales de tiempo sobre un horizonte de proyecto. El Valor Uniforme Neto (VUN) se obtiene al realizar el producto del valor presente neto por un factor de recuperación del capital.

Obtenemos el Valor Uniforme Neto (también conocido como Capital Anual Equivalente) se representa como:

$$VUN_x = VPN_x \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

2.1.2.4 Índice de Rentabilidad (Análisis Costo – Beneficio)

El índice de rentabilidad está dado mediante un análisis costo - beneficio es un método que produce los mismos resultados que el valor presente neto si se aplica correctamente. El análisis costo – beneficio es la división de los beneficios entre los costos que implica determinada inversión en el mismo punto del horizonte económico del proyecto. Al realizar este análisis para proyectos diferentes se deberá elegir el que tenga el mayor índice positivo, comprendiéndose que los índices negativos indican la no-rentabilidad de la inversión o el proyecto.

$$IR = \frac{VPB_x}{VPC_x} \geq 1$$

Ejemplo:

Analice mediante el método del Valor Presente Neto, Valor Futuro Neto y Valor Uniforme Neto las alternativas de proyectos indicados como A, B, C y D, de acuerdo a los flujos de caja mostrados, considerando una tasa de retorno del 20%:

<i>Flujos de Caja de Proyectos (millones de pesos mexicanos)</i>				
<i>t</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
0	-75.3	-77	-39.9	18
1	28	0	28	10
2	28	0	28	-40
3	28	0	28	-60
4	28	0	28	30
5	28	235	-80	50

2.1 Ejemplo, flujos de caja de diferentes proyectos

Entonces analizamos cada una de las propuestas de inversión:

<i>Proyecto A</i>							
<i>t</i>	<i>Flujo de caja</i>	$(1+i)^{-n}$	<i>VPN</i>	$(1+i)^n$	<i>VFN</i>	$(1+i)^{n-1}$	<i>VUN</i>
0.00	-75.30	1.00	-75.30				
1.00	28.00	0.83	23.33				
2.00	28.00	0.69	19.44				
3.00	28.00	0.58	16.20				
4.00	28.00	0.48	13.50				
5.00	28.00	0.40	11.25				
			8.44	2.49	20.99	1.49	2.82

2.2 Análisis de propuesta de inversión mediante diferentes métodos

Proyecto B							
t	Flujo de caja	(1+i) ⁿ	VPN	(1+i) ⁿ	VFN	(1+i) ⁿ⁻¹	VUN
0.00	-77.00	1.00	-77.00				
1.00	0.00	0.83	0.00				
2.00	0.00	0.69	0.00				
3.00	0.00	0.58	0.00				
4.00	0.00	0.48	0.00				
5.00	235.00	0.40	94.44				
			17.44	2.49	43.40	1.49	5.83

2.3 Análisis de propuesta de inversión mediante diferentes métodos

Proyecto C							
t	Flujo de caja	(1+i) ⁿ	VPN	(1+i) ⁿ	VFN	(1+i) ⁿ⁻¹	VUN
0.00	-39.90	1.00	-39.90				
1.00	28.00	0.83	23.33				
2.00	28.00	0.69	19.44				
3.00	28.00	0.58	16.20				
4.00	28.00	0.48	13.50				
5.00	-80.00	0.40	-32.15				
			0.43	2.49	1.08	1.49	0.15

2.4 Análisis de propuesta de inversión mediante diferentes métodos

Proyecto D							
t	Flujo de caja	(1+i) ⁿ	VPN	(1+i) ⁿ	VFN	(1+i) ⁿ⁻¹	VUN
0.00	18.00	1.00	18.00				
1.00	10.00	0.83	8.33				
2.00	-40.00	0.69	-27.78				
3.00	-60.00	0.58	-34.72				
4.00	30.00	0.48	14.47				
5.00	50.00	0.40	20.09				
			-1.61	2.49	-3.99	1.49	-0.54

2.5 Análisis de propuesta de inversión mediante diferentes métodos

inversión más conveniente es el proyecto B, ya que es el que tiene el mayor valor presente, mayor valor futuro y mayor valor equivalente. De esta apreciación, así como del análisis de las fórmulas que arrojan estos resultados, sabemos también que es igual de válido usar como método cualquiera de los anteriores ya que son equivalentes.

2.1.2.5 Tasa de Retorno

El método de la tasa de retorno (o tasa interna de retorno) es un índice de rentabilidad cuyo postulado es la tasa de interés que reduce a cero el valor de un flujo de caja, o dicho en otras

palabras, la tasa de retorno es la tasa de interés con la que el valor presente neto de una inversión es igual a cero. Dicho de otra manera, según Thuesen y Fabrick (Pág. 146, 1981) la tasa de retorno es: *la tasa de interés producida por el saldo aún no recuperado de una inversión de manera que el saldo restante al finalizar la vida de la inversión es igual a cero.*

En términos matemáticos la tasa de retorno se entiende como:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_{t,x} - C_{t,x})(1+i)^{-t} = 0$$

Un concepto relativo a la tasa de retorno de una inversión es el concepto de Saldo No-Recuperado, que es el saldo vigente al comienzo de un nuevo periodo. Este saldo vigente se puede determinar como:

$$U_{t+1} = U_t(1+i) + F_t$$

donde: U_t es el costo inicial del activo, i es la tasa de interés, y F_t es el pago recibido al final del periodo t . Para entender lo anterior, veamos un ejemplo para el siguiente flujo de caja a una tasa de interés del 10%:

Fin del año t	Flujo de caja al final del año t	Saldo no recuperado al comienzo del año t	Intereses generados por el saldo no recuperado durante el año t	Saldo no recuperado al comienzo del año $t + 1$
t	F_{At}	U_t	$U_t(10\%)$	$U_t(1 + 0.10) + F_{At} = U_{t+1}$
0	-1000	0	0	-1000.00
1	400	-1000	-100	-700.00
2	370	-700	-70	-400.00
3	240	-400	-40	-200.00
4	220	-200	-20	0.00

2.7 Ejemplo de flujo de caja a una tasa de interés equivalente a la tasa de retorno

Para determinar la tasa de retorno de un flujo de caja es necesario realizar un proceso iterativo con diferentes tasas de interés y revisando si el valor presente obtenido se acerca o aleja de cero, de modo que después de algunas aproximaciones es posible obtener por interpolación el valor deseado.

2.1.3 Evaluación financiera de proyectos

En el desarrollo y construcción de proyectos de bienes inmuebles o infraestructura se requiere de inversión. Tales inversiones implican grandes erogaciones de capital a corto plazo que redundarán en beneficios a largo plazo, ya que durante la construcción de un proyecto son sumas considerables las que se deben desembolsar a fin de dar continuidad a las operaciones, mientras que los beneficios de esta inversión podrán obtenerse posteriormente a que el proyecto se haya completado. Estando así las cosas, una organización puede no tener los recursos necesarios para la construcción, o bien, puede tenerlos pero el hecho de gastarlos implicaría su descapitalización, por tanto se recurre al financiamiento.

El financiamiento al absorber por adelantado un egreso de capital, tiene un costo conocido como costo de capital y el objetivo de la evaluación financiera es el de determinar la manera de cubrir el balance negativo del financiamiento de forma efectiva y benéfica.

El costo de capital es la tasa de interés que los inversionistas (acreedores o propietarios) desean les sea pagada para conservar e incrementar sus inversiones (Coss Bu, Pág. 171, 2009).

El financiamiento en la construcción, lo puede requerir el promotor pero también el constructor o contratista. El promotor o propietario requiere del capital para realizar los pagos a los contratistas que efectúan tangiblemente los trabajos de construcción, pero a su vez los contratistas requieren de financiamiento para poder costear sus costos operativos y de insumos en el periodo en que proceden los pagos (estimaciones) por los trabajos previamente ejecutados, o inclusive, puede darse el caso de proyectos públicos cuyo financiamiento y construcción corren a cargo de un contratista al que los costos le serán pagados una vez que el proyecto esté completado y brindando beneficios al promotor, tal es el caso del proyecto Hidroeléctrico "El Cajón, en el estado de Nayarit construido para Comisión Federal de Electricidad por Ingenieros Civiles Asociados con financiamientos privados.

Algunas de las fuentes de inversión pueden ser ahorros corporativos, inversores particulares para un proyecto a determinados porcentajes, emisión de bonos de deuda, emisión de nuevas acciones, bancos, fondos de inversión, etcétera.

El costo del financiamiento para la construcción varía inversamente al riesgo del préstamo (Hendrickson, 7.2 2008), y las fuentes de financiamiento suelen requerir bienes tangibles como garantías para el pago del préstamo, y en el caso de que quien ha solicitado el financiamiento se vea

imposibilitado para pagar o cumplir con sus obligaciones económicas el prestamista puede tomar posesión del bien en garantía.

Algunas de las alternativas de financiamiento que existen para los promotores o desarrolladores de construcción son:

1. **Uso de recursos corporativos:** las facilidades (edificación o infraestructura) puede ser financiada directamente por el organismo promotor utilizando recursos propios, no obstante estos pueden ser limitados para cubrir el costo de la construcción.
2. **Préstamos para construcción e hipotecas:** los préstamos se obtienen de una institución financiera o algún banco a fin de financiar los costos de construcción de edificios y una vez que estos se han construido se ponen en garantía para el prestamista.
3. **Renta de las instalaciones a terceros:** la corporación renta las instalaciones a un desarrollador, el cual es el responsable de financiar y llevar a cabo la construcción. Esto reduce los gastos de la corporación y a la vez puede influenciar el diseño de las instalaciones.
4. **Financiamiento gubernamental:** los gobiernos locales pueden apoyar a las empresas en el afán de generar inversión y generación de empleos en determinada área. Tales apoyos pueden ser en préstamos de bajos intereses, reducciones de impuestos, entre otras.
5. **Emisión de obligaciones (bonos):** son una alternativa de financiamiento a largo plazo mediante la cual se captan fondos de inversionistas a los que se les garantiza un rendimiento establecido. Estas obligaciones representan una deuda para la empresa emisora, la cual se paga en amortizaciones periódicas. El costo de esta alternativa son los intereses que pagarían las obligaciones a los que las adquieren.

El financiamiento para la construcción representa un riesgo importante para una institución financiera, ya que en caso de que el prestamista se vea en la necesidad de recuperar un inmueble en proceso de construcción, tendrá que armar nuevamente un equipo de proyecto que le permita concluir los trabajos y obtener un reembolso económico del mismo.

La manera de evaluar financieramente un proyecto es mediante la combinación del flujo de caja operativo con el flujo de caja financiero, al flujo de caja resultante se conoce como flujo de caja ajustado, de la siguiente manera:

$$VPA = [VPN]_r + [VPF]_{rf}$$

donde VPA es el valor presente ajustado, VPN es el valor presente y VPF es el valor presente del flujo de caja financiero, r es la tasa de interés de retorno y r_f es el costo del financiamiento. Entonces del mismo modo:

$$VPA = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+r)^t} + \sum_{t=0}^n \frac{\bar{A}t}{(1+r_f)^t}$$

donde At y $\bar{A}t$ son los flujos de caja operativo y financiero para el periodo de tiempo t , y r es la tasa de interés que se aplique.

Las tasas de interés generalmente están establecidas de acuerdo a un porcentaje anual, no obstante el interés se va acumulando de acuerdo a la tasa de interés especificada en el periodo del préstamo, siendo i_p la tasa de interés anual nominal e i la tasa de interés para cada uno de los periodos por año, de manera que:

$$i = \frac{i_p}{p}$$

Como ejemplo, si el interés es acumulado por cuatrimestres –es decir, tres veces al año- $p = 3$, y la tasa de interés por periodo es de $i_p / 3$, mientras que si el interés se acumula mensualmente $p = 12$ e mientras que la tasa es de $i_p / 12$.

Siendo así, la tasa de interés anual efectiva es:

$$i_e = (1+i)^p - 1 = \left(1 + \frac{i_p}{p}\right)^p - 1$$

Cuando se emiten bonos, el valor del préstamo se llama principal, y éste monto debe ser pagado en una fecha de vencimiento, mientras que los intereses (llamados bonos o cupones) se pagan periódicamente por cada uno de los bonos emitidos. En este caso se denomina Q al monto prestado, e i_p será el pago de intereses por periodo, de modo que:

$$i_p = iQ$$

Otro tipo de financiamiento es el préstamo tradicional o hipotecario, el cual es una serie de pagos que incluyen el interés más una parte del monto prestado con un número de pagos periódicos. Las subcategorías de este tipo de préstamo son (<http://www.clubhipotecario.com.mx/noticias/credito-hipotecario/tipos-de-creditos-hipotecarios.html>, Febrero 2010):

1. Tasa Fija: se mantiene una tasa de interés constante durante todo el periodo del

préstamo y por ello tiene la ventaja de que los pagos son a su vez fijos y siempre se conocerá cuánto habrá que pagar periódicamente, en caso de subida de las tasas de interés globales la de este préstamo se mantendrá fija pudiendo ampliarse el periodo de amortización, no obstante presentan la desventaja de ser tasas más altas (crédito más caro) y no siempre tiene una duración definida sino un plazo máximo.

2. Tasa Variable: como se indica, la tasa de interés a la que está sometido el préstamo es variable, y se ajusta de acuerdo al comportamiento de la economía dependiendo de los índices de referencia. La característica de este tipo de préstamo es que se puede obtener una rebaja o aumento de las tasas (diferencial) de acuerdo al comportamiento del mercado financiero, adicionalmente suelen tener un periodo de pago mayor al de hipotecas a tasa fija.
3. Tasa Mixta: durante un periodo de tiempo inicial se mantiene un interés fijo y posteriormente el interés se vuelve variable.

En el caso de préstamos tradicionales a una tasa i , si se requiere de pagos fijos el monto uniforme a ser pagado está dado por:

$$U = Q \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

en este tipo de financiamiento debe quedar claro que el número de pagos n , influenciará los montos de los pagos fijos, es decir a menor plazo los pagos periódicos serán mayores mientras que si aumenta el plazo se disminuirán los pagos periódicos.

En el caso de créditos hipotecarios normales con pagos variables, el monto de los pagos estará dado por:

$$V = \frac{P}{n} + Pi \left(1 - \frac{(j-1)}{n} \right)$$

donde n es el horizonte o plazo de tiempo en que se paga la hipoteca, y j es el instante o periodo al que corresponde el pago.

El financiamiento habitualmente genera un cargo adicional por los servicios de administración adicional (legales entre otros), en nuestro país se le llama comisión por apertura de modo que si este cargo es K y si P_0 es desembolso a financiar (sin intereses) tenemos:

$$Q_0 = P_0 + K$$

y si k es un porcentaje del préstamo tenemos que:

$$K = kQ_0 \therefore$$

$$Q_0 = \frac{P_0}{1 - k}$$

Frecuentemente la tasa de interés del préstamo es mayor que la tasa de inversión, de modo que al realizarse la planeación financiera es necesario minimizar el monto de dinero financiado encontrando un valor óptimo de Q en el que los déficit estimados se cubren, los pagos de intereses y otros gastos son minimizados y se tiene una reserva de fondos para cubrir variaciones en los costos de la construcción.

Con base en lo anteriormente presentado explicaremos a través de un ejemplo la evaluación de diferentes alternativas de financiamiento:

Ejemplo:

Supóngase que una corporación desea construir un edificio para sus oficinas corporativas. La construcción del edificio requiere de dos años y tiene un costo de 12 millones de dólares, de los cuales 5 millones se deben pagar al finalizar el primer año, mientras que los 7 millones restantes se pagan al final del segundo año. Las opciones para financiar la construcción del corporativo son:

- a) Uso de los fondos de ahorro de la empresa (Utilidades Retenidas)
- b) Préstamo bancario con un interés de 11.2% con pagos anuales uniformes durante veinte años y una comisión por apertura de 0.75% del valor del préstamo.
- c) Una serie de bonos de deuda (obligaciones) con una tasa de interés del 10.25% con pago de intereses anuales y pago del principal en el año 20, con gastos totales de emisión de \$169,000.

La empresa tiene estipulada una tasa de retorno del 15%, no obstante los fondos invertidos a corto plazo rinden a una tasa anual del 10%.

Para comenzar la evaluación es necesario calcular los flujos de caja de cada una de las opciones a evaluar, de modo que tenemos:

Alternativa a) Uso de utilidades retenidas:

Concepto	Año	Flujo de Caja
Inicio	0	0.000
Pago al contratista	1	5.000
Pago al contratista	2	7.000

2.8 Ejemplo, Flujo de caja para evaluación de uso de utilidades retenidas

Alternativa b) Préstamo bancario:

Los costos de la construcción como tal del edificio son de 5 y 12 millones a ser pagados en el año 1 y 2 respectivamente, no obstante del momento en que se obtiene el préstamo (año 0) al momento en que se erogan estos montos, se obtiene un beneficio por el interés generado, el cual nos permite reducir el monto a financiar, de modo que tenemos P_0 :

$$P_0 = \sum_1^2 \frac{P_t}{(1+i)^t}$$

$$P_0 = \left[\frac{5}{(1+0.1)^1} \right] + \left[\frac{7}{(1+0.1)^2} \right]$$

$$P_0 = 10.331$$

Con una tasa de interés del 10%, durante los dos primeros años del proyecto para el monto de \$10.331 millones en $t=0$ los intereses acumulados serán:

$$I_1 = 10\%(10.331) = 1.033$$

$$I_2 = 10\%(10.331 + 1.033 - 5.0) = 0.636$$

La tasa de apertura es del 0.75% del valor del préstamo, y el monto que presta el banco en $t = 0$ y que permite cubrir el costo de construcción más la tasa de apertura es:

$$Q_0 = \frac{P_0}{1-k}$$

$$Q_0 = \frac{10.331}{1-0.0075}$$

$$Q_0 = 10.409$$

El monto de los cargos totales de apertura es de:

$Q_0 - P_0 = 10.409 - 10.331 = \0.078 millones, o \$78,000, por lo que el monto de los pagos anuales uniformes será de:

$$U = Q \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$U = 10.409 \frac{[(0.112)(1+0.112)^{20}]}{(1+0.112)^{20} - 1}$$

$$U = 1.324$$

Y por lo tanto tenemos el flujo de caja siguiente:

Año	Concepto	Flujo de Caja
0	Principal	10.409

0	Costo de emisión	0.078
1	Intereses Generados	1.033
1	Pago al contratista	-5.000
1	Pago del préstamo	-1.324
2	Intereses Generados	0.636
2	Pago al contratista	-7.000
2	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
3	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
4	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
5	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
6	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
7	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
8	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
9	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
10	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
11	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
12	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
13	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
14	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
15	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
16	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
17	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
18	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
19	Pago a cuenta del préstamo	-1.324
20	Pago a cuenta del préstamo	-1.324

2.9 Ejemplo, Flujo de caja para evaluación de préstamo bancario

Alternativa c) Emisión de Bonos (Obligaciones):

Para la emisión de obligaciones, tenemos que el monto que cubre el préstamo ($P_0 = 10.331$ millones) más los gastos totales de emisión (\$169,000) es de:

$$Q_0 = P_0 + K$$

$$Q_0 = 10.331 + 0.169$$

$$Q_0 = 10.5$$

Siendo 10.5 millones el monto a financiar, y bajo un esquema de pago semestral, los pagos anuales de intereses durante los 20 años serán:

$$I = Q_0 i$$

$$I = (10.25)(0.1025)$$

$$I = 1.076$$

Por lo tanto tenemos el flujo de caja siguiente:

Año	Concepto	Flujo de Caja
0	Préstamo (Principal)	10.500
0	Costo Total de Emisión	-0.169
1	Intereses generados en el plazo	1.033
1	Pago al Contratista	-5.000
1	Pago del Préstamo	-1.076
2	Intereses generados en el plazo	0.636
2	Pago al Contratista	-7.000
2	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
3	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
4	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
5	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
6	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
7	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
8	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
9	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
10	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
11	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
12	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
13	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
14	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
15	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
16	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
17	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
18	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
19	Pago a cuenta del préstamo	-1.076
20	Pago del Préstamo más Pago del Principal	-11.576

2.10 Ejemplo, Flujo de caja para evaluación de emisión de bonos

De acuerdo a los flujos de caja anteriores, construimos la siguiente tabla para asociar los tres planes de financiamiento y realizar la comparativa. El parámetro de comparación será el Valor Presente Actualizado, correspondiente al valor presente de la suma del flujo de cajas operativo más el flujo de caja del plan de financiamiento propuesto, considerando una Tasa de Retorno Mínima Aceptable de 15%:

Año	Concepto	Utilidades Retenidas		Préstamo Bancario		Emisión de Obligaciones	
		Flujo de Caja	VPA (15%)	Flujo de Caja	VPA (15%)	Flujo de Caja	VPA (15%)
0	Préstamo (Principal)		0.000	10.409	10.409	10.500	10.500
0	Gastos Totales de Emisión		0.000	0.078	0.078	-0.169	-0.169
1	Intereses Generados		0.000	1.033	0.898	1.033	0.898
1	Pago al contratista	-5.000	-4.348	-5.000	-4.348	-5.000	-4.348

1	Pago del Préstamo		0.000	-1.324	-1.151	-1.076	-0.936
2	Intereses Generados		0.000	0.636	0.481	0.636	0.481
2	Pago al contratista	-7.000	-5.293	-7.000	-5.293	-7.000	-5.293
2	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-1.001	-1.076	-0.814
3	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.871	-1.076	-0.707
4	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.757	-1.076	-0.615
5	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.658	-1.076	-0.535
6	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.572	-1.076	-0.465
7	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.498	-1.076	-0.405
8	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.433	-1.076	-0.352
9	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.376	-1.076	-0.306
10	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.327	-1.076	-0.266
11	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.285	-1.076	-0.231
12	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.247	-1.076	-0.201
13	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.215	-1.076	-0.175
14	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.187	-1.076	-0.152
15	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.163	-1.076	-0.132
16	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.141	-1.076	-0.115
17	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.123	-1.076	-0.100
18	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.107	-1.076	-0.087
19	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.093	-1.076	-0.076
20	Pago a cuenta del Préstamo		0.000	-1.324	-0.081	-1.076	-0.066
20	Pago del Principal					-10.500	-0.642
VPA (15%)			-9.641		-6.062		-5.307

2.10 Ejemplo, Comparativo de Flujos de caja para evaluación de diferentes alternativas de financiamiento

De la comparativa anterior, tenemos que el caso de la emisión de obligaciones es el esquema de financiamiento que implica el más bajo costo presente y por lo tanto es la opción que se debería elegir a fin de financiar la construcción del corporativo.

2.2 Coordinación de Diseño

La Coordinación de Diseño es el conjunto de actividades de administración, revisión y análisis de proyectos con el afán de establecer un lazo entre proyecto arquitectónico, estructural y de ingenierías, asegurando siempre la interacción entre estos, el apego de los mismos a los requerimientos del cliente o promotor y a los reglamentos y legislación aplicable y reduciendo ordenes de cambio e interrupciones en el proceso de construcción de proyectos.

La importancia de la coordinación del diseño radica en establecer una relación estrecha entre el diseño y la construcción (Hendrickson, 3.1, 2008). El diseño es la descripción de un proyecto

representada por planos y especificaciones, mientras que la construcción es un proceso que incluye planeación, identificando actividades y recursos para que el diseño se lleve a cabo físicamente (Hendrickson, 3.1, 2008).

Otro de los alcances de la coordinación de diseño, es llevar a cabo la integración entre el diseño y la planeación de la construcción, lo cual resulta ser un severo problema a resolver especialmente en proyectos con etapas traslapadas -a este fenómeno se le llama en inglés *Fast-tracking*- ya que de este modo se permite reducir los tiempos de revisiones de avances de proyecto y se prevé la constructibilidad del proyecto y la búsqueda de medios y métodos para realizar la construcción del mismo, en contraposición con el progreso secuencial que obligaría a completar una etapa de trabajo antes de comenzar la siguiente (Clough, Sears, Pág. 7, 19).

El proceso de diseño de proyectos de construcción, siguiendo el ciclo de vida de un proyecto (Capítulo 1) una vez que se ha realizado la evaluación de factibilidad, corresponde a la gerencia de construcción la elaboración de un programa general que incluye las etapas de diseño, contratación de paquetes y construcción, que a pesar de estar traslapadas gracias al *fast-tracking* se requiere de hitos consistentes en entregas de documentación para que proceda el avance del proyecto. El cronograma o programa general debe ser desarrollado en una etapa temprana del diseño y en relación con el diseño debe ser utilizado por los diseñadores, clientes, y la gerencia como un instrumento que marca las tareas y revisiones que se deben llevar a cabo.

En el programa general, se debe incluir entre las etapas de diseño y cotización (compras) un periodo que permita a la coordinación de diseño y al promotor la revisión de las especificaciones a fin de permitir la preparación de paquetes de solicitud de cotización completos y correctos evitando órdenes de cambio y errores que impliquen costos adicionales posteriores. Adicionalmente, al brindar suficiente tiempo entre la solicitud de cotización y la recepción de propuestas se podrá esperar un mejor conocimiento del proyecto de los licitantes y propuestas más profesionales y competitivas (Barrie, Paulson, Pág. 93, 1992).

2.2.1 Proyecto Arquitectónico

El diseño arquitectónico de un proyecto se desarrolla a través de una serie de etapas que siguen una metodología formal que abarca revisiones iterativas logrando el mejoramiento del mismo, las etapas de la metodología son: formulación, análisis, búsqueda, decisión, especificación y modificación, las cuales forman un ciclo (ilustrado en la figura 2.1) que garantiza el refinamiento

tomando en cuenta cuestiones funcional, el concepto del diseño y las restricciones económicas del mismo.

Las etapas del proyecto arquitectónico son generalmente enlistadas como: *Schematic Design* (Diseño Esquemático), *Conceptual Design* (Diseño Conceptual), *Design Development* (Desarrollo de Diseño), *Construction Documents* (Documentos de Construcción), cada una de ellas es más detallada que la anterior y no puede comenzar la próxima hasta que se halla concluido la anterior.

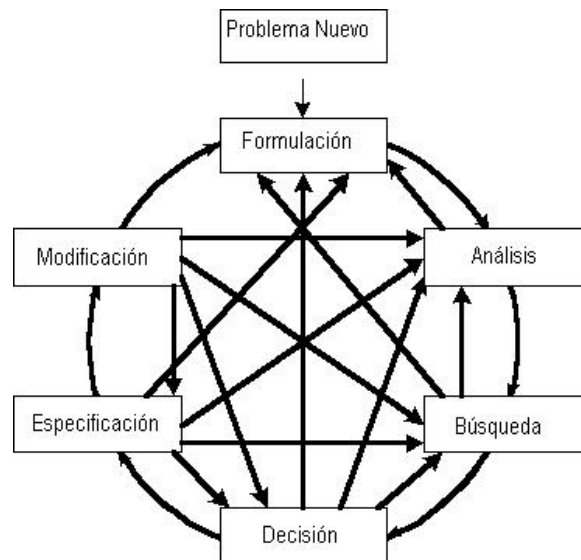


Figura 2.11 Ciclo de Diseño

(Basado en el diagrama de Jensen y Tonies, 1979. Adaptado por Hendrickson, 2008)

A continuación explicamos brevemente los alcances de cada una de las mismas y los entregables que comprenden ellas:

2.2.1.1 *Schematic Design* (Diseño Esquemático)

Comprende la resolución del problema general, se establecen las relaciones de espacios y se programa el estudio de requerimientos del promotor. El entregable principal es el producto de sesiones de trabajo con la lluvia de ideas entre el cliente y el diseñador.

2.2.1.2 *Conceptual Design* (Diseño Conceptual)

Una vez concluido el diseño esquemático se procede a la búsqueda de los componentes del proyecto, la selección de alternativas de diseño en función del costo y el programa del proyecto y con ello al desarrollo de un proyecto factible. Los entregables correspondientes a esta etapa son:

plantas generales, elevaciones exteriores y secciones generales, una descripción general del proyecto y de los sistemas que lo integran así como de los materiales principales que se han contemplado. Tras la entrega del diseño conceptual se hace una revisión del mismo con el cliente desde el punto de vista operativo a fin de determinar si el diseño cumple con los objetivos deseados, siendo así se da el visto bueno del mismo para comenzar con el desarrollo del diseño.

2.2.1.3 *Design Development* (Desarrollo de Diseño)

Esta etapa se caracteriza porque el diseño del proyecto se refina drásticamente. Es en esta etapa cuando se deben resolver los aspectos primordiales del proyecto, definir materiales de construcción generales, especificar materiales principales y definir espacios destinados a las instalaciones (aún cuando estos no queden completamente dibujados). Los entregables que comprende esta etapa son: totalidad de plantas con espacios nombrados y numerados para control de espacios, secciones y fachadas, algunos planos de plafones, secciones de muro generales y detalles clave, además de un listado de especificaciones y equipos requeridos. Una regla no escrita dentro del ámbito de la gerencia de construcción dice que el paquete de Desarrollo de Diseño al 100% es la documentación con la que se puede lanzar a concurso un determinado paquete de construcción.

2.2.1.4 *Construction Documents* (Documentos de Construcción)

Surge de los Documentos de Desarrollo de Diseño y comprende un refinamiento de los mismos mediante la inclusión de especificaciones técnicas detalladas, representación de todos los materiales y elementos de la construcción garantizando un formato útil a los contratistas. Comprende adicionalmente la integración de todos los equipos y sistemas incluidos con detalles para todos los paquetes: arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. Los Documentos de Construcción deben ser tan explícitos y detallados a fin de que se permita realizar la construcción del proyecto con el mínimo de intervención del despacho diseñador.

La labor que la Gerencia de Construcción debe hacer a cada una de estas etapas del diseño, es la de revisar las compatibilidades con sistemas constructivos, así como el apego del mismo a las necesidades funcionales y al presupuesto del proyecto, así como también el seguimiento al programa de entregables de diseño a fin de asegurar una continuidad adecuada que permita el avance del proyecto en sus etapas de preconstrucción y construcción.

2.2.2 Proyecto Estructural

El objetivo de los sistemas estructurales, según el Dr. Roberto Melli (Pág. 21, 2008) es el de “resistir las fuerzas a las que va a estar sometido, sin colapso o mal comportamiento”. El diseño de estructuras está dado por la combinación de los conocimientos teóricos que permiten el análisis y la experiencia adquirida por el estructurista encargado de la elaboración del proyecto, la conjunción de estas dos habilidades forma el “criterio estructural” y en la medida en que ambas partes se encuentren profundizadas se podrán idear soluciones más efectivas para el proyecto.

En el proceso de diseño estructural se identifican claramente tres aspectos primordiales de carácter iterativo que llevan a la aceptación o rechazo de soluciones planteadas, estas son:

2.2.2.1 Estructuración

Determinación de los materiales principales que conformarán la estructura, la forma global de ésta de acuerdo a las restricciones del proyecto arquitectónico y las características más esenciales.

2.2.2.2 Análisis

Es la determinación de la respuesta de las estructuras ante la acción de determinadas acciones sobre estas. El análisis estructural requiere a su vez de:

- Modelado: es una idealización y simplificación de las estructuras para ser analizadas a través de procedimientos de cálculo.
- Determinación de acciones de diseño: de acuerdo a los códigos locales del sitio del proyecto y a la finalidad de la estructura se plantean las “cargas” o acciones vivas, muertas y accidentales a que estará sometida la estructura.
- Determinación de los efectos de las acciones de diseño: es la determinación de los efectos de las acciones planteadas; determinación de fuerzas internas (elementos mecánicos), deformaciones en condiciones de servicio y accidentales.

2.2.2.2 Dimensionamiento

Abarca la definición a detalle de la estructura incluyendo la evaluación del cumplimiento de los requisitos de seguridad requeridos.

La metodología en el proceso de diseño estructural aún cuando no coincide totalmente,

posee cierta correlación con las etapas del proyecto arquitectónico, de modo que el diseño estructural se alimenta del arquitectónico, mientras que el arquitectónico consecuentemente debe ajustarse de acuerdo a las necesidades del sistema estructural.

El método de diseño estructural está comprendido por la secuencia de las siguientes fases (Meli, Págs. 21 - 26, 2008):

- *Planteamiento de soluciones preliminares:* implica el conocimiento del proyecto y las limitantes del mismo, partiendo del proyecto arquitectónico, de los requisitos de la estructura en cuestión, así como las restricciones físicas, económicas y tecnológicas (Reboredo, Pág.5, 1999) que se tienen. Con la información disponible y la interacción entre el estructurista y los especialistas de otras áreas se definen soluciones preliminares de sistemas estructurales que puedan resultar convenientes.
- *Evaluación de soluciones preliminares:* se realiza la evaluación de los sistemas previos mediante tres aspectos: estructuración, análisis y dimensionamiento a un nivel que se conoce como prediseño que define toscamente las características y tipologías de la estructura para cada una de las diferentes soluciones, de las cuales se identifican los problemas que se podrían tener, los costos estimados y los aspectos relativos a su construcción. Esta fase debe brindar un esquema estructural que cumpla con las exigencias funcionales y sus dimensiones después de esto no pueden tener más que mínimas variaciones.
- *Diseño Detallado:* de las opciones estudiadas se selecciona la que resulte más conveniente y se refina el diseño de la misma, siendo necesario en algunos casos volver a pasar por las etapas de estructuración, análisis y dimensionamiento. Esta etapa implica el análisis riguroso de cada uno de los elementos que componen el sistema estructural y el dimensionamiento definitivo de los mismos.
- *Transferencia de los resultados del diseño:* esta etapa una vez terminado el diseño detallado, comprende la elaboración de documentación que permita la construcción de la estructura en cuestión a través de: planos, detalles, soluciones específicas, especificación de materiales y procedimientos y la elaboración de una memoria de cálculo que permita realizar cambios menores requeridos por el proyecto. Vale la pena señalar que en algunos casos se siguen prácticas extranjeras en las que el diseño estructural grueso y los parámetros de detalles son propuestos por la firma de diseño

estructural, mientras que el diseño fino o planos de taller son efectuados por el contratista asignado que realiza el despiece total de las estructuras a ser construidas, enviando los planos de taller de vuelta al despacho de diseño para la aprobación para construcción.

- *Supervisión:* es el aseguramiento de que el diseño se esté interpretando correctamente en la etapa de construcción del proyecto (Meli, Pág. 26, 2008), adicionalmente comprende la resolución de cambios requeridos debido a situaciones no previstas o a nuevas condiciones. Durante esta etapa la firma de diseño estructural puede requerir alimentación de información sobre el control de calidad de la construcción del proyecto a fin de asegurar que la ejecución del mismo se lleva a cabo de acuerdo al diseño, a las especificaciones y metodologías establecidos.

Es preciso mencionar nuevamente, que la experiencia del diseñador juega un papel de suma importancia, ya que en función de esta y de su habilidad para sistematizar los datos estará la habilidad con que se resuelven los principales problemas del proyecto.

Dentro del desarrollo del proyecto estructural, la función de la gerencia de construcción es de dar seguimiento al avance del proyecto, monitoreando interferencias, asegurando que el dimensionamiento estructural respete los parámetros de diseño arquitectónico y a la vez asegurando que el diseño arquitectónico se ajuste a los cambios que el proyecto estructural obligue.

Una gerencia de construcción competente debe contar en su plantilla con un profesional encargado de coordinar el proyecto estructural, asegurando siempre que los progresos de diseño estén de acuerdo a los reglamentos, códigos de diseño aplicables, y buscando siempre las soluciones que mejor convengan al diseño.

2.2.3 Proyecto de Instalaciones

La coordinación de diseño del proyecto de instalaciones tiene un papel de suma importancia en el desarrollo de proyectos con instalaciones eléctricas, mecánicas e hidrosanitarias (*MEP; Mechanical, Electrical, Plumbing*).

El desarrollo del proyecto de instalaciones no debe de entenderse como una actividad de menor importancia en el proceso de diseño, sino como una actividad paralela al diseño arquitectónico y estructural, por esto mismo el diseño del proyecto de instalaciones si bien es complementario y subordinado al arquitectónico y estructural, resulta preciso definir desde las etapas

tempranas de diseño de estos últimos proyectos los requerimientos funcionales que tendrá el diseño en materia de instalaciones, así como de los requerimientos operativos que se traducen en espacios dentro del inmueble.

La eliminación de problemas de coordinación es factor clave en la coordinación del proyecto de instalaciones y todos los problemas que se vayan presentando en el diseño deben ser resueltos previamente a que comiencen los trabajos fuertes del proyecto.

En la mayoría de proyectos de edificación, una constante que se presenta es el dimensionamiento insuficiente de áreas de apoyo para alojar los sistemas de instalaciones, espacios de área útil, así como alturas de entresijos y de plafones, por lo mismo las canalizaciones, cableado y tuberías siempre resulta necesario ubicar en espacios reducidos y con severas interferencias entre diferentes sistemas, de modo se presentan dificultades para construir, operar y mantener (Riley, Horman, Pág.2, 2009).

De manera práctica en los proyectos de construcción, la revisión de interferencias entre estructura e instalaciones, así como entre instalaciones de diferentes sistemas se realiza mediante la comparación de diferentes proyectos, así como por el traslape de los planos digitales de diferentes especialidades para ver las incompatibilidades que se presentan. Resulta muy importante invertir tiempo en la etapa de preconstrucción para revisar los proyectos y resolver las interferencias entre estos, ya que resolver problemas o idear soluciones en la fase de construcción resulta mucho más costoso en términos de tiempo y dinero, ya que ocasiona el retraso de tareas posteriores así como el paro de cuadrillas o necesidad de reubicación de trabajos de otra especialidad.

2.2.4 Ingeniería de Valor

Dentro del proceso de la coordinación de diseño, una gerencia de proyecto puede detectar circunstancias en que el diseño puede ser modificado con la finalidad de mejorar funcionalidad, incrementar calidad o reducir costos, no obstante se requiere de estudios que permitan definir el modo y el grado de mejora que es posible aplicar, a tales análisis se les conoce como Ingeniería de Valor. La ingeniería de valor surgió en la segunda guerra mundial, cuando por escasez de recursos e insumos se requería modificar diseños tradicionales a fin de mejorar el desempeño a un costo menor (Barrie, Paulson, Pág. 354, 1992).

Comúnmente se piensa que el objetivo de la Ingeniería de Valor es el de reducir costos, no obstante el enfoque real que se debe tener es el de examinar alternativas que lleven a una “segunda

respuesta correcta” a un problema determinado (Engineering Policy Guide, http://epg.modot.org/index.php?title=130.4_Value_Engineering_Team_Leader_Guide, noviembre 2009).

La Ingeniería de Valor se logra mediante la aplicación de tecnologías o diseños alternativos, no obstante para llevarse a cabo se identifican los pasos siguientes (Engineering Policy Guide, http://epg.modot.org/index.php?title=130.4_Value_Engineering_Team_Leader_Guide, noviembre 2009):

1. Identificación del Potencial
2. Análisis de Funciones
3. Generación de Ideas
4. Evaluación de Ideas
5. Desarrollo y Recomendaciones

El proceso de Ingeniería de Valor se realiza a solicitud del Cliente, en muchas ocasiones por recomendación de la Gerencia de Construcción, usualmente lo realizan los diseñadores mismos o empresas específicamente dedicadas a ello, despachos de Ingeniería con más experiencia en problemas similares que partiendo de postulados diferentes en el análisis de soluciones llegan a una solución más adecuada que la proyectada originalmente.

En algunos casos, la Ingeniería de Valor se comienza una vez que se han recibido propuestas de contratistas con un costo más alto que el que se tenía considerado, o más oportunamente cuando dentro del proceso de diseño la Gerencia de Construcción identifica que los costos de lo proyectado exceden los costos considerados.

Otra de las modalidades importantes de la Ingeniería de Valor, es la Propuesta de Cambio por Ingeniería de Valor, que se realiza mediante la propuesta que hace un contratista sobre el diseño del proyecto con la finalidad de ofrecer una mejora al mismo, y cuando el propietario lo acepta se dividen los ahorros entre el contratista y el propietario.

Es posible integrar la ingeniería de valor al proceso mismo de desarrollo de diseño, de modo que conforme el diseño del proyecto avanza se realizan evaluaciones y se promueven mejoras.

La ingeniería de valor debe ser aceptada por todos los miembros del equipo: promotor, diseñador y la gerencia, para ello es necesario que los ahorros o mejoras que genere la ingeniería de valor se entiendan como resultado de un esfuerzo común (Barrie, Paulson, Pág. 364, 1992). La

función de la Gerencia debe ser la de proveer un programa organizado y estimular el análisis de las soluciones en todas las fases del proyecto.

Durante la etapa de diseño conceptual, la gerencia de proyecto y el diseñador deben explorar conceptos básicos que generen diferentes soluciones alternativas cuyos costos deberán ser comparados de modo que cuando alguna de esas alternativas resulta ser más económica que la originalmente propuesta se puede presentar al promotor para su aprobación o para ser considerada como un esfuerzo conjunto entre la gerencia y el diseñador.

De igual manera se procede durante la etapa de diseño a detalle, no obstante en este caso la Gerencia se enfocará en las especificaciones, materiales y métodos junto con los costos y ventajas / desventajas que representan cada una de ellas, de acuerdo a la experiencia en trabajos previos, como ejemplo: preferir y recomendar una resina de anclaje para acero de refuerzo -diferente al especificado originalmente- que pese a ser más caro tiene mejores rendimientos en la aplicación del mismo. Este tipo de recomendaciones, cuando son manejadas adecuadamente son aceptadas por los diseñadores, permitiendo mantener los diseños dentro de los presupuestos establecidos y generando ventajas para el promotor.

En la etapa de adquisiciones, se puede solicitar la cotización de acuerdo a la especificación requerida y adicionalmente la propuesta metodológica o con especificaciones diferentes propuestas por el contratista licitante, a modo de explorar alternativas que puedan representar ahorros y mejorar el valor del producto terminado (la obra) así como también para incrementar la competencia entre licitantes.

2.3 Análisis Presupuestal

Dentro de los trabajos que realiza una gerencia de construcción en la fase de Preconstrucción se encuentra el análisis presupuestal que se encuentra conformado por el pronóstico de todas las erogaciones que implica la construcción de un inmueble o una obra de infraestructura.

La importancia del análisis presupuestal radica en el hecho de que –como lo mencionamos en el capítulo inicial- el costo es una de las restricciones de los proyectos.

El análisis presupuestal sirve para pronosticar el precio que tendrán los trabajos de construcción a medida que progresa el diseño de un proyecto, asegurando que este se ajuste al presupuesto que tiene considerado invertir el promotor.

Los elementos que generan el costo de las obras de construcción se pueden enlistar

(Hendrickson, 5.1, 2008):

- Adquisición de terrenos
- Estudios de factibilidad
- Diseño
- Construcción
- Supervisión
- Financiamiento
- Seguros
- Equipamiento
- Inspección y pruebas

Los componentes de los costos dependen de la magnitud y naturaleza del proyecto, no obstante el objetivo de todo promotor (cliente) es el de realizar un proyecto con el máximo valor y el menor costo, lo cual se entiende ya que mientras mayor sea el valor se tienen mayores beneficios y utilidades potenciales, y el menor costo implica claramente una menor inversión.

El análisis presupuestal parte del nivel de diseño del que se disponga al momento de realizarse, de modo que no es posible tener el mismo grado de precisión en un presupuesto elaborado a partir de un diseño conceptual que el que se tiene partiendo del desarrollo de diseño, ni mucho menos del que surge de un proyecto ejecutivo, en otras palabras: a medida que se complementa el diseño se reduce la incertidumbre sobre el mismo y a su vez se está reduciendo el margen de error del presupuesto (Hendrickson, 5.3, 2008).

La elaboración del presupuesto requiere del conocimiento pleno del proyecto, del procedimiento constructivo del mismo, así como del conocimiento de precios, características y disponibilidad de mano de obra y equipo, de este modo, es necesario que el estimador (persona o grupo de personas que elaboran un presupuesto estimado) desmiembre el proyecto en cada una de sus actividades y construya el proyecto en el papel a fin de considerar cada uno de los elementos que permiten su desarrollo tangible, considerando además de lo que se queda físicamente en la obra los materiales temporales como son: cimbra, apuntalamientos, piezas de montaje, plantas de concreto o de bentonita, entre otros.,

Dentro del desarrollo del presupuesto es necesario tomar decisiones importantes de acuerdo al proyecto y a la construcción del mismo, como son la metodología, logística, secuencia de

operaciones, programación y equipo a utilizar a fin de plasmar en el análisis presupuestal el efecto que tengan éstas en el mismo.

Usualmente en los presupuestos de proyectos de construcción se considera un margen o contingencia que permite asumir el costo de elementos inesperados debido a cambios menores de proyecto, modificaciones en la programación, condiciones del sitio diferentes a las esperadas o requisitos nuevos no contemplados. El margen de contingencia varía dependiendo del avance de diseño que se tenga, y se irá reduciendo conforme se reciba nueva información y se presupueste el proyecto. De igual modo, es sano agregar un porcentaje del 2 al 5% a los contratos a fin de cubrir cambios menores debidos al propietario o al diseño. (Barrie, _Pág. 109, 1992)

2.3.1 Presupuesto Estimado

La manera de considerar el costo de los proyectos de construcción es mediante la elaboración de presupuestos estimados que integren cada uno de los elementos del proyecto . Tales elementos se agrupan en partidas y subpartidas habitualmente de acuerdo al procedimiento constructivo general, y en algunas ocasiones aisladas no se utilizará como criterio el procedimiento constructivo sino que se agruparán de acuerdo al *Master Format* (Formato Maestro) – “*lista maestra de los títulos y los números utilizados para organizar las especificaciones y otra información del proyecto para el diseño de edificios más comerciales y proyectos de construcción en América del Norte*” (CSI, <http://www.csinet.org/masterformat>, Julio 2010)- del *Construction Specifications Institute* (Instituto de Especificaciones de Construcción).

Como ejemplo de partidas y subpartidas para la construcción de un edificio de departamentos identificamos:

1. Preliminares
 - i. Limpieza
 - ii. Trazo
 - iii. Construcción de Tapial
 - iv. Habilitado instalación provisional
2. Cimentación profunda
 - i. Muro Milán
 - ii. Excavación
 - iii. Pilas
 - iv. Losa de Fondo

- v. Trabe de Coronamiento
- 3. Estructura de Concreto
 - i. Columnas y Trabes
 - ii. Losas
 - iii. Cimbra
 - iv. Dalas, cadenas
- 4. Albañilería
 - i. Muros
 - ii. Aplanados
 - iii. Firmes
- 5. Instalación Hidráulica, Sanitaria y de PCI
 - i. Tubería
 - ii. Registros
 - iii. Cisternas
 - iv. Tinacos
- 6. Instalación Eléctrica e Iluminación
 - i. Centros de Carga
 - ii. Cableado
 - iii. Iluminación áreas comunes y exterior
 - iv. Iluminación particular
- 7. Instalación de Gas
 - i. Tuberías
 - ii. Medidores
 - iii. Tanques
- 8. Tablarroca (muros y plafones)
 - i. Muros divisorios
 - ii. Plafones
- 9. Acabados
 - i. Pintura
 - ii. Acabados Pétreos
 - iii. Acabados texturizados

10. Carpintería
 - i. Puertas
 - ii. Closets
11. Herrería y Cancelería
 - i. Ventanas
 - ii. Rejillas
 - iii. Protecciones perimetrales
 - iv. Barandales
12. Elevadores
13. Obra exterior
 - i. Vegetación ornamental
 - ii. Adoquín
 - iii. Muebles de jardín

De igual modo cada subpartida quedará dividida en conceptos que corresponden a las actividades unitarias determinadas por un proceso fijo que se requiere realizar. Cada concepto tendrá asignado un precio unitario que corresponde a la suma de los costos por unidad de concepto de trabajo e incluye: material, mano de obra, equipo y herramienta más una serie de porcentajes adicionales correspondientes a (Tobías, 2.3, 2008):

- Costo indirecto: son aquellos costos que contribuyen al proyecto como un todo, pero no tienen aplicación directa a la obra terminada, corresponden a costos que resultan imperativos para la ejecución de la obra como son gastos técnicos y administrativos.
- Utilidad: es el beneficio que obtiene el contratista al ejecutar un trabajo.
- Financiamiento; es el porcentaje que permite amortizar los costos de la construcción en el periodo comprendido entre la ejecución de los trabajos o parte de ellos y el pago de los mismos.

Para obtener los precios unitarios de cada una de las tareas, es necesario multiplicarlas por el número de unidades a ejercer tal tarea, a fin de obtener totales, por tanto es necesario hacer una estimación de todas las cantidades de obra que involucra el proyecto.

Ejemplo. Resumen del Presupuesto de Cimentación de muro Milán para un proyecto en el

Corredor Reforma de la Ciudad de México:

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
A	CIMENTACIÓN PROFUNDA				
A.1	MURO MILÁN Y MURO PILA ESTRUCTURAL DEFINITIVO				
A.1.1	Movilización y desmovilización de maquinaria, equipo, personal y herramientas, instalación y desinstalación de equipo para la ejecución de Muro Milán y Muros Pila. Se considera un evento de ida y uno de regreso por equipo.	Lote	1.00	\$ 773,679.00	\$ 773,679.00
A.1.2	Construcción de brocal de concreto armado en base a proyecto	ml	314.76	\$ 1,815.00	\$ 571,289.40
A.1.3	Perforación de Muro Milán y Muros Pila de 80 cm de espesor, a partir del Nivel de desplante (-30.00 m) al nivel superior del brocal (0.00) con equipo mecánico K3000.	m3	9,044.64	\$ 2,581.00	\$ 23,344,215.84
A.1.4	Suministro y colocación de junta "Water Stop" con el procedimiento CWS; Suministro, colocación y retiro de junta trapezoidal metálica entre paneles.	poza	73.00	\$ 13,059.00	\$ 953,307.00
A.1.5	Suministro y colocación de concreto estructural (f'c=350 kg/cm ²) con revenimiento de 18 a 20 cm, colocado por medio de tubería tremie de 250 mm de diámetro como mínimo	m3	8,792.83	\$ 1,729.00	\$ 15,202,806.53
A.1.6	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo de un fy = 4200 kg/cm ² en todos los diámetros. La densidad de acero preliminar considerada es de 160 kg/m ³ de concreto.	ton	1,406.85	\$ 17,936.00	\$ 25,233,317.56
	TOTAL MURO MILÁN				\$ 66,078,615.33

2.12 Ejemplo, Resumen de un presupuesto

Los presupuestos estimados de los proyectos se pueden obtener prácticamente con poca o mucha información, es decir: a partir de información "adivinada" o supuesta (al no contar con proyecto), diseño con bajo o medio nivel de avance hasta diseños con planos y especificaciones detalladas. Dependiendo del tipo de información con que se cuenta se clasifican en: Presupuestos Paramétricos, Presupuestos Conceptuales y Presupuestos Detallados, los cuales definimos a

continuación.

2.3.1.1 Presupuesto paramétrico

El presupuesto paramétrico es aquel que se realiza en la etapa más temprana de un proyecto (Conceptualización / Factibilidad) y se realiza aún sin contar con un diseño del inmueble u obra de infraestructura, o contando con un diseño esquemático sumamente básico.

Un presupuesto paramétrico puede ser determinado a partir de los índices de costos para presupuestación, los cuales se obtienen de análisis elaborados por empresas encargadas a esta función, o bien mediante bases de datos particulares que elaboran las empresas basándose en proyectos previos. Es posible la elaboración de presupuestos paramétricos partiendo de precios de proyectos previos en condiciones similares, afectando el costo anterior con un índice (inflación) que permita someramente obtener un costo a condiciones actuales del mercado.

También es posible elaborar presupuestos paramétricos mediante la aplicación de un concepto por unidad de función del proyecto: por m² para el caso de obras de edificación, en m³/seg para obras de distribución de agua, GWh (potencia instalada) para presas hidroeléctricas, y Km para vías terrestres.

La elaboración de presupuestos paramétricos debe realizarse considerando los tipos de materiales, cimentación, equipamiento y acabados que se aplicarán a fin de obtener un parámetro realista, no obstante la utilización de este tipo de presupuestos debe realizarse con cuidado ya que se obtiene un costo basado en suposiciones casi totales.

Los presupuestos paramétricos permiten definir al promotor de un proyecto el monto de inversión requerido de acuerdo a los objetivos deseados y partiendo de ahí se da el visto bueno para la continuación del diseño, o bien se decide replantear los alcances del proyecto.

2.3.1.2 Presupuesto conceptual

El presupuesto conceptual de un proyecto parte del diseño Conceptual del mismo y las evoluciones del diseño mismo hasta el momento en que el proyecto se vuelve definitivo. La peculiaridad principal del presupuesto conceptual es que se realiza conociendo el diseño de las tecnologías básicas del proyecto, mientras que siendo conceptual siempre incluye partidas cuyos costos se han obtenido sin contar con diseño fijo o detallado por lo que no será raro que se presenten variaciones con respecto a las condiciones reales.

El hacer consideraciones durante la elaboración del presupuesto conceptual es una tarea con la que tendrá que coexistir el analista de precios unitarios y será función del coordinador de diseño conocer las necesidades y preferencias del promotor a fin de alimentar con información a quien realice el presupuesto.

2.3.1.3 Presupuesto detallado

El presupuesto detallado es aquél que se elabora a partir de especificaciones claramente definidas y cuando el diseño de detalle lleva un avance significativo de modo que las características principales son identificables. La característica más importante del presupuesto detallado es que no contiene elementos estimados con base en consideraciones, sino en el diseño avanzado del proyecto.

Un presupuesto detallado por muy bien realizado que esté no será 100% preciso, ya que los costos que lo integran han sido determinados con consideraciones estandarizadas, no obstante cada proyecto al tener condiciones únicas generará condiciones diferentes a las estándar y por esto se podrá reflejar una variación en el presupuesto.

La Gerencia de Proyectos utiliza además el presupuesto detallado durante el proceso de concurso y adjudicación de paquetes de contratos de obra, a fin de revisar las cantidades y precios de los licitantes y asegurar o advertir sobre inclusiones u omisiones de conceptos, así como para regir el monto de obra (o capital disponible) a contratar.

2.4 Concursos y Tipos de Contratos

2.4.1 Concursos

En el periodo de preconstrucción de los proyectos de construcción, es necesario dividir el proyecto en diferentes “Paquetes de Contratación” para los cuales se realizará un concurso que definirá al contratista a ejercer los trabajos requeridos.

Los paquetes de contratación incluirán una serie de trabajos catalogados en categorías de acuerdo al tipo de tecnologías y procedimientos que se realicen . Debe entenderse que por cada paquete se tendrá un contrato de ejecución de obra y un contratista, aunque es posible que a un mismo contratista se le asignen varios paquetes de trabajos.

El método de asignación de paquetes de trabajos a contratistas se realiza a través de un Concurso de obra, que tiene como objetivo recibir las mejores propuestas técnicas y económicas de los licitantes capaces de ejecutar los trabajos que requiere el proyecto -o parte de ellos- al costo más

económico (diferenciando económico de barato) y mayor valor (calidad, servicio).

Los trabajos a completar el proyecto se dividirán en el número de paquetes que prefiera el Cliente, de acuerdo a una estrategia o esquema presentado por la Gerencia de Construcción y aprobado por el Cliente o Promotor. Tal estrategia debe definir el número, alcance y agrupación de actividades de cada uno de los paquetes, así como las fechas de contratación anticipada y/o requerida en relación con el Programa General del Proyecto y con el Programa de Diseño, implícito en el Programa General, dentro de este es necesario establecer periodos adecuados para la licitación, evaluación y aprobación del Cliente.

El éxito de la etapa de Contrataciones consiste en contratar –ya sea en un paquete o en otro- la totalidad de los trabajos que en efecto se han de requerir para completar el proyecto y no olvidar o duplicar conceptos de trabajo, por tal motivo es preciso dejar claro y libre de ambigüedades el desarrollo de los paquetes de contratación.

El objetivo de una gerencia de proyectos durante la etapa de adquisiciones (contratación) es el de aportar el mayor valor agregado a través de procesos y estrategias de contratación y compras combinando los objetivos del Cliente, los requisitos técnicos, de seguridad, de calidad y de ejecución, en cada uno de los paquetes que conformarán la construcción del proyecto.

Usualmente el proceso en que se realiza la compra de los trabajos resulta ser bastante largo, ya que antes de ser lanzados los trabajos a concurso es necesario que la Gerencia de Proyecto tenga un acercamiento con los posibles licitantes a fin de presentarles el proyecto, proporcionarles información, identificar problemas relacionados, comenzar a idear soluciones a la problemática presentada, y obtener un presupuesto preliminar de ellos. Para que esto pueda darse adecuadamente es necesario que los contratistas y proveedores firmen un acuerdo de confidencialidad a fin de evitar cualquier impacto negativo hacia el Cliente, el Proyecto y la Gerencia.

El éxito del programa de un proyecto sujeto al programa de una gerencia de construcción depende de la utilización de contratistas efectivos, con buena reputación y con salud financiera (Barrie, Paulson, Pág. 105, 1992), por tanto para ser llamadas a concurso es necesario que las empresas potenciales licitantes sean pre-calificadas en materia técnica, financiera y dependiendo la Gerencia en materia de Seguridad, Salud Ocupacional y Sustentabilidad. El requisito de adecuada calificación de los contratistas en todos los ámbitos es fundamental a fin de garantizar el mejor valor y la mejor competencia en un proyecto.

La precalificación de contratistas debe ser tal que permita determinar la capacidad de estos

para realizar determinado trabajo, obtener evidencia de trabajos en proyectos previos similares, así como manifestar que se cuenta con los recursos financieros suficientes para manejar el proyecto. Siendo rigurosos, sólo deberían ser llamados a concurso aquellos licitantes que hayan demostrado profesionalismo y competencia adecuada general en todos los procesos de precalificación a los que sean sometidos.

Además de la precalificación, se consideran trabajos previos de los contratistas a concursar y el desempeño de los mismos, la relación costo – calidad, y se analizan los problemas que se presentaron con los mismos (si los hubiere).

Es necesario obtener aprobación del promotor del listado de contratistas que serán llamados a concurso, ya que algunos clientes pueden tener reservas sobre el tipo de contratistas, sobre la calificación financiera de éstos o sobre específicos contratistas con los cuales desean o no trabajar.

A fin de obtener los mejores precios y desempeño de contratistas es necesario invitar a concursar a un número razonable de contratista precalificados de modo que no sean ni muchos ni pocos, ya que al ser muchos los concursantes se pierde el interés de los mismos, mientras que al ser muy pocos los concursantes se tendrá una pérdida de competencia e incremento de precios. El número adecuado de contratistas es de 6 a 10, a fin de asegurar competitividad entre los concursantes (Barrie, Paulson, Pág. 105, 1992).

Antes de convocar a concurso, es necesario que la Gerencia de Construcción elabore el Pliego de Bases de Concurso, el cual establece las condiciones, procedimientos y haberes que se esperan de un licitante para determinado contrato para el cual se convocará al concurso. Adicionalmente el pliego de bases debe estar formulado de manera que posteriormente forme parte del cuerpo del contrato, de modo que define plazos, obligaciones de las partes, procedimientos, situaciones de trabajo, e incluye: invitación a cotizar, planilla de cotización, responsabilidades del contratista, documentación técnica (especificaciones, dibujos, etc.), precios y formas de pago, programa de ejecución e hitos, seguros y garantías requeridas, así como penalizaciones aplicables.

La invitación a cotizar es un documento también llamado RFQ (*Request For Quotation* o Solicitud de Cotización) y en ocasiones resume y/o sustituye al pliego general de bases de concurso. Es preciso que el RFQ contenga todos los requerimientos que tendrá el cliente y la gerencia del contratista que ejecute la obra, a fin de evitar malentendidos y del mismo modo deberá ser tan explícito como sea posible a fin de eliminar supuestos o diferentes interpretaciones por el contratista.

La Gerencia de Proyectos al emitir un concurso, debe garantizar igualdad de condiciones

para todos los licitantes de un mismo paquete y para ello las bases deben estar disponibles para todos los licitantes al mismo tiempo, tendrán derecho (en algunos concursos es una obligación) de asistir a una visita de obra, tendrán oportunidad de exponer sus dudas y estas deberán ser resueltas por la Gerencia y/o el diseñador durante una junta de aclaraciones y finalmente todos deberán entregar su propuesta en la misma fecha pre-establecida.

Durante el periodo de concurso entre la fecha de emisión de bases y la fecha de entrega, los licitantes deben preparar sus propuestas técnicas y económicas, las cuales se componen usualmente por:

Propuesta Técnica:

- Currículum de la empresa
- Acta Constitutiva
- Estado Financiero
- Constancia de Asistencia a la Visita de Obra
- Constancia de Asistencia a la Junta de Aclaraciones
- Programa de los Trabajos
- Organigrama de la empresa
- Relación del Personal
- Relación de Maquinaria
- Descripción del Proceso Constructivo (Logística)
- Plan de Seguridad, Salud y Sustentabilidad
- Fianzas (Cumplimiento, Vicios Ocultos)
- Aceptación del Modelo de Contrato Planteado
- Devolución de la información

Propuesta Económica

- Carta de Compromiso
- Garantía de Sostenimiento
- Análisis de Precios Unitarios
- Análisis de Costos Indirectos
- Análisis de Financiamiento
- Análisis de Utilidad

- Catálogo de Conceptos (Planilla de Cotización)
- Cantidades de Obra
- Monto total de la Propuesta

Una vez que se han recibido las propuestas de cada uno de los licitantes convocados a concurso, se procede a la apertura de las mismas –muchas veces en presencia de los licitantes, otras veces en presencia del cliente, según se acuerde- y se elabora un Acta de Apertura de las propuestas, en la cual se registran las cifras correspondientes al tipo de oferta, junto con breves detalles de omisiones y/o calificaciones, ratificando los presentes y copiando y remitiendo al Cliente.

Conjuntamente se elabora una revisión de los conceptos presupuestados, sus cantidades, ubicaciones e importes, y se compara con el presupuesto base que el Departamento de Costos ha estimado previamente.

En algunos proyectos complejos, tras la apertura de la propuesta técnica es necesario que se reúna el equipo de Proyecto (Gerencia, Diseñadores, Asesores) para efectuar una revisión técnica de la misma.

Algunos puntos de especial cuidado en la revisión de las propuestas son el cumplimiento de hitos en el programa de obra presentado, el aseguramiento de la inexistencia de omisiones, las desviaciones en precios o cantidades de obra, así como las propuestas alternativas de mejora presentadas, éste último punto de particular importancia ya que supone un análisis adicional que en muchas ocasiones bien puede valer el esfuerzo que requiere.

La revisión de las propuestas económicas incluye la comparación de cantidades de obra estimadas de acuerdo a la documentación entregada, así como comparación y revisión de precios a través de las matrices de precios unitarios que conforman el catálogo de conceptos, sus precios de insumos, mano de obra y maquinaria.

Donald Barrie y Boyd Paulson (Pág. 107,1992) sugieren que a fin de asegurar que todos los licitantes sean tratados justamente en la evaluación de propuestas alternativas, se tomen las siguientes consideraciones:

1. Cuando un licitante cuya propuesta no es la de menor costo en el esquema normal solicitado y presenta una alternativa que cumpla con las especificaciones a un menor costo que el costo básico, se deberá asignar los trabajos a tal licitante.
2. Cuando bajo condiciones similares, un licitante emite una propuesta alternativa que

representa un ahorro significativo pero su desempeño no es igual al especificado aún siendo aceptable como sustituto, se deberá dar a todos los licitantes la alternativa de cotizar esta misma propuesta y se adjudicarán los trabajos a quien presente la propuesta alternativa con el menor costo.

3. Cuando una propuesta alternativa tiene un alto costo y no es la propuesta más baja en general, y si la alternativa es benéfica para el proyecto y aceptada por el diseñador y cliente, el licitante con la propuesta más baja deberá ser contactado para cotizar bajo esa modificación propuesta.

En algunas ocasiones es necesario contactar a los licitantes a fin de obtener información adicional o clarificar cuestiones sobre sus propuestas. Puede presentarse la ocasión de que se generen nuevos dibujos que impliquen la modificación de precios en algunos conceptos. Adicionalmente se revisan procedimientos constructivos a detalle y planes de salud y seguridad de los mismos, pudiendo discutirse o solicitando cambio de detalles particulares. Toda discusión sostenida en juntas post-oferta con licitantes deberá ser asentada en minutas de reunión a fin de brindar carácter formal a las decisiones o resoluciones que se hayan tomado.

Una vez que se han realizado todos los posibles ajustes a las propuestas, así como los análisis que realiza la gerencia, ésta emite al promotor una carta de recomendación sobre el contratista a elegir, incluyendo adicionalmente dos contratistas más a fin de conformar una terna. La carta de recomendación debe contener la explicación completa y justificación sobre la decisión tomada al recomendar al posible ejecutante de los trabajos.

Es acertado considerar que una vez que se ha precalificado a los contratistas y se ha revisado que las propuestas estén completas el único parámetro que regiría la licitación sería el precio, no obstante puede ocurrir el caso de que las propuestas alternativas a pesar de tener un costo mayor proporcionen valor al proyecto a través de ahorros en tiempo, procedimientos posteriores o de otra índole, así como también en el caso de que la propuesta con el monto más bajo no garantice el cumplimiento del programa de obra, por tanto es sumamente importante siempre recordar que barato no es lo mismo que económico, y que la afirmación coloquial “lo barato sale caro” suele ser muy cierta.

El Cliente tras recibir la oferta tomará la decisión del contratista a cuál adjudicar los trabajos y comunicará a la Gerencia de Proyecto su decisión de acuerdo a la fecha estipulada en el calendario de Contratación, de acuerdo a los hitos pre-establecidos.

Cuando ya se tiene autorización del Cliente para adjudicar la obra a determinado contratista, es posible dar la noticia al contratista ganador del proceso de licitación del contrato, mientras que a los licitantes restantes, es práctica común enviar una Carta de Agradecimiento por haber participado en el proceso de adjudicación de la obra.

Para casos extraordinarios, puede ocurrir que determinado paquete de trabajos sea adjudicado directamente a un contratista en específico ya sea porque no existen más contratistas calificados para ejecutar el trabajo que aquél que por su reputación y capacidad comprobada de ejecutarlos sea asignado, o bien porque el paquete de trabajos contiene la inclusión de tecnologías o procesos propios requeridos por el proyecto (cual es el caso de Vigueta y Bovedilla, Tierra Armada, entre otros). También se da el caso en que un contratista es adjudicado directamente porque ha demostrado tener estándares altos de calidad en sus procedimientos y se dispone a participar en el financiamiento de los trabajos que ejecute mediante la aceptación de fechas remotas de pago.

2.4.2 Tipos de contratos

Los proyectos de construcción al ser únicos requieren también de arreglos únicos que permiten comprar la ejecución de los trabajos bajo diferentes esquemas, para ello se utilizan diferentes tipos de contratos a modo de adaptarse de la mejor manera a las necesidades de cada proyecto en función del tiempo, del estado del proyecto y del tipo de riesgo que el Cliente o Promotor de un proyecto desee asumir.

Un contrato es el instrumento legal en el que se resumen las condiciones en que un contratista (el que oferta un servicio) y un contratante (quien requiere del servicio) se comprometen a actuar dentro del marco de una situación determinada, como es la ejecución de un proyecto, estableciendo que el contratista realizará un trabajo determinado para el cual el contratante hará un pago establecido de común acuerdo.

Adicionalmente a lo establecido en el pliego de bases y condiciones generales de contratación, en un contrato deben incluirse algunas disposiciones o cláusulas para la asignación de riesgos entre las partes involucradas, tales como: eventos naturales (terremotos, huracanes, etc.), indemnizaciones entre las partes y a terceros, condiciones diferentes en sitio, salud ocupacional y seguridad de los trabajadores, permisos y licencias, terminación del trabajo, suspensión del trabajo, garantías, etcétera (Hendrickson, 8.2, 2008).

2.4.2.1 Contrato a Precios Unitarios

El contrato de obra a Precios Unitarios, consiste en la consideración de un precio por unidad de trabajo ejecutado (concepto). La suma de los productos de cantidades de obra por los precios unitarios es igual al total del monto del concepto.

Este tipo de contrato se utiliza cuando se conoce el tipo y condiciones de trabajo que se requieren y a la vez se tiene incertidumbre sobre la cantidad de unidades de los conceptos de trabajo a ejecutar, de modo que el contratista habrá de percibir como pago la suma de las cantidades de trabajo ejecutadas multiplicada por el precio unitario convenido (Hendrickson 8.4, 2008).

La elaboración de cada concepto de precios unitarios debe ser lo más precisa y explícita posible, a modo de que se incluya evidentemente todo lo necesario para la ejecución del concepto de trabajo.

Las ventajas de este tipo de contrato son:

1. A pesar de que se tenga un estimado de cantidades de obra, se tiene la flexibilidad de incrementar o reducir éstas de acuerdo al trabajo ejecutado dependiendo de las necesidades del proyecto.
2. No se requiere del diseño detallado, se puede presupuestar contando únicamente con detalles típicos
3. Permite un pronto comienzo de los trabajos.

Simultáneamente, las desventajas que presenta el contrato a Precios Unitarios son:

1. No es posible conocer el costo real del proyecto, sino hasta la finalización del mismo.
2. Requiere de personal adicional en campo para realizar generadores de obra (determinación de cantidades), de los conceptos de trabajo ejecutados.
3. Se presta a la presentación de ofertas poco balanceadas.

Este tipo de contratos le retira al contratista el riesgo de imprecisión en la determinación de las cantidades de obra, no obstante algunos contratistas emiten una propuesta poco balanceada cuando descubren que su cómputo difiere sustancialmente del cómputo que ha determinado la Gerencia de Construcción. Una propuesta poco balanceada es aquella que mientras sustenta conceptos con un precio muy bajo, contiene otros con un precio por arriba de su valor real, una práctica común en ofertas poco balanceadas es elevar el precio de los conceptos que se ejecutan primero y mantener precios normales o bajos en las tareas finales, esto a efecto de contrarrestar de

una manera inconsistente la necesidad de financiamiento .

2.4.2.2 Contrato a Precio Alzado

El contrato a Precio Alzado es también conocido como contrato “A Precio Fijo”, y se caracteriza porque tal como su nombre lo dice, el contratista acuerda ejecutar un trabajo o serie de trabajos a un costo fijo inamovible y previamente establecido y/o negociado con el promotor. El costo de los trabajos incluye un margen de utilidad para el contratista.

Los montos de contrato a Precio Alzado se obtienen comúnmente bajo la base de precios unitarios multiplicados por sus correspondientes cantidades estimadas.

Algunas ventajas de este tipo de contrato son:

1. El promotor conoce el costo de los trabajos antes de que se contraten los mismos, mientras que el contratista se deberá esforzar por mantener los gastos dentro del presupuesto pactado
2. Se requiere la mínima intervención del Cliente o de la Gerencia de Construcción, ya que las decisiones diarias las toma el Contratista, siendo responsabilidad exclusiva de él la ejecución de los trabajos
3. Puede obtenerse un mejor precio al haber competencia entre licitantes del mismo paquete.

Por el otro lado, las desventajas del contrato a precio alzado son:

1. Requiere de mayores tiempos de diseño y construcción ya que para poder emitir un costo fijo global se requiere de un diseño completo o sujeto a mínimos cambios
2. Durante el desarrollo de la obra se pueden presentar cambios en el trabajo o condiciones inesperadas que a menudo redundan en disputas sobre los sobre costos generados.
3. El Contratista deberá absorber los gastos excedentes producto de sus deficiencias en las consideraciones de costos (rendimientos desfavorables, tareas o materiales omitidos en matrices, etcétera).

El contrato a Precio Alzado es un contrato en el que el riesgo se transfiere al contratista (Hendrickson, 2008) y por tanto representa un reto y una oportunidad para el contratista; reto porque debe ser capaz de definir claramente cuál será el alcance de los trabajos; saber si podrá hacerlo en el tiempo de ejecución requerido y bajo las condiciones que le solicita el cliente, y oportunidad porque puede aprovechar las condiciones y analizar adecuadamente los riesgos para obtener la

máxima utilidad posible (Hernández, http://www.obrasweb.com/art_view.asp?seccion=Noticias+de+la+Industria&cont_id=3456, Agosto 2010).

2.4.2.3 Contrato a Precio Máximo Garantizado

El contrato a Precio Máximo Garantizado consiste en la ejecución de los trabajos por el contratista a cambio de un monto de obra máximo o tope, considerando que los posibles ahorros generados en el desarrollo de los trabajos se dividen entre contratista y promotor, o se convierten en ganancias para el contratista, mientras que si el costo real excede al monto del contrato, el contratista es responsable y debe absorber ese excedente.

El contrato a Precio Máximo Garantizado se utiliza cuando el objetivo del proyecto está bien definido y el riesgo respecto al costo y tiempo de ejecución del proyecto depende exclusivamente del contratista, los cambios presentados deben ser mínimos ya que las especificaciones del proyecto han sido previamente autorizadas por el Cliente (Hendrickson, 8.4, 2008).

Adicionalmente el contrato a Precio Máximo Garantizado usualmente rige al contrato utilizado entre el Cliente y la Gerencia de Construcción, ya que en gran cantidad de ocasiones la GC se compromete a no exceder el costo de construcción previamente establecido.

2.5 Planeación de obra

La planeación de la obra es una actividad fundamental que requiere la determinación de las tareas a ejecutar, la elección de las tecnologías a emplear, la estimación de los recursos y duraciones de procesos requeridos, así como la identificación de las interacciones entre diferentes tareas a ejecutar (Hendrickson, 9.1, 2008), de igual modo la planeación define los métodos de financiamiento, selección de recursos y procedimientos a utilizar en la construcción.

La planeación de la obra incluye además el establecimiento de decisiones organizacionales entre los participantes del proyecto, así como de las organizaciones a incluir en el mismo. La planeación de la construcción no es una actividad exclusiva de la obra, sino que debe ser una tarea que comienza a realizarse durante el diseño del proyecto.

Las decisiones a tomar durante la planeación de obra dependen del tiempo y el costo que se requiere o desea tener la obra, de modo que partiendo de ahí se deberá jugar con estas dos restricciones buscando el menor tiempo y el menor costo, teniendo siempre presente que decantarse

más por uno afectará el otro: menos tiempo y más costo, o menos costo y más tiempo de ejecución, es por ello que se requiere de la planeación a fin de obtener el equilibrio que brinde las soluciones más razonables para cada proyecto.

2.5.1 Programación de Obra

El proceso de planeación de una obra comienza con la identificación de la secuencia lógica de operaciones obteniendo el tiempo que se requiere en cada una de ellas a modo de obtener como resultado el diseño construido, a este proceso se le llama Programación.

Antes hemos hablado un poco del programa general del proyecto, el cual incluye las etapas de diseño y concursos, así como la construcción del mismo, y es en el programa de construcción en el que haremos énfasis en este momento.

La importancia de una buena programación radica en que a medida que el tiempo de ejecución de una obra se prolongue se prolongará también el costo.

La programación de la obra parte de la descomposición de la misma en diferentes actividades o trabajos, separados por contratos o alcances, y a su vez cada una de estas actividades se subdivide en tareas de acuerdo al proceso constructivo planteado.

Como parte de la programación es necesario definir las actividades o trabajos que se realizarán, el tiempo requerido por el constructor para efectuarlas, así como la secuencia o precedencia establecida entre ellas y de manera simultánea se deben definir los recursos que se utilizarán para realizarla. El inicio o fin de ciertas actividades dentro del ámbito de la programación de un proyecto, puede marcar hitos, los cuales se definen como puntos importantes que indican el progreso del proyecto, como ejemplo, los hitos pueden ser: el colado de la losa de fondo de un cajón de cimentación, el arranque de la estructura metálica de un edificio, o el establecimiento de condiciones estancas (*dry conditions*) en el mismo.

En el proceso de programación de un proyecto se parte del establecimiento de las actividades generales que se involucran en la construcción del proyecto y se realiza un programa general de la obra de una manera un tanto burda, el cual conforme se va obteniendo mayor información y se van definiendo más aspectos constructivos es posible ir detallando mediante el establecimiento de tareas y subtareas.

Podemos pensar que a mayor detalle se tendrá mayor precisión sobre los tiempos a programar, no obstante que si el programa es demasiado detallado y específico se vuelve costoso e

inviabile el proceso de planeación, mientras que si el mismo es muy generalizado es imposible definir de una manera realista los tiempos y recursos requeridos por el proyecto, por lo tanto el grado de detalle de un programa de obra es un elemento que debe encontrar el equilibrio perfecto de modo que sea manejable pero suficiente (Hendrickson, 9.3, 2008).

La importancia del grado de detalle de la programación, radica en que al ser explícita permite comparar con el presupuesto y asegurar que cada una de las tareas programadas haya sido presupuestada, o bien que cada tarea presupuestada sea a su vez programada. Adicionalmente, un programa adecuadamente detallado en la etapa de preconstrucción, será de utilidad en la etapa de construcción a fin de hacer el seguimiento de avance de tareas y trabajos.

La programación de obra se concentra en un documento denominado “programa de obra”, el cual contiene enumeradas las actividades que se requieren para construir el proyecto, y que sirve de directriz en así como sus duraciones teóricas, fechas de inicio próximo y remoto, terminación próxima y remota, holguras, actividades sucesoras y predecesoras, e hitos.

2.5.1.1 Restricciones en el programa de la obra

Al realizar la programación de la obra, se encontrarán restricciones de diferentes índoles que afectarán y definirán el curso, la duración y la secuencia de las actividades, tales restricciones las podemos catalogar en tres tipos diferentes:

1. Restricciones Técnicas: son aquellas que surgen por el propio proyecto y por su proceso constructivo, obligando al proyecto a ejecutarse bajo condiciones particulares, como ejemplos podemos tener los siguientes, desde lo más complejo a lo más obvio:
 - El Colado de losas de entrepisos, únicamente hasta después de que tensores metálicos hayan sido colocados algunos niveles arriba a fin de garantizar la integridad estructural durante el proceso de armado de estructura.
 - La necesidad de realizar el colado de Muro Milán, en un lapso de menos de 36 horas posteriores a la finalización de la excavación y desarenado para evitar la degradación del lodo bentonítico de perforación.
 - El pintado de muros de cubos de escaleras, una vez que se hayan reducido el resto de actividades dentro de los mismos, a fin de evitar se ensucien por el tránsito de trabajadores de la obra.
 - La colocación de una carpeta asfáltica en un tramo, hasta que el mismo cuente con la

totalidad de Base y Sub-base, así como las respectivas pruebas de compactación.

2. Restricciones Económicas: son aquellas que surgen tras las condiciones económicas y financieras que se presentan en el proyecto, en cuanto a la limitante en recursos materiales, o bien a un reducidos recursos económicos, a modo de ejemplo pueden ser restricciones económicas:
 - Disponibilidad de juegos de cimbra pequeños, que redunden en un mayor número de ciclos de colado
 - Lento desarrollo de los trabajos al contar únicamente con un tope máximo a pagar por periodo mediante estimaciones semanales/mensuales
 - Requerimiento de completar trabajos particulares como la estructura a fin de garantizar un precio negociado
 - Terminación avanzada de cimentación para enganchar financiamiento de la construcción restante
3. Restricciones del Propietario: cuando por intereses del propietario o promotor el programa debe ajustarse a cumplir ciertos objetivos que afectan la planeación, como son las siguientes.
 - Necesidad de terminar la obra para ser entregada a inquilinos o usuarios finales, ya sea para uso definitivo o para adecuaciones (*fit-out*)
 - Terminación pre-establecida de trabajos en fachada por duración temporal de uso de banqueta
 - Compromisos políticos establecidos, inauguración del proyecto antes del inicio de campañas electorales, etcétera.

2.5.2 Logística

Se conoce como logística a la parte de una cadena de consumo en la que se planea, implementa y controla el flujo de bienes, servicios y datos relacionados para cumplir los requisitos de los clientes (Council of Logistics Management, 1991).

Parte de la logística comprende una integración con la programación de obra, por lo cual en esta etapa es requerida la selección de equipos y métodos de construcción, asimismo a lo largo de esta etapa se desarrollan programas para la obtención de materiales, mano de obra y equipos y se elabora un flujo de caja del proyecto durante la etapa de construcción (García, Padilla, Pág.2, 2005).

Dado que la construcción requiere de toma de decisiones constantes, es función de la logística el facilitar la toma de decisiones para las operaciones del día a día hasta las que se realizarán dos semanas después como mínimo, lo cual es factible de realizar mediante la planeación, organización, dirección y control de las actividades antes y durante su ejecución.

Parte de lo que comprende la logística es la distribución adecuada de los recursos materiales y humanos. Respecto a los recursos materiales ubicamos: materiales de construcción, herramientas, equipos y maquinaria.

El proceso de la logística comprende (Jang, Russel, Seong Yi, Pág. 2, 2003):

- i) Suministro, almacenamiento, proceso y manejo de materiales
- ii) Suministro de fuerza de trabajo
- iii) Control de la programación
- iv) Infraestructura de la obra y localización de equipos
- v) Administración del flujo de materiales en la obra
- vi) Administración de la información relacionada con los flujos físicos y de servicios

Los ámbitos que competen a la logística dentro de la construcción son: logística de suministros y logística de obra.

En la logística de materiales, la organización ideal es aquella en la que los recursos materiales que se distribuyen en obra son los correctos (calidad), llegan a la obra en el momento y cantidad correctos, son almacenados (aún momentáneamente) en el lugar adecuado y permiten que el proceso en que se involucran se lleve a cabo en el lugar correcto.

La logística de obra implica el flujo físico del proyecto, la organización, planeación y dirección de los procesos dentro del sitio de construcción, así como también el manejo de los sistemas, manejo de la seguridad y los riesgos, la definición de secuencias de actividades, así como la resolución de conflictos e interacciones entre los contratistas.

Un factor particular de la logística que debe desarrollar la gerencia del proyecto es el de lograr la cooperación y el trabajo conjunto y coordinado entre los trabajadores de distintos contratistas y sus gerentes, lo cual es posible lograr únicamente mediante la confianza, dedicación a las metas comunes y entendimiento de necesidades y expectativas de todas las partes involucradas.

Los desafíos principales que presenta la logística en una obra son:

- Asegurar el flujo de trabajo continuo mediante el oportuno suministro de bienes y mediante

la entrega oportuna y/o autorización de planos emitidos para construcción, de lo contrario se generan tiempos muertos y retrasos, lo cual redundará en costos adicionales para el proyecto

- Evitar tiempos de espera de transportes para el ingreso a la obra y para descarga de los mismos, reduciendo el número de los camiones que ingresan/egresan de la obra mediante la eficiencia de carga en cada uno de los mismos
- Reducir el número de horas/hombre empleadas en descarga y movimiento de suministros por la obra y por tanto reducir el costo en mano de obra.
- Minimizar inventarios de materiales en la obra, ya que la acumulación excesiva de materiales impide utilizar oportunamente los espacios, ocasiona movimientos adicionales y el material mismo puede sufrir desperfectos o pueden verse alteradas sus propiedades por almacenamientos inadecuados.

Las ventajas que se logran en los proyectos al contar con una adecuada logística son: reducción de residuos, reducción de tiempos de construcción, reducción de costos, reducción de riesgos de seguridad y salud ocupacional, mejoramiento de la calidad de los trabajos y mejoramiento de la imagen de la industria (Strategic Forum for Construction, Pág.5, 2005).

Una logística de obra óptima es posible alcanzar mediante el desarrollo de equipos de proyecto que incluyan a los contratistas y a los fabricantes de materiales principales desde el arranque del proyecto.

Adicionalmente la logística en los años próximos debe apuntar al uso de elementos prefabricados de fábrica o en talleres fuera de la obra a fin de minimizar el número de productos entregados o ensamblados en el sitio de obra, lo cual es posible mediante la implementación de métodos modernos de construcción.

La suma de los estudios en materia de logística de un proyecto se resumen en un documento denominado "Plan Logístico", el cual debe contener una memoria descriptiva del procedimiento constructivo a seguir, conteniendo el listado de equipos a utilizar, la secuencia típica de construcción, plan de suministros, horarios de trabajo, histograma de personal en la obra, flujo de vehículos esperado, memoria de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas provisionales, mapas con rutas de acceso y egreso a y de la obra, etcétera. Adicionalmente algunas gerencias de construcción requieren que los contratistas presenten un Plan de Seguridad y Salud, Plan de Sustentabilidad y Residuos Sólidos, Plan de Emergencias, Protocolo de control de Accesos, entre otros.

En la actualidad mucha de la planeación de la obra se realiza mediante la elaboración del plan logístico, y para ello resulta necesario modelar o simular el proceso de construcción, tarea que se facilita gracias al apoyo de simulación formal computarizada mediante modelos de CAD (*Computer Aided Drawing*, Dibujo Asistido por Computadora) y BIM (*Building Information Modelling*, Modelado de Información de Edificios). El uso de modelos tridimensionales permite simular los requerimientos de espacios para las operaciones de construcción así como la identificación de interferencias. La elaboración de modelos permite además de identificar interferencias, la definición del proceso constructivo ideal y la visualización de condiciones críticas de diseño que permiten establecer junto con el diseñador estructural las demandas en cargas y condiciones que se presentan durante la construcción del proyecto.

Capítulo 3

Construcción

Toda vez que dentro de un proyecto de construcción se ha realizado el diseño de detallado (o al menos con un grado importante de detalle), se han concursado los paquetes (o parte de ellos) y se ha asignado un contrato es necesario que se cuente con un plan de obra (realizado de acuerdo a la planeación previa) que permita comenzar con los trabajos físicos.

Puede ocurrir que la Gerencia antes de que se formalice el contrato de un determinado paquete adjudicado a un contratista, emita un *Notice to Proceed* o "Aviso para proceder"; documento mediante el cual el Promotor da la autorización al Contratista para ejecutar la movilización al sitio y hacer los arreglos pertinentes para iniciar la obra.

Para comenzar con los trabajos físicos es necesario que la gerencia de construcción establezca una oficina de obra, preferentemente dentro del sitio de obra o al menos muy cerca de la misma a modo de poder atender eficientemente en campo cada uno de los detalles que se requieran. Para establecer la oficina resulta necesario la construcción/adequación de la misma dentro del sitio o en su defecto la renta de una caseta prefabricada o de una oficina en algún inmueble cercano. La oficina de obra debe contar con los servicios que permitan la cómoda y oportuna ejecución de las labores de la personal (profesional) asignado al proyecto, tales como: electricidad, telefonía, internet, sanitario, además de estar equipada con planos y planeros, archiveros, gabinetes, escritorios, etcétera.

Antes de comenzar con los trabajos es necesario que se cuente con todos los permisos requeridos para la ejecución de la obra: manifestación o permiso de construcción, excavación y/o demolición, permiso de uso de banqueta, autorización de rompimiento de banqueta y guarnición, manifestación de inyección de aguas freáticas al sistema de drenaje pluvial, estudio de impacto urbano, manifestación de impacto ambiental, entre otros. La obtención de esta serie de permisos no es responsabilidad de la Gerencia de Construcción sino del Promotor mismo, o en su defecto de un contratista especializado en Gestoría, contratado por el Promotor por medio de la Gerencia de Construcción.

Simultáneamente se debe realizar en el sitio (a través del contratista adjudicado) la colocación de un tapial de obra (en el caso de que no exista), la protección y/o retiro de instalaciones públicas urbanas existentes, así como la organización de la obra de acuerdo a la logística estudiada: patios de maniobras, áreas de carga/descarga, áreas de almacenaje, áreas para disposición de

residuos sólidos, conexión de las instalaciones provisionales: hidráulica, sanitaria, eléctrica, iluminación, telefonía, etcétera.

3.1 Plantilla de la Gerencia

La plantilla de la gerencia es el conjunto de los profesionales empleados de la gerencia que se encargarán de ejecutar las actividades contractuales entre el Cliente y la Gerencia, de modo que se deberá de asignar el personal suficiente para realizarlas.

Puesto que todos los proyectos son distintivos y puesto que las actividades particulares que realice una Gerencia dentro de un proyecto depende de los alcances del contrato que ésta mantenga con su Cliente, no existe una plantilla igualmente válida para todos los proyectos, no obstante la plantilla de un proyecto típico en la etapa de preconstrucción se forma por:

- Gerente de Proyecto (*Project Manager*)
- Coordinador de Diseño (*Design Coordinator*)
 - Arquitectónico (*Architecture*)
 - Estructural (*Structural*)
 - Instalaciones (*MEP*)
 - Logística (*Logistics*)
- Estimador (*Estimator*)
- Programador (*Scheduling Engineer*)
- Concursos (*Procurement/ Contract Engineer*)

Además de la intervención de Ejecutivos de Proyecto (*Project Executive*), entre otros.

Y en la etapa de construcción una plantilla sería:

- Gerente de Proyecto (*Project Manager*)
- Superintendente (*Superintendent / Construction Manager*)
- Residentes de Obra: (*Field Engineer*)
 - Civil (*Civil*)
 - Estructura Metálica (*Framing*)
 - Fachadas (*Cladding*)
 - Interiores (*Finishes*)
 - Instalaciones (*MEP Inspector*)
- Control de Documentos (*Document Controller*)

- Control Presupuestal (*Project Controller*)

El personal perteneciente a una plantilla de un proyecto puede encontrarse laborando en el mismo al 100% o en un porcentaje diferido (50%, 33%, 25%) de acuerdo a los alcances que tenga establecidos la gerencia en el contrato del proyecto. De igual modo es posible que el personal a tiempo parcial se encuentre laborando en el sitio de la obra o en la oficina central de la Gerencia. Es importante que la gerencia de proyecto tenga la ética y el personal suficiente para cumplir efectivamente con los porcentajes “vendidos” al Cliente. A su vez, la gerencia debe disponer del personal suficiente para ejecutar todos los trabajos contratados y establecer sus límites cuando así se requiera, a fin de no requerir del continuo sobretrabajo (trabajo mas allá del horario habitual) del personal que conforma la plantilla.

Es importante recalcar que una Gerencia de Construcción normalmente no ejecuta ningún trabajo físicamente, y por lo tanto entre su personal no hay técnicos-obreros sino profesionales que han de monitorear y controlar los aspectos que limitan al proyecto: costo, tiempo y calidad, aunque siendo profesionales, es necesario controlar adicionalmente la seguridad ocupacional y la sustentabilidad.

3.2 Control Presupuestal

Se denomina control presupuestal o control de costos al conjunto de actividades administrativas que permiten conocer la manera en que se está utilizando el recurso económico con respecto al avance de la construcción de un proyecto.

Puesto que el Promotor ha dispuesto de un capital que genera intereses, el objetivo del control presupuestal es el de encontrar las desviaciones del plan del proyecto en la erogación de recursos financieros, y es necesario realizarlo e identificar a tiempo por qué y cuánto se han modificado los costos de construcción y justificarlos con toda honestidad para poder decidir las acciones a seguir ante las variaciones al presupuesto en que se ha incurrido producto de las modificaciones requeridas (Olguín, Pág. 63, 1991).

El control presupuestal parte del plan de construcción y del flujo de caja estimado de acuerdo a los paquetes de trabajos y al programa preliminar. El presupuesto estimado detallado se convierte en el presupuesto del proyecto (o presupuesto base) y es el parámetro de comparación ante el costo real del proyecto (Hendrickson, 12.2, 2008). Un control presupuestal incluye medidas,

controles, gráficas y apreciaciones que permiten ver lo que está costando la obra, así como también comparar ese costo contra el costo planeado.

A efectos de realizar el control presupuestal es necesaria la clasificación de cada erogación realizada a través de códigos o centros de costos (Hendrickson, 12.2, 2008) que permiten fácilmente identificar de forma global en qué se está gastando el dinero de forma integral sin diferenciar en materiales, mano de obra o equipo, ni a paquetes específicos, sino de acuerdo al tipo de trabajo: diseño, construcción, otros, con sus respectivas subcategorías, por ejemplo: cimentaciones, estudios de viento, estructura metálica, etcétera.

De igual modo que con el presupuesto es necesario catalogar los costos incurridos, y de igual forma es posible codificar los costos mediante el *Masterformat* del CSI, ya que éste establece automáticamente jerarquías para clasificar secciones del proyecto.

Al controlar el presupuesto es necesario que cada uno de los pagos que se realizan sea ingresado al control, y asignado un centro de costos.

3.2.1 Presupuesto Base v.s. Presupuesto Real

Al controlar el presupuesto, cada periodo resulta indispensable realizar un corte que permita definir el estado económico del proyecto, lo cual se logra mediante la comparación de montos del presupuesto Base (o presupuesto detallado, establecido como parámetro) contra los montos erogados hasta el momento y sus tendencias a futuro (Hendrickson, 12.3, 2008).

Para poder comparar los costos es necesario comprender algunos conceptos:

- Costo de Presupuesto Base: es el que se prepara en el periodo de preconstrucción, asentado para ser un parámetro de comparación.
- Costo Total Proyectado: es el presupuesto base actualizado con costos actualizados de acuerdo al progreso del proyecto, así como a pronóstico de costos futuros.
- Costo Comprometido: es el costo estimado por elementos ya contratados o adquiridos, aún no ejecutados.
- Costo Ejercido: es el costo actual registrado en el registro financiero del proyecto (erogaciones realizadas por pagos a contratistas, gastos de materiales suministrados por el Cliente, pagos a asesores y proyectistas).
- Variación: es la diferencia existente entre el costo proyectado y el costo del presupuesto base.

De acuerdo a lo anterior, se muestra a continuación un ejemplo de control presupuestario correspondiente a la remodelación y refuerzo de una casa antigua en la ciudad de México.

Rubro	Presupuesto Base (I)	Costo Total Proyectado (II = A + B + C)	Costo Comprometido Pendiente (A)	Costo Expuesto a OC (B)	Costo Ejercido (C)	Variación (II – I)
Preliminares	\$3,276,783.00	\$2,848,112.00	\$393,987.00		\$2,454,125.00	-\$428,671.00
Refuerzo nervaduras	\$4,121,880.00	\$3,104,427.00			\$3,104,427.00	-\$1,017,453.00
Trabes	\$1,156,944.00	\$1,176,371.00	\$19,427.00		\$1,156,944.00	\$19,427.00
Apoyos metálicos	\$664,529.00	\$431,262.00			\$431,262.00	-\$233,267.00
Cimentación Provisional	\$2,147,747.00	\$3,127,967.00	\$1,699,254.00		\$1,428,713.00	\$980,220.00
Armaduras	\$2,784,712.00	\$1,843,943.00			\$1,843,943.00	-\$940,769.00
Refuerzo muros estructurales	\$1,775,908.00	\$915,668.00			\$915,668.00	-\$860,240.00
Re-Nivelación con equipos hidráulicos	\$5,461,500.00	\$6,997,439.00	\$1,535,939.00		\$5,461,500.00	\$1,535,939.00
Albañilerías	\$331,890.00	\$537,738.00	\$462,750.00		\$74,988.00	\$205,848.00
Acabados	\$1,599,026.00	\$476,047.00			\$476,047.00	-\$1,122,979.00
Ingenierías	\$583,253.00	\$201,347.00			\$201,347.00	-\$381,906.00
Total	\$23,904,172.00	\$21,660,321.00	\$4,111,357.00	\$0.00	\$17,548,964.00	-\$2,243,851.00

Ejemplo de Control Presupuestal

El total mostrado en la columna variación en este caso presenta un valor negativo (con signo -) nos advierte de ahorros presentados al momento del corte, habiendo todavía trabajos por realizar. En caso de que el total de la columna variación tuviera un signo positivo se estaría tratando de un caso en el que los costos reales proyectados son mayores a lo que se había estimado previamente (Presupuesto Base), y es deber de la Gerencia de Construcción y del Contratista sustentar esa diferencia de acuerdo a las órdenes de cambio autorizadas ya sea por cambios de proyecto, elementos no contemplados u omitidos, o bien por imponderables varios.

Al realizar el control presupuestal es necesario no solo conocer las condiciones económicas actuales del proyecto o las ya acontecidas, sino también pronosticar costos futuros y anticipar problemas futuros. El pronóstico de costos a futuro es posible gracias a algunas técnicas que brevemente explicaremos a continuación (Hendrickson, 12.3, 2008):

- **Unidades de trabajo completadas:** este método obedece a la tendencia actual que obedece el proyecto, de modo que las cantidades de trabajo ejecutado se convierten en el parámetro de referencia.

A través de una extrapolación lineal podemos determinar el costo total designado por C_t partiendo del Costo a la fecha (C_f) y la proporción de trabajo completado para esa misma fecha (p_f):

$$C_t = \frac{C_f}{P_f}$$

Ejemplo: Una actividad tiene un avance del 50% y un costo a la fecha de \$40,000.00, entonces el costo total para el avance del 100% sería:

$$C_t = \frac{40,000}{0.5}$$

$$C_t = \$80,000$$

Mediante el uso de costos unitarios reales, siendo T unidades de trabajo y c_t el costo real promedio por unidad de trabajo, el costo total será:

$$C_t = Tc_t$$

Ejemplo: Para un trabajo con un costo unitario promedio de \$125.00/m³ de excavación, y un volumen de 1,600 m³, el costo total es:

$$C_t = (1,600)(125.00)$$

$$C_t = \$200,000$$

- **Progreso Acumulado:** las actividades pueden descomponerse en diferentes elementos, los cuales al ser completados conforman un porcentaje relativo al porcentaje general de la actividad.

Ejemplo: para el caso de la instalación de tubería para instalación hidráulica de PVC:

- Colocación en sitio: 20% del trabajo, 20% acumulado
- Soldado por termofusión: 40% del trabajo, 60% acumulado
- Pasos y ajustes completos: 30% del trabajo, 90% acumulado
- Pruebas a presión y completado: 10% del trabajo, 100% acumulado.

- **Relación de Costo:** se considera que el monto presupuestado corresponde al 100% de los trabajos, de modo que el avance de obra será el que corresponda al monto de obra erogado. No obstante este método contempla que todo el trabajo es igual de costoso y por tanto el porcentaje realmente ejecutado puede ser diferente al obtenido.

3.2.2 Generadores

Uno de los controles de obra que se realizan es la cuantificación teórica y física de los volúmenes de obra ejecutados, los cuales deben ser realizados por el Contratista y ser revisados por el personal de la Gerencia de Construcción, al reporte de tal cuantificación se le conoce como Generadores.

Los Generadores se realizan en un formato que usualmente contiene un desglose detallado de las áreas o fragmentos en que se ha descompuesto la obra (paneles, sectores geográficos, niveles, etcétera), e incluye la descripción, las unidades, cantidades, ubicación, y un croquis de referencia. Es necesario que los generadores sean lo más explícitos posible a fin de requerir la mínima intervención de de las partes involucradas durante el proceso de revisión de los mismos.

Se elabora un generador por cada uno de los conceptos respectivos a los trabajos ejecutados, sin importar si pertenecen al catálogo de conceptos contratados, o si corresponden a trabajos extraordinarios.

Una característica de los generadores es que deben contener únicamente cantidades de obra ejecutada, y no así los precios de los conceptos o los importes por los trabajos ejecutados.

Es responsabilidad de la Gerencia de Construcción verificar que las cantidades reportadas en los generadores sometidos a consideración, correspondan efectivamente a los trabajos ejecutados, en caso de duda se procede a solicitar clarificación de las mediciones y cuantificaciones y en caso de que los generadores estén equivocados se deberá solicitar corrección de los mismos. A la serie de correcciones, explicaciones y demostraciones que hace el contratista y la gerencia para comprobar los generadores se le conoce como conciliación, durante la cual se revisan los criterios utilizados y se presentan evidencias de lo ejecutado en campo.

Puede apreciarse en la página siguiente un ejemplo de Generador, cuantificando el concreto estructural en contratrabes.

Proyecto : Torre Mississippi	Fecha: 06-Oct-08
Ubicación : Río Mississippi	Elaboró : Edmundo Bernal

SERVICIOS DE GERENCIA SA DE CV

GENERADORES

Código	Concepto	Unidad	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Subtotal	Total	Observaciones
CONC-CT	Concreto en Contratraves	m3							3,742.03	
	Concreto Premezclado Bombeable con f'c=300 kg/cm2, Rev. 20. TMA 3/4" en Contratrabe CT-1								210.49	
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Eje 1, A-B	8.16	0.50	2.65	1.00	10.81		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, B-C	9.07	0.50	2.65	2.00	24.04		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, C-D	11.86	0.50	2.65	2.00	31.43		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, D-E	11.40	0.50	2.65	2.00	30.21		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, E-F	11.87	0.50	2.65	2.00	31.46		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, F-G	9.03	0.50	2.65	2.00	23.93		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, G-H	8.00	0.50	2.65	2.00	21.20		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Ejes 1 y 9, H-I	10.00	0.50	2.65	2.00	26.50		
	Concreto en Contratrabe CT-1	m3	Eje 9, B-C	8.24	0.50	2.65	1.00	10.92		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)								189.78	
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, A-B	8.17	0.80	1.45	2.00	18.95		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, B-C	9.07	0.80	1.45	2.00	21.04		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, C-D	11.86	0.80	1.45	2.00	27.52		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, D-E	11.40	0.80	1.45	2.00	26.45		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, E-F	11.86	0.80	1.45	2.00	27.52		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, F-G	9.03	0.80	1.45	2.00	20.95		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, G-H	8.00	0.80	1.45	2.00	18.56		
	Concreto en Contratrabe CT-2 (sin intersecciones de dados)	m3	Ejes 1-2, H-I	10.00	0.80	1.80	2.00	28.80		

Ejemplo de Generador

3.2.3 Estimaciones

Una estimación es el reporte de los conceptos de trabajo (cantidades e importes) ejecutados durante un periodo de obra (Olguín, Pág. 48, 1991) sometidos a la supervisión (Gerencia de Construcción) para homologación en cantidad y calidad.

Independientemente del tipo de contrato que se tenga, es necesario realizar estimaciones periódicas a fin de controlar el avance de los trabajos y permitir el pago de los mismos, amortizar pagos previos, o simplemente cargar trabajos ejecutados al estado de cuentas del contrato.

En una estimación se reportan las cantidades e importes de los conceptos ejecutados de acuerdo al precio que se haya estipulado en el contrato y contiene los importes acumulados de cada concepto de obra así como del contrato, además de los importes por trabajos ejecutados puede contener el importe equivalente a deducciones. La estimación incluye las firmas de quien la ejecutó, quien la ha revisado y quien la acepta para pago. Adicionalmente una estimación debe ir acompañada del soporte que conforman los generadores de los trabajos que se están reportando, comprobantes de suministro de materiales y en ocasiones de los certificados o pruebas de control de calidad efectuados, entre otros.

Las deducciones que pueden aplicarse en una estimación pueden corresponder a:

- *Amortización de anticipos:* de acuerdo a las condiciones del contrato firmado, el propietario puede pagar un importe variable entre el 10% y 50% a cuenta de los trabajos que se van a realizar como un medio de permitir al contratista realizar las adquisiciones de material, contrataciones de personal y maquinaria y absorber el grueso de gastos iniciales que el contratista debe erogar antes de comenzar los trabajos. Por medio de las deducciones el contratista va amortizando con trabajo ejecutado un porcentaje estipulado del anticipo otorgado.
- *Retención por Fondo de Garantía:* de común acuerdo en lo estipulado por el contrato de un trabajo del proyecto, el propietario retiene un porcentaje generalmente entre el 5% y el 15% de cada estimación presentada, como garantía por la calidad de los trabajos. Tal retención es reembolsada al contratista después de un periodo determinado tras la culminación de los trabajos al no haberse presentado defectos o vicios ocultos.
- *Cargos por trabajos realizados por otro contratista:* Cuando por negligencia de parte de un contratista la gerencia encarga la ejecución de trabajos a terceros, generando

un costo adicional al proyecto que deberá ser descontado al contratista que incurrió en la omisión.

Las estimaciones se elaboran cada determinado periodo de tiempo estipulado en las condiciones del contrato: semana, quincena, mes, se elaboran por cada contratista y por cada paquete de trabajo contratado.

Los conceptos extraordinarios que se hayan requerido se reportan en una estimación separada a fin de que no se confundan con los trabajos de un contrato específico, para ello es necesario soportar la autorización de precios previamente negociados cuando no exista un precio unitario de contrato para los mismos (Olguín, Pág. 49, 1991).

La estimación al ser la medida de lo ejecutado, es una medida de control y por tanto es medida del avance de la obra, además es un documento con valor igual para las partes involucradas: contratista y contratante.

Como lo mencionamos anteriormente las estimaciones son elaboradas por el contratista y presentadas a la gerencia de construcción para revisión, y si son requeridos cambios o modificaciones deberán ser conciliados entre las dos partes a fin de garantizar aceptación pertinente que permita el flujo de los trabajos y la continuidad de la obra.

ESTIMACIÓN DE CONTRATISTAS

Cliente: Promotora Laguna Mayor S.A.
 Proyecto: Fideicomiso B de G 101022
 Contratista: Constructora del Golfo S.A.
 Contrato: 10-CDG-01
 Paquete: Movimiento de Tierras

ESTIMACION No. 3
 FECHA 11-Ene-10

PERIODO DEL: 3 al 7 Enero de 2010
 MONTO SUBCONTRATO: \$722,376.08
 ANTICIPO OTORGADO DE 20.0%: \$144,475.22
 SALDO POR ESTIMAR: \$491,151.34

COSTO DIRECTO

WBS	CONCEPTO	VOL TOPE	U	P.U	IMPORTE PRESUPUESTO	HASTA LA ESTIMACION ANTERIOR		EN ESTA ESTIMACION		TOTAL ESTIMADO HASTA LA FECH		%		
						VOL	IMPORTE	VOL.	IMPORTE	VOL.	IMPORTE		AVANCE	
A					\$ 722,376.08		\$ 149,183.22		\$ 121,389.52	16.80%		\$ 270,552.75	37.45%	
A.1.1	Movilización y desmovilización de maquina, equipo, personal y herramientas, instalación y desinstalación de equipo para la demolición y/o descabeces de Muro Milán del eje 4.	1.00	global	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00	0.50	\$ 22,500.00	50.00%	0.00	\$ -	0.00%	0.50	\$ 22,500.00	50.00%
A.1.2	Demolicion de brocales (incluye maquina, combustibles , carga y acarreo del material a treado oficial autorizado)	99.44	m3	\$ 750.00	\$ 74,576.25	12.78	\$ 9,570.00	12.83%	0.00	\$ -	0.00%	12.78	\$ 9,570.00	12.83%
A.1.3	Excavacion a cielo abierto (incluye maquina y combustibles, carga y acarreo de material a treado oficial autorizado)	1,794.86	m3	\$ 140.01	\$ 251,298.35	533.15	\$ 74,848.33	29.70%	780.45	\$ 106,470.80	42.37%	1,293.80	\$ 181,116.94	72.07%
A.1.4	Conformacion de taludes de 60° para contener deslaves a las zonas de trabajo. Los taludes deberen estar conformados por malla hexagonal y/o de gallinero y repellidos con mezcla de mortero de 3 cm. de espesor y contar con una corona de 1.80 m	1,280.14	m2	\$ 178.52	\$ 228,530.59	227.47	\$ 40,807.94	17.77%	83.57	\$ 14,918.92	6.53%	311.04	\$ 55,526.86	24.30%
A.1.5	Preperacion de superficie de muros a base de grout	0.00	LTE				\$ -	0.00		\$ -	0.00%		\$ -	0.00%
A.1.6	Conformacion de plataforma de trabajo a base de una cama de grava	69.15	m3	\$ 349.61	\$ 24,175.53	5.28	\$ 1,838.95	7.81%	0.00	\$ -	0.00%	5.28	\$ 1,838.95	7.81%
A.1.7	Conformacion de plataforma de trabajo en el eje 3 base de plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor.	23.23	m3	\$ 1,125.00	\$ 26,133.75	0.00	\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
A.1.8	Sistema de ventilación e iluminación para realizar los trabajos.	1.00	LTE	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00					\$ -	0.00%		\$ -	0.00%
A.1.9	Sistema de bombeo	1.00	LTE	\$ 37,661.61	\$ 37,661.61									
A.1.10	Rebbero por definir para conformacion de la plataforma de trabajo para la construccion de los penales de muro milan ubicados en el eje A y B	1,483.49	LTE	\$ -	\$ -	0.00	\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
D.1.1	Deductivas						\$ -			\$ 20,672.00			\$ 20,672.00	
	Acarreo de tierra y todo a tiro libre Periodo del 7 al 12 de enero de 2010 (36 camiones) Transportes Peninsule (SUMINISTRO Y ACARREO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION)	608.00	m3	\$ 88.00	\$ 41,344.00	0.00		0.00%	304.00	\$ 20,672.00	50.00%	304.00	\$ 20,672.00	50.00%
IMPORTE ESTIMADO (EN PESOS MEXICANOS)					\$ 722,376.08		\$ 149,183.22		\$ 162,733.52				\$ 311,896.75	
Total Deductivas							\$ -		\$ 20,672.00				\$ 20,672.00	
SUB TOTAL					\$ 722,376.08		\$ 149,183.22		\$ 142,061.52				\$ 291,224.75	
Anticipo					\$ 144,475.22		\$ 29,832.84		\$ 28,412.30				\$ 58,244.95	
Menos - 5% Fondo de garantía					\$ -		\$ 7,458.16		\$ 7,103.08				\$ 14,561.24	
SUBTOTAL					\$ 577,900.87		\$ 111,872.42		\$ 106,546.14				\$ 218,418.56	
I.V.A del 15%					\$ 86,685.13		\$ 17,899.59		\$ 17,047.38				\$ 34,948.97	
Neto Total a pagar					\$ 664,586.00		\$ 129,772.01		\$ 123,593.52				\$ 253,365.53	
ELABORO										Vo. Bo.				
Ing. Juan González										Ing. Edmundo Bernal				
Constructora del Golfo S.A.										Servicios de Gerencia S.A.				

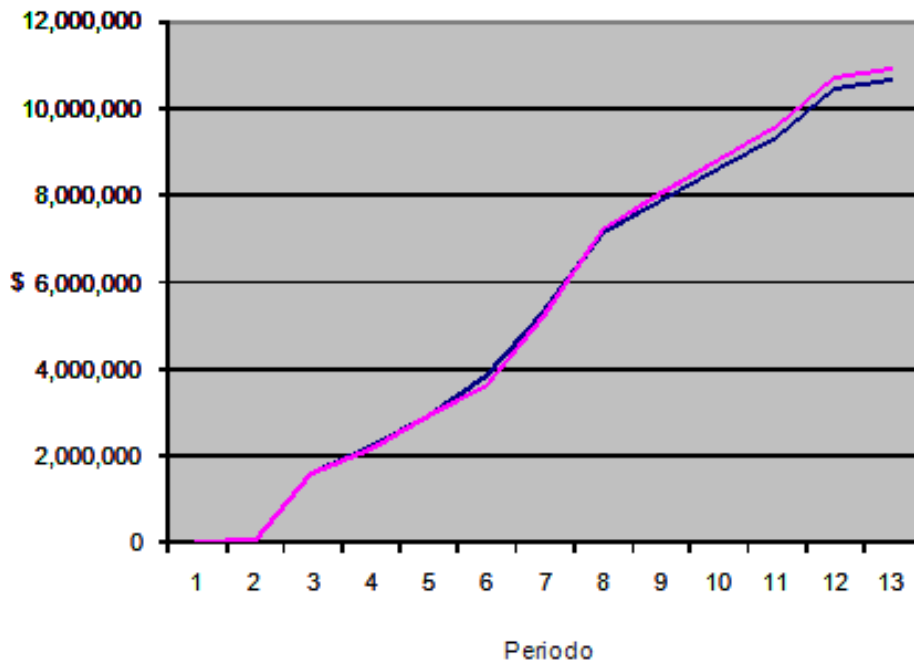
3.2.4 Flujo de Caja

El flujo de caja de un proyecto durante el proceso de construcción es el análisis y/o reporte de los gastos y egresos que se realizan y perciben en un proyecto para un determinado número de periodos que conforman el periodo de construcción y la puesta en marcha de la facilidad construida.

Un flujo de caja para construcción se elabora a partir del programa y del presupuesto definitivos, recordando que cada elemento contenido en el programa deberá encontrarse en la misma forma en el presupuesto (y viceversa), y partiendo de esos documentos se procede a obtener los totales de montos erogados y percibidos durante cada uno de los periodos que se establezcan tabulando los montos por cada concepto que se ha de realizar durante cada periodo y sumándolos para obtener un total que representa la cantidad a erogar en el periodo.

Se muestra en la página siguiente un ejemplo de flujo de caja resumido, el cual permite obtener la siguiente gráfica:

Acumulado Base vs Real



FLUJO DE CAJA - PROYECTO SPORT LAND OAXACA

Concepto	Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diseño	base	39,000	65,000	65,000	91,000										
	real	39,000	65,000	65,000	65,000	35,000									
Construcción	base			1,440,000	503,895	685,432	923,458	1,500,465	1,807,543	746,667	746,667	746,667	746,667		
	real			1,440,000	495,467	703,276	814,005	1,300,284	2,001,456	783,200	783,200	783,200	783,200		
Equipamiento	base												320,000	220,000	
	real												320,000	220,000	
Total base		39,000	65,000	1,505,000	594,895	685,432	923,458	1,500,465	1,807,543	746,667	746,667	746,667	1,066,667	220,000	
Total real		39,000	65,000	1,505,000	560,467	738,276	714,597	1,603,116	2,001,456	783,200	783,200	783,200	1,103,200	220,000	
Variación		0	0	0	-34,428	52,844	-208,861	102,651	193,913	36,533	36,533	36,533	36,533	0	
Variación acumulada		0	0	0	-34,428	18,416	-190,445	-87,794	106,119	142,652	179,186	215,719	252,252	252,252	
Acum. Base		39,000	104,000	1,609,000	2,203,895	2,889,327	3,812,785	5,313,250	7,120,793	7,867,460	8,614,126	9,360,793	10,427,460	10,647,460	
Acum. real		39,000	104,000	1,609,000	2,169,467	2,907,743	3,622,340	5,225,456	7,226,912	8,010,112	8,793,312	9,576,512	10,679,712	10,899,712	
														% Variación	2.37%

Ejemplo de Flujo de Caja (Cash Flow) comprendiendo las etapas de Diseño, Construcción y Equipamiento

Para fines de este ejemplo se han concentrado los conceptos y por lo tanto no se muestran las partidas o paquetes de trabajo, en la práctica resulta indispensable contener toda la información que comprende cada una de las fases, por ejemplo: Diseño Arquitectónico, Estructural, Instalaciones, Cimentación, Obra Civil, Acabados, etcétera.

3.3 Seguimiento y control del programa de obra

La gerencia de construcción como parte de las actividades que ejecuta en la etapa de construcción es el seguimiento del programa de obra y la puesta en operación de ajustes que permitan sujetarse al mismo, así como también la reprogramación cuando se requiere.

Antes hemos mencionado que el programa de obra es un instrumento que permite conocer los elementos teóricos de duración del proyecto, así como las relaciones e interacciones entre las diferentes actividades que se realizan, elementos que son de gran utilidad en la etapa de construcción del proyecto. No obstante el programa no se queda como un documento terminado sino que es necesario actualizarlo de acuerdo a las condiciones realmente presentadas en obra, y es eso lo que se define como seguimiento del programa de obra.

Debido a las cuestiones contractuales que se establecen para los contratistas de todos los paquetes, es importante controlar los programas de obra, ya que los retrasos en la construcción representan costos de oportunidad adicionales al estar retrasando los beneficios que provee el proyecto.

Es de particular atención el seguimiento del programa en proyectos *fast-track* (aquellos en que se comienza la obra, sin tener la totalidad del diseño terminado), ya que el programa inicial se va moviendo y ajustando cotidianamente y a pesar de los cambios requeridos es necesario el esfuerzo de encontrar soluciones que permitan respetar los plazos de entrega de trabajos en sus diferentes disciplinas.

Al controlar los tiempos en un proyecto, es necesario establecer algunas fechas de corte que permitan comparar el avance real contra el avance planeado y de ahí definir si se requieren ajustes tanto en la planeación del programa como en el sitio de obra, con sus repercusiones económicas respectivas.

En la revisión de lo ejecutado contra lo planeado, es necesario dar particular importancia a las actividades críticas, ya que hemos de recordar que son aquellas que por pertenecer a la ruta crítica no admiten retraso a fin de no modificar la programación. Adicionalmente deberá cuidarse que actividades normales no se conviertan en críticas ya que esto vuelve más complicado el control de la obra (Olguín, Pág. 57, 1992).

Para conocer el avance del proyecto es necesario conocer el porcentaje de avance de las actividades (%A) en la fecha de corte que se está evaluando, ese porcentaje representa a su vez un

porcentaje del total del contrato %_P el cual se obtiene al multiplicar el porcentaje de avance de la actividad por el porcentaje de avance global que representa la actividad en el proyecto %_{AP}.

$$\%_A = \frac{C_{total}}{C_{ejecutada}}$$

$$\%_P = \%_A * \%_{AP}$$

Para entenderlo mejor tenemos el siguiente ejemplo:

Una obra de movimiento de tierras para infraestructura carretera comprende cortes con volumen del orden de 20,000 m³ y terraplenes (rellenos) en 30,000 m³, en un plazo de ejecución de 65 días naturales. A la mitad de los trabajos (Día 33) se hace un corte en el programa de obra para revisar los avances reales y de las estimaciones y registros de jefes de frente tenemos que se han cortado 10,200 m³ los cuales se han ocupado como terraplén, teniendo además un volumen excedente de terraplén obtenido de bancos de préstamos por 2,300 m³. Entonces determinamos el avance parcial de las tareas corte y terraplén, así como el avance global del movimiento de tierras:

Tarea	Volumen (m3)
Corte	20,000
Terraplén	30,000
<u>Total</u>	<u>50,000</u>

Del total de 50,000 m³ podemos obtener el porcentaje que cada una de las actividades representa para el total del proyecto:

Corte:

$$C = \frac{20,000}{50,000}$$

$$C = 0.40$$

$$C = 40\%$$

Terraplén:

$$T = \frac{30,000}{50,000}$$

$$T = 0.60$$

$$T = 60\%$$

Entonces al día 33 en que hacemos el corte tenemos:

<u>Actividad</u>	<u>Volumen al corte</u> <u>(m3)</u>	<u>Avance de la Actividad</u>	<u>Avance de la Actividad en el proyecto</u>
Corte	10,200	$\%_A = \frac{10,200}{20,000} = 51.00\%$	$\%_P = (0.51)(0.40) = 20.40\%$
Terraplén + Bancos de préstamos	10,200 + 2,300 = 12,500	$\%_A = \frac{12,500}{30,000} = 41.67\%$	$\%_P = (0.4167)(0.60) = 25.00\%$
Total			45.40%

Del ejemplo anterior, podemos ver que a la mitad del tiempo de duración del proyecto (50% del tiempo), el avance real corresponde al 45.40%, esto es que a pesar de que no hay retrasos graves, es necesario modificar la planeación en las actividades y procesos a fin de completar las actividades atrasadas y actividades pendientes en el tiempo restante de proyecto a fin de no generar atrasos, es decir que se requiere de una reprogramación.

La reprogramación debe hacerse partiendo de la experiencia actual en el desarrollo del proyecto, actualizando duraciones estimadas, cambiando los tiempos de comienzo/terminación, y modificando la secuencia de trabajos, según los requisitos particulares que se presenten.

Durante la reprogramación de proyectos en desarrollo, deben tomarse las precauciones pertinentes a fin de evitar un excesivo optimismo en la resolución de conflictos de tiempo, ya que si una actividad implica retrasos, será necesario revisar si las actividades relacionadas también serán retrasadas o si es posible comprimir tiempos para evitarlo.

Para el caso particular de la Gerencia de Construcción, cuando es requerida una reprogramación se suele solicitar apoyo del personal de la oficina central (que ha efectuado el programa inicial en pre-construcción) para reconsiderar y actualizar criterios (rendimientos, tiempos, etc) mediante una retroalimentación con el personal técnico que la gerencia tiene en campo.

Al efectuar la reprogramación, se genera un nuevo programa actualizado el cual servirá de base para realizar los controles posteriores. Reprogramaciones de este tipo deben evitarse siempre que sea posible, no obstante resulta necesario una reprogramación cada seis meses y como máximo cada tres meses (Olguín, Pág 59, 1992).

Simultáneamente al construir y realizar el seguimiento del programa de obra, es necesaria también la planeación a corto plazo, la cual realiza el personal técnico de campo a fin de cambiar el curso del proyecto, sin necesidad de plasmar en documentos cada una de las actividades que se van realizando, sino que se considerarán los volúmenes a ejecutar, los rendimientos esperados y

recursos asignados por semana, haciendo una previsión para la semana actual y dos semanas siguientes, ajustando los rendimientos según se requiera y acumulando el trabajo que no se haya podido realizar en una semana, para ser realizado como prioritario en la semana siguiente.

3.4 Gestión de Cambios

A menudo en el desarrollo de proyectos de construcción surgen cambios en lo proyectado debido a requisitos del cliente, requisitos de diseño arquitectónico o estructural, propuestas de mejoras del contratista, condiciones de trabajo diversas, entre otras y debido a ello se generan cambios en la operación de los trabajos de la obra que tendrán un reflejo en el costo y programa del proyecto.

Ante tales cambios se generan extensiones en el contrato, extensiones en el tiempo de ejecución y en requisiciones de costo adicional. Por ello es necesario que exista un documento que faculte al contratista a ejecutar los trabajos de acuerdo a la variación solicitada justificando los requerimientos de cambio y el elemento o fuente que lo origina (Cliente, proyecto, contratista, etcétera), autorizando el costo que implican los cambios manifestados así como el tiempo adicional que pudiera requerir la ejecución de los mismos. El documento en cuestión se conoce como Orden de Cambio (*Change Order*).

Es importante que todo cambio requerido sea documentado mediante órdenes de cambio, las cuales deben incluir una descripción completa y concisa del cambio y sus efectos en el programa y presupuesto.

Independientemente de la fuente de los cambios, la gerencia de Construcción revisa las órdenes de cambio y compara los costos que proporciona el contratista contra su estimado independiente para tales trabajos. Una vez revisada la orden de cambio, la gerencia de construcción puede rechazarla o aceptarla a fin de ser negociada o aprobada para ejecución (Barrie, Paulson, 1992, pág. 124).

Es ideal que los precios de los trabajos de cambios o adicionales sean establecidos antes de que los trabajos sean ejecutados, no obstante en muchos casos el tiempo al ser un factor crítico implica que los trabajos se realizan a pesar de que no exista un presupuesto o un acuerdo económico. Ante tales casos, la Gerencia de Construcción es responsable de negociar las órdenes de cambio, analizar los efectos en el programa y presupuesto y brindar una solución óptima para el propietario y el contratista, a fin de que los trabajos sean pagados a un precio justo.

3.5 Control de Documentos

En el proceso de Preconstrucción y Construcción resulta de suma importancia la necesidad de administrar los documentos que se generan a efectos de contar siempre con la versión más actualizada de un documento en particular, así como de facilitar la ubicación de documentos específicos dentro del archivo del proyecto.

El proceso de control documental comprende el proceso de control de correspondencia, documentos, dibujos y registros supervisando la emisión, transmisión, ubicación y revisión de ellos.

Una de las ventajas adicionales de un adecuado control de documentos es que permite rastrear fácilmente toda la historia del documento mismo: versiones, impresiones controladas, envíos, revisiones, etcétera.

Durante la construcción del proyecto, en obra adquiere un papel muy importante el control de documentos ya que de esta manera la Gerencia se asegura que los contratistas trabajen con las últimas versiones de los documentos permitiendo que se hagan oportunamente las actualizaciones de dibujos y emisiones de boletines para soluciones particulares, y emitir o recibir comunicaciones del Cliente, el Arquitecto, los Asesores y el Contratista de manera oficial. Estas comunicaciones oficiales se hacen a través de documentos como son:

- **Transmittal (*Transmisión*):** es un documento que permite enviar documentos como: memorias, especificaciones, planos, y reportes entre otros, en copias duras (impresas) así como mediante discos compactos. El transmittal contiene datos de contacto de la empresa y persona remitente y destinatario del documento, y puede contener instrucciones del objeto del envío como son: para su uso, para revisión, por solicitud, entre otras. El transmittal al ser un documento que oficializa las entregas de información debe ser impreso en duplicado y ser firmado en una de las copias por el receptor del documento transmitido.
- **Submittal (*Presentación*):** es un documento que permite enviar muestras físicas de materiales para aprobación del arquitecto, para envío a laboratorio de calidad, o simplemente para conocimiento de una propuesta de material. Al igual que con el transmittal, todo submittal debe ser duplicado y firmado en una de las copias por el receptor de la muestra.
- **Request For Information (*Solicitud de Información*):** es un documento que permite a la Gerencia o al Contratista formalizar consultas y obtener soluciones o respuestas sobre temas particulares del proyecto, especialmente en temas que producen impactos en costo,

plazo o calidad de los trabajos. Los RFI los puede emitir la Gerencia de Construcción o el Contratista, dirigidos hacia el Cliente, Arquitecto, Asesores, etcétera. Es responsabilidad de la Gerencia el canalizar todas estas consultas hacia la parte involucrada, así como rastrear cada una de estas y distribuir las respuestas que se produzcan.

En la actualidad debido a la gran cantidad de información generada y transmitida de manera electrónica, el control de documentos juega un papel particular ya que todos los procedimientos antes descritos también pueden ser gestionados a pesar de que el intercambio de información se realice vía Internet u otros sistemas electrónicos, simplemente es cuestión de utilizar los formatos y/o sistemas adecuados para cada uno de los procedimientos, así como mantener la disciplina de solicitar y realizar los controles de transmisión / recepción que se han descrito anteriormente.

El uso de un sistema de códigos para mantener el archivo físico y electrónico del proyecto es de vital importancia ya que cada tipo de archivo al tener asignado un código será fácil de archivar y de ser localizado posteriormente, por ejemplo: 10.1 Correspondencia enviada, 10.2 Correspondencia recibida, 40.3 Transmittals, 60.4 Control de Calidad, etcétera. De igual modo, para el archivo electrónico es no sólo recomendable, sino necesario implementar un sistema de denominación de archivos a modo de que cualquier documento generado por un integrante del equipo de proyecto tenga un nombre que permita conocer los siguientes datos como mínimo: Nombre del proyecto, Tipo de archivo, Contenido, Nombre de la Compañía que emite el documento, Fecha de generación del documento, Número de revisión. Por ejemplo: CLP_DWG_Logística Interior_SGS_110205_rev02, de la cual se puede asumir:

- Nombre del proyecto: CLP; Condominio Las Palomas
- Tipo de archivo: DWG (Dibujo)
- Contenido del Archivo: Logística Interior
- Nombre de la Compañía que emite el documento: SGS; Servicios de Gerencia S.A.
- Fecha de generación del documento: 5 de Febrero de 2011
- Número de revisión del documento: revisión 02

Y de este modo o con combinaciones alternativas que cumplan los propósitos informativos ya mencionados se puede establecer el propio sistema de denominación de archivos, el cual debe ser implementado por todo el equipo de la Gerencia de Construcción, y de ser posible por todo el equipo de Proyecto.

3.6 Supervisión de Calidad

Dentro de los controles que realiza la Gerencia de Construcción durante la ejecución de los trabajos de un proyecto es la supervisión y monitoreo de la Calidad, lo cual no se reduce únicamente a que los materiales y procedimientos utilizados sean los apropiados, sino que el conjunto de procesos de diseño y construcción sean los óptimos a efectos de garantizar un proyecto terminado con el máximo valor de acuerdo al costo previsto, mínimamente satisfaciendo -y si hay oportunidad- excediendo los requerimientos del Cliente.

La calidad es el resultado final del trabajo, de los proceso productivos, del personal obrero y ejecutivo, de la planeación, etcétera (Ishikawa, 1986, p 41), por lo tanto existe una interdependencia entre todos los elementos que componen el proyecto (Acle, 1990, pág. 137).

Algunos autores afirman que la calidad es la resultante de las características del producto y servicio de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través de los cuales el producto satisface las necesidades del Cliente (Feigenbaum, 1986, pág. 37).

La calidad no es un parámetro que deba verificarse una vez que se hayan realizado los trabajos, sino que es el resultado del esfuerzo conjunto en la búsqueda del valor del proyecto en cada una de sus tareas –bien dice un viejo dicho que la calidad no se controla sino se produce- y al ser un esfuerzo conjunto es preciso que sea efectuado no únicamente en la ejecución física (construcción) del proyecto sino desde su diseño y planeación, es por ello que identificamos los siguientes aspectos clave de la Calidad (Barrie, 1992, pág 372):

- *Ingeniería de Calidad*: son los procedimientos utilizados para garantizar que el diseño y la ingeniería de un proyecto se efectúan de acuerdo a los criterios establecidos (códigos, reglamentos, estándares).
- *Control de Calidad*: comprende los siguientes elementos (Feignebaum, 1986, pág. 38):
 1. Establecimientos de estándares para la construcción del proyecto, a través de procedimientos de trabajo, especificaciones y planos.
 2. Determinación del apego o variación de los estándares, a través de ensayos y pruebas de laboratorios de control.
 3. Acciones correctivas para corregir o minimizar variaciones, como cambios de procedimientos, formulaciones de materiales, etcétera.
 4. Planeación para alcanzar y mejorar los estándares, creación y revisión de planes de calidad.

- *Aseguramiento de la calidad*: aplicación de procedimientos para asegurar que el producto terminado cumple o excede los criterios de desempeño, esto comprende los documentos necesarios que permiten verificar que todos los procedimientos se han completado.

Si bien la calidad es un esfuerzo conjunto de las partes involucradas en un proyecto, es responsabilidad principal del ejecutor de los trabajos (contratista) el verificar que se realicen de acuerdo a lo planeado, teniendo la inspección realizada por la Supervisión (representada por la Gerencia de Construcción) un valor limitado (Serpell, 2002, pág 268) y únicamente como verificación de lo realizado y previamente supervisado por el contratista.

En la construcción de obras los sistemas de inspección permiten detectar el grado de calidad de los trabajos que se están ejecutando, no obstante si no se realiza adecuadamente se corre el riesgo de que se presenten defectos y no sean detectados oportunamente, sino hasta que su solución involucre costos elevados y desventajas de programación. Por ello es necesario que existan controles durante la ejecución y procedimientos que estipulen los caminos a seguir en cada una de las operaciones de obra. Lo anterior se logra únicamente mediante el estudio adecuado y planeación del proyecto en la etapa de Preconstrucción.

La Gerencia de Construcción como supervisor del Cliente, es responsable durante la etapa de diseño de revisar que las especificaciones sean adecuadas a los requerimientos del cliente y durante la fase de licitaciones de establecer en las condiciones generales de contratación de cada paquete los requisitos de calidad, control de calidad y aseguramiento de calidad correspondientes de acuerdo a las especificaciones establecidas en el diseño del proyecto. Asimismo, es responsabilidad de la Gerencia de Construcción durante la etapa de construcción el aseguramiento de la Calidad de acuerdo al diseño original y a las decisiones tomadas en la planeación, con sus excepciones cuando aquellas decisiones tomadas previamente sean modificadas por el Cliente, o se realice una revisión en aras de mejoras durante el transcurso de la construcción (Hendrickson, 2008, 13.1).

Es responsabilidad de la Gerencia el promover en el equipo de proyecto el esquema de Control de Calidad Total, el cual es el compromiso de las partes en el aseguramiento de la calidad y la mejora constante. Esto es posible de lograrse mediante círculos de calidad que participan en revisiones del diseño, entrenamiento constante, mantenimiento de equipos , entre otras tareas.

3.6.1 Especificaciones

Las especificaciones y normas son la guía a utilizar para implementar un sistema de aseguramiento y control de la calidad dentro de un proyecto de construcción (Serpell, 2002, pág 269), constituyen además parte de la documentación que describe un proyecto.

Algunas de las especificaciones de un proyecto pueden derivar de los estándares establecidos por asociaciones de normalización como lo son la ASTM: American Society for Testing and Materials (Asociación Americana para Pruebas y Materiales), el CSI: Construction Specifications Institute (Instituto de Especificaciones de Construcción), American Welding Society (Asociación Americana de Soldadura) o en nuestro país las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las Normas Técnicas Complementarias (NTC), entre otras.

Las especificaciones de construcción constituyen una serie de instrucciones y prohibiciones para operaciones específicas (Hendrickson, 2008, 13.3). Los elementos básicos de la calidad los definen las especificaciones a través de:

- Características de Calidad: propiedades de los materiales que definen la naturaleza del producto dentro de los alcances del control de calidad.
- Calidad de Diseño: tolerancias de diseño que permiten tener rangos con variaciones aceptables del estándar. Este aspecto cobra particular importancia ya que de él depende que la especificación propuesta sea a la vez económica y funcional (Barrie, Paulson, 1992, pág .373)
- Calidad de Conformidad: es el nivel de calidad aceptable del trabajo ejecutado dentro del estándar, el cual puede incluir una fracción de defectos y del mismo modo que con la calidad de diseño tiene implicaciones entre el estándar y el costo de producción.

Ante lo mencionado, el control de calidad en la construcción requiere el cumplimiento de estándares mínimos en los materiales y, mano de obra a efectos de garantizar el desempeño de lo construido de acuerdo al diseño (Hendrickson, 2008, 13.4), es por tanto que para garantizar el cumplimiento de estándares se recurre a muestreos aleatorios y el uso de métodos estadísticos como base para aceptar o rechazar trabajos.

3.6.2 Pruebas de laboratorio

A efectos de controlar los suministros de materiales y la calidad de los trabajos efectuados en el ámbito de un proyecto de construcción, resulta necesario efectuar muestreos y pruebas a los materiales empleados y a los elementos contruidos.

Como anteriormente se mencionó, la responsabilidad de la Calidad en la etapa de ejecución reside en el contratista que ejecuta los trabajos, no obstante siempre resulta indispensable contar con un laboratorio de comprobación a efectos de corroborar o manifestar discrepancias contra los resultados obtenidos por el contratista y su laboratorio.

La Gerencia de Construcción tiene la responsabilidad de solicitar al Cliente -o en representación del mismo- la ejecución de pruebas de laboratorio a los materiales y procesos involucrados en la construcción.

Los principales materiales que son ensayados en aras de verificar su calidad son:

- Concreto: revenimiento, temperatura, compresión simple a determinado número de días, etcétera.
- Acero estructural (soldaduras): ultrasonido, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías, etcétera.
- Acero de refuerzo: tensión, doblado, corrugación, ataque químico, entre otras.

Dentro de las responsabilidades de la Gerencia de Construcción está el solicitar a los contratistas el aseguramiento de la calidad, es decir la documentación de todos los esfuerzos en la búsqueda de la calidad, así como resultados de muestreos, pruebas e interpretaciones de los diversos controles de calidad efectuados antes, durante y después de la ejecución de los trabajos. Resulta de vital importancia solicitar, revisar e interpretar los resultados obtenidos a la brevedad a efecto de facilitar la toma de decisiones con respecto a la aceptación o rechazo del aspecto controlado ya sea en campo durante la ejecución, o fuera de éste, posteriormente, según sea el caso.

Los resultados y reporte de control de calidad, además permiten a la Gerencia de Construcción autorizar el pago apropiadamente respaldado de trabajos ejecutados de conformidad con las especificaciones, o dado el caso detener estimaciones por trabajos defectuosos o con grados pobres de calidad.

Es necesario aclarar que los controles proporcionados por el contratista y los laboratorios, no son los únicos medios de los que puede valerse la Gerencia para controlar y garantizar la calidad, sino que requiere de inspecciones constantes y comunicaciones oportunas que notifiquen desviaciones con respecto a lo esperado. Es deseable que las inspecciones que realice la Gerencia de construcción sean no solo frecuentes, sino permanentes, y del mismo modo no es suficiente con realizar las inspecciones, sino que deben ser documentadas a través de reportes diarios, notas de Bitácora, registros fotográficos y todo aquél medio que permita corroborar la realización adecuada de las tareas y trabajos del proyecto.

3.7 Seguridad e Higiene

En la industria de la construcción dada la naturaleza de las actividades, existen riesgos patentes a los que se encuentra sometido el personal que ejecute los trabajos, no obstante es responsabilidad de todo profesional la planificación de la obra a efectos de minimizar las posibilidades de ocurrencia de percances derivados de los riesgos.

En este texto no hemos de presentar las medidas básicas a utilizar en materia de seguridad y salud, únicamente exponemos brevemente la importancia que tienen estos aspectos en un proyecto de construcción.

Algunos de los motivadores para incrementar esfuerzos en la seguridad en la construcción, son (Barrie, Paulson, 1992, pág.396-400):

- **Humanidad:** puesto que el recurso humano es el más importante en toda industria, resulta prioritario preservar la integridad de quienes laboran en la construcción y a través de esto se está evitando dolor y sufrimiento causado a quienes sufren de lesiones y a sus familias.
- **Economía:** los medios, sistemas y programas para evitar accidentes en la construcción si bien implican una erogación económica, fácilmente se convierten en una inversión mediante la mejora de rendimientos al haber facilidades para efectuar los trabajos, disminución de tasas de ausentismo o retrasos y pérdidas de tiempo ocasionados por enfermedad o lesión, o bien mediante la disminución de primas de seguros al disminuir las tasas de accidentes.
- **Normatividad:** la existencia de regulaciones legales obliga a los promotores y contratistas de proyectos el cumplimiento mínimo de estándares de seguridad y salud ocupacional. En nuestro país existen normas en Seguridad y Salud laboral emitidas por la Secretaría del

Trabajo y Previsión Social, el mismo Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Ley del Seguro Social y Normas Oficiales Mexicanas para centros de trabajo.

- Problemas legales: a efectos de evitar demandas laborales por daños incurridos a trabajadores debido a accidentes o bien daños colaterales en la salud debido a exposición de ruido, químicos, entre otros.
- Imagen Organizacional: algunas compañías se enorgullecen en mantener una imagen de calidad y de responsabilidad social mediante la preocupación por los empleados. Asimismo, proyectos en los que se realizan inversiones y cuidados en materia de seguridad y salud se verán excluidos de escándalos por afectaciones al público o por catástrofes internas así como el simple hecho de que la obra luce ordenada.

Si bien existen estos motivadores, el simple hecho de preservar la integridad humana es tema suficiente para proceder con mejoras en las condiciones laborales dentro de una obra y es un deber profesional tomar las medidas pertinentes en materia de prevención y corrección de las anomalías que se presenten.

cuestión de accidentes, se dice que por cada determinado número de descuidos, se tiene determinado número de lesiones, por cada número de lesiones

La Gerencia de Construcción, como responsable de la conducción de obra y como representante de los intereses del Promotor (Cliente) tiene la tarea de garantizar que las condiciones laborales dentro de un proyecto de construcción a su cargo sean las adecuadas para la realización de los trabajos libres de lesiones.

Las actividades que realiza la Gerencia de Construcción en aras de la Seguridad ocupacional durante la etapa de construcción podrían resumirse en recorridos de obra para detectar condiciones inseguras, emisión de Reportes de Seguridad y charlas con trabajadores y supervisores de obra, lo cual podría parecer poco, no obstante las tareas principales en búsqueda de la seguridad durante la construcción de obras deben realizarse previamente a que los trabajos comiencen (durante la Preconstrucción) como son: precalificaciones de contratistas en materia de seguridad, planeación de los trabajos con los contratistas para ser ejecutados mediante métodos de trabajo seguros, capacitación al personal de obra a través de charlas formales e informales, revisión y aprobación de planes de seguridad y salud, e incluso como Gerencia de Proyectos, es posible influenciar el diseño de modo que se garantice que se tendrán condiciones seguras durante la construcción y operación de los inmuebles o facilidades construidas.

Algunas Gerencias de Construcción pueden ofrecer a sus Clientes el sistema de Gestión de Seguridad, y debido a ello tienen altos estándares en materia de Seguridad y Salud ocupacional. Es por ello que como condición al comienzo de los trabajos el contratista debe entregar un plan de Seguridad mediante el cual habrá de garantizar que:

1. El trabajo ha sido planeado
2. Se conocen los riesgos implícitos de acuerdo a la actividad que se van a realizar
3. Se han considerado medidas adecuadas para disminuir y mitigar los riesgos
4. Se tiene la capacidad de emitir una respuesta oportuna ante las emergencias que se presentasen.

A modo de mejorar las condiciones de Seguridad y Salud dentro de una obra, es necesario realizar inversiones en instalaciones, medios, sistemas y herramientas relacionados directamente con los empleados de obra y sus actividades como son: comedores, vestidores, duchas, enfermería, suministro permanente de agua potable para beber, sin olvidar o menospreciar accesos adecuados, iluminación y ventilación, sistemas de protecciones colectivas como: barandales, redes, tapias aéreas, protecciones individuales como: cascos, calzado de seguridad, chalecos reflejantes, protección auditiva, arneses, caretas, guantes, y medios y herramientas adecuados: suministro eléctrico provisional seguro, protección contra incendios en etapa de obra, andamios con protecciones adecuadas, herramientas en condiciones aceptables de uso, entre muchas más.

Capítulo 4

Cierre

En los proyectos de construcción, cuando el avance de los trabajos es significativo (alrededor del 90-95%) resulta imperativo comenzar a trabajar en detalles y en procedimientos que permiten transferir al Propietario las instalaciones construidas, adicionalmente resulta preciso que se finiquiten los contratos, a esta serie de actividades se les llama Cierre.

Los trabajos de cierre si bien están ligados entre sí, por ser de naturaleza variable podemos dividirlos en trabajos de cierre Administrativo, y trabajos de cierre Numérico. Ambos los exponemos a continuación.

Durante la etapa de cierre, es responsabilidad principal de la Gerencia asegurar además de sus objetivos generales: costo, tiempo y calidad, que a pesar de que se entregue la obra al Propietario, éste último quede respaldado con la documentación legal, administrativa y técnica para poder ejercer sus derechos de garantías cuando algo ha sido deficientemente construido en el proyecto. De igual modo, la Gerencia se encargará de que los trabajos sean pagados totalmente al Cliente de acuerdo a los montos que se han acordado.

4.1 Cierre Administrativo

El cierre Administrativo comprende trabajos que están directamente relacionados con la terminación física de la obra y con la transferencia de la instalación a la administración que el Propietario asigne.

Es ideal, que el cierre administrativo comience tiempo antes que el cierre numérico / contable, e idealmente cuando el contratista aún está en obra terminando los trabajos, esto a efectos de no desvincular al contratista y su personal técnico-obrero de los trabajos que se han ejecutado y permitir la realización de las tareas de cierre.

El cierre administrativo requiere que hayan sido acordadas y firmadas todas las órdenes de cambio y a solicitud de la Gerencia, el Contratista deberá presentar un listado resumen de todas las órdenes de cambio a efectos de validarlas contra lo registrado en el archivo del proyecto, una vez que se han validado la Gerencia notifica al contratista mediante una carta de finalización de órdenes de cambio.

Cuando se terminan los trabajos de un contratista, así como cuando va a terminar el proyecto en su totalidad, es necesario que la Gerencia de Construcción notifique a los contratistas

involucrados la intención de cerrar el contrato, y para ello deberá emitir una carta recordando los requisitos de cierre previamente establecidos en las Condiciones Generales de Contratación aplicables al proyecto y al respectivo Paquete de Trabajos (objeto del contrato). Entre los requisitos comunes exigibles a contratistas encontramos: Bitácora de Obra, Acta de Entrega Substancial, Manuales de Operación, Informes de Control y Aseguramiento de Calidad, Planos As Built, Garantías, Cartas de No Adeudo, entre otros, asimismo establecerá en la misma los periodos razonables y fechas de cumplimiento / entrega de los mismos.

4.1.1 *Punch list* (lista de pendientes)

Cuando el contratista ha completado sustancialmente los trabajos debe notificar a la gerencia de Construcción, y es labor de ésta última organizar un recorrido por la obra con el responsable de los trabajos de parte del contratista y en algunos casos con personal directo del promotor en el que se van registrando el estado en que se encuentran los trabajos de la construcción y se hace especial mención por detalles pendientes, defectos, tramos incompletos, entre otras cosas.

El listado de pendientes (*Punch list*) debe ser firmado de conformidad por las partes y de común acuerdo congruentemente con la magnitud de los pendientes y con el programa de obra – terminación requerido se establecen fechas compromiso en las que el contratista habrá de terminar los detalles y resolver los temas que se han asentado.

Una vez que el contratista ha realizado todas las tareas pendientes o corregido los defectos marcados en el listado, debe notificar formalmente al Cliente y a la Gerencia de Construcción para que se realice una inspección en la que pueden surgir nuevos detalles o hacer mención de omisiones persistentes, de modo que al asentar esto en la revisión del *punch list*, se establecen nuevamente plazos de finalización, usualmente entre 14 y 30 días en los que el Contratista deberá resolver los pendientes. Dado el caso que producto de la revisión, o una vez que se haya hecho la revisión final y no se tienen comentarios al respecto de los trabajos, la Gerencia de Construcción de conformidad con el Cliente, emite al Contratista un Certificado de Cumplimiento, con lo cual termina el ciclo de ejecución de trabajos físicos.

La experiencia indica que la buena práctica respecto a la elaboración de *Punch list* implica que ésta se realice con el tiempo previo suficiente a la fecha de entrega al Cliente de las instalaciones construidas, y en obras de magnitud o complejidad importante ese plazo deberá ser mayor que en obras de proyectos “típicos” o menores.

Es necesario mencionar que la elaboración del listado de defectos será una tarea mínima cuando en el transcurso de los trabajos se han detectado deficiencias o desviaciones y se han tomado medidas preventivas / correctivas oportunas, que a final de cuentas es labor de la Gerencia de Construcción y del Contratista dentro de su búsqueda por la calidad y como característica implícita del profesionalismo con que es preciso actuar.

4.1.2 Planos *As built* (según construido)

Al construir un proyecto, por muy buen diseño que tenga, siempre tienen lugar modificaciones menores, o cambios que sin afectar el funcionamiento del inmueble es necesario efectuar durante el proceso de obra a fin de facilitar (o permitir) la ejecución de tareas particulares, es por ello que un proyecto siempre ha de sufrir cambios (por mínimos que sean) con respecto a lo asentado en Planos. Por ello, dentro de los entregables que debe hacer el Contratista dentro de los documentos de cierre de contrato se encuentran los Planos *As Built*, es decir: planos según lo construido.

La importancia de los Planos *As Built* radica en la necesidad de identificar las condiciones reales del inmueble y sus instalaciones a efectos de una correcta operación y mantenimiento. Gracias a unos planos según lo construido, es posible ejecutar los análisis adecuados a la hora de realizar modificaciones posteriores o mantenimiento.

La elaboración de planos según lo construido corresponde al contratista, no obstante es necesario que la Gerencia de Construcción realice el monitoreo de la elaboración de éstos durante el avance de la construcción y no hasta que se haya terminado esta, ya que evidentemente será imposible elaborar los planos según construido dependiendo únicamente de la memoria del residente de obra, así será necesario que antes de colar losas se dibujen las modificaciones que sufrió el armado de la misma, o que antes de cerrar plafones se rectifiquen en planos las trayectorias que debieron seguir los conductos de instalaciones, si acaso sufrieron modificaciones contra lo que estaba dibujado en planos. Estos ejemplos únicamente como referencia de las situaciones que se presentan y por las cuales es necesario elaborar los planos *As Built* conforme progresa la construcción.

Los planos según lo construido deberá entregarlos la contratista en un plazo razonable (30 días cuando más) posteriores a la entrega de la última estimación de trabajos ejecutados, para revisión y aprobación por parte de la Gerencia y los despachos de diseño.

4.1.3 Actas de entrega. Entrega Substantial, Entrega Definitiva

Conforme se van terminando los trabajos y emitiendo los certificados de cumplimiento de los trabajos ya sea en la totalidad de las áreas o bien en parcialmente al dividirla en segmentos, es necesario transferir las instalaciones al propietario, a través de la administración que éste asigne.

La transferencia de las instalaciones se hace mediante actas de entrega-recepción substancial y entrega-recepción Definitiva, las cuales son documentos legales mediante los que el Propietario acepta formalmente las instalaciones y los trabajos ejecutados en ellas, liberando las garantías (Retención por Fondos de Garantía) que se aplicaron durante la estimación de los trabajos ejecutados.

El acta de entrega-recepción provisional, se firma cuando los trabajos han sido substancialmente terminados y sirve como evidencia de que se han cumplido los requisitos de cierre. Adicionalmente cubre al propietario por los vicios ocultos que puedan surgir posteriormente a la firma del acta.

Para que se firme un acta de entrega-recepción, deben cumplirse ciertas condiciones:

- Haberse estimado la totalidad de los trabajos ejecutados, ordinarios y extraordinarios de acuerdo a la conciliación realizada entre las partes.
- El contratista debe haber entregado todos los documentos relativos al control y aseguramiento de la calidad, con el Vo.Bo. de la Gerencia de Construcción.
- Deben haberse ejecutado y contar con registro de las pruebas e inspecciones que se realizan a instalaciones, con un certificado con carácter resolutivo de “Apto para funcionamiento”.
- El contratista debe proporcionar documentos que comprueben su cumplimiento de obligaciones patronales: Registro de obra al IMSS (Satic-02), Aviso de incidencia de obra (Satic 03) y Listado de trabajadores registrados para laborar en la obra por cada mes de trabajo en la obra (Satic 05).
- El contratista debe haber proporcionado los planos As Built aprobados por las partes implicadas.
- Deben haberse entregado los manuales de operación de los equipos que se han instalado.
- Debe proporcionarse un plan de entrenamiento para la operación del inmueble.
- En algunos casos pueden ser solicitadas pólizas de garantía extendidas más allá de la entrega substancial del proyecto.

A partir de la firma del acta de entrega recepción, corre el tiempo de vigencia de las garantías aplicables de acuerdo al periodo que esté estipulado en los contratos.

La firma del acta de entrega recepción implica la autorización de devolución de algún porcentaje (por ejemplo, 50%) de los fondos de garantía, a ser completado a la firma del acta de entrega-recepción definitiva, la cual además permite la liberación de fianzas de cumplimiento y vicios ocultos, cuando apliquen.

4.2 Cierre Numérico

El cierre numérico consiste en realizar los pagos finales, amortizaciones pendientes y devolución de garantías a cada uno de los contratistas que han intervenido en los trabajos de la obra, una

A efectos de completar definitivamente el cierre del proyecto es necesario programar adecuadamente el cierre numérico o financiero, ya que éste depende de la entrega substancial y definitiva.

De acuerdo a lo estipulado en la carta de finalización de órdenes de cambio, se realiza un comparativo contra el contrato y contra las facturas pagadas y/o en proceso de pago asegurando que coincidan.

Es necesario también elaborar un estado de cuentas finales, el cual debe realizar la Gerencia de Construcción y solicitar a cada contratista el propio a fin de compararlos y asegurar que se está tomando en cuenta cada una de las estimaciones, pagos, retenciones y amortizaciones. El estado de cuentas finales es un documento en el cual debe estar asentado el registro de pagos, amortizaciones, deducciones y retenciones que se han hecho a un contratista por cada contrato o paquete de trabajos. Tales conceptos contables deberán estar correlacionados con las facturas, fechas, conceptos y estimaciones correspondientes.

Encuentre en la página siguiente un ejemplo de estado de cuentas finales.

Servicios de Gerencia S.A de C.V	Proyecto: SuperTel - Data Center				Paquete: Albañilerías				
	Estado de Cuentas Finales - Construcciones República S.A. De C.V.								
Contrato	Concepto	Importe	Facturas	Amortizado	Amortizado Acumulado	Por Amortizar	Fecha	Retención FG (5%)	FG Total Contrato
09 - Albañilerías. República-01	1er Anticipo (10%)	\$ 111,100.17	136	\$ -	\$ -	\$ 111,100.17	11/11/2009	NA	\$ 47,334.15
	2do Anticipo (10%)	\$ 111,100.17	140		\$ -	\$ 222,200.34	09/12/2009	NA	
	Estimación 1	\$ 102,566.71	142	\$ 20,513.34	\$ 20,513.34	\$ 201,687.00	18/12/2009	\$ 5,128.34	
	Estimación 2	\$ 40,229.89	146	\$ 8,045.98	\$ 28,559.32	\$ 193,641.02	11/01/2010	\$ 2,011.49	
	Estimación 3	\$ 40,229.89	148	\$ 8,045.98	\$ 36,605.30	\$ 185,595.04	11/01/2010	\$ 2,011.49	
	Estimación 4	\$ 46,607.15	149	\$ 9,321.43	\$ 45,926.73	\$ 176,273.61	11/01/2010	\$ 2,330.36	
	Estimación 5	\$ 113,345.55	153	\$ 22,669.11	\$ 68,595.84	\$ 153,604.50	21/01/2010	\$ 5,667.28	
	Estimación 6	\$ 144,238.16	158	\$ 28,847.63	\$ 97,443.47	\$ 124,756.87	28/01/2010	\$ 7,211.91	
	Estimación 7	\$ 246,249.50	163	\$ 49,249.90	\$ 146,693.37	\$ 75,506.97	18/02/2010	\$ 12,312.48	
	Estimación 8	\$ 73,216.13	181	\$ 39,561.34	\$ 186,254.71	\$ 35,945.63	10/05/2010	\$ 3,660.81	
	Extraordinarios OC	\$ 139,999.96	161	\$ 35,945.63	\$ 222,200.34	\$ -	12/06/2010	\$ 7,000.00	
Total Ejercido		\$ 946,682.94			Total Por Amortizar	\$ -	Total Fondos de Garantía	\$ 47,334.15	

Tabla 4.1 – Ejemplo de Estado de Cuentas Finales

Finiquito

Se conoce como finiquito al pago final que se realiza al contratista con el cual el saldo final queda en ceros y que corresponde al 100% del valor del contrato.

El pago del finiquito implica el pago de porcentajes pendientes de Fondos de Garantía.

Para poder emitir el pago final o finiquito es preciso haber cumplido ciertas condiciones:

1. Contrato y órdenes de cambio ejecutado
2. Certificado de cumplimiento, producto de la revisión y ejecución final de tareas del listado de pendientes (*Punch List*)
3. Fianza presentada
4. Firma del acta de entrega-recepción substancial.
5. Estimación final de acuerdo al monto pendiente y resumiendo todo lo estimado previamente.

Conclusiones

Tras haber terminado el desarrollo del presente trabajo, los requerimientos del mismo indican la necesidad de que un servidor en su carácter de autor emita una serie de conclusiones que permitan en pocas líneas extraer las enseñanzas básicas y premisas que a lo largo del trabajo se han sustentado, de modo que a seguir se encontrarán las ideas básicas que he obtenido producto de la escritura de esta tesis influenciado por las innumerables horas de lectura al respecto, así como por la experiencia laboral personal en el ámbito de la Gerencia de Proyectos de Construcción.

Se ha revisado en el Capítulo 1 que en la planeación y desarrollo de inmuebles u obras de infraestructura al verse involucrada una Gerencia de Proyectos de Construcción, el flujo de trabajo obedece al ciclo de vida de los proyectos a través de las etapas de Preconstrucción, Construcción y Cierre, permitiendo que a pesar de que los proyectos sean Fast-Track (con traslape en las etapas de diseño y construcción) se cumplan y cierren etapas que permiten continuar las consecutivas correspondientes. Asimismo se evidenció que el concepto de Gerencia de Proyectos de Construcción si bien es reciente, las actividades que esta realiza se han desarrollado de una manera primitiva y/o precaria aunque de cierto modo efectiva en el transcurso de muchos siglos de vida de la humanidad y han sido el establecimiento de procedimientos, el desarrollo de nuevas herramientas y la definición de responsabilidades lo que han constituido a la Gerencia de Proyectos como la entidad que conocemos hoy.

Una de las premisas principales del Capítulo 2 es que el éxito de un proyecto de construcción depende en gran parte de la adecuada concepción del mismo, así como de su evaluación, análisis y planeación, las cuales son tareas importantes que se realizan en la etapa denominada Preconstrucción y abarcan la identificación de las necesidades de un Promotor (Cliente) como parte de la Conceptualización del proyecto, la evaluación técnica, la evaluación económica y financiera, la presupuestación, programación, los ciclos internos de diseño (Arquitectónico, Estructural y de Instalaciones) y la posible ingeniería de valor que permite optimizar el valor del proyecto.

En la misma línea, se ha establecido que durante la preconstrucción de un proyecto se realizan tareas importantes que permiten alcanzar el éxito durante la fase de Construcción, tales tareas involucran la programación de tiempos para la construcción, la planeación de procedimientos, equipos y logística a seguir, el estudio del presupuesto y el afine del mismo

conforme avanza el diseño, y la elaboración de concursos y licitación de paquetes en los que se subdivide una obra.

Gracias a la intervención de una Gerencia de Proyectos de Construcción pueden llevarse a cabo exitosamente las actividades de la Preconstrucción, ya que la experiencia colectiva de la Gerencia y la experiencia personal de los elementos que ésta asigna a un proyecto más la manera en que éstos se involucran en el desarrollo del proyecto y en la búsqueda de la satisfacción del Cliente permiten identificar y alcanzar los objetivos del proyecto durante esta fase, objetivos que se resumen en hacer las previsiones necesarias, resolver la problemática del proyecto y alistar las interacciones del proyecto en su diseño, costo y programa de manera que se facilite el trabajo en la etapa de Construcción. En un caso ideal, durante la preconstrucción deberían resolverse todas las problemáticas, resolver todas las incertidumbres y dictar las reglas del juego a efectos de que el trabajo de Construcción sea continuo y sin sorpresas que sean producto de imprevisiones durante la etapa de Preconstrucción.

La experiencia ha demostrado en incontables ocasiones que es preferible que una Gerencia se involucre en el proyecto desde la Preconstrucción (cuanto antes en esta etapa, mejor) ya que al contar con el conocimiento del proyecto desde su génesis se tendrán presentes las razones de las decisiones que se deban tomar, la experiencia de los errores o equivocaciones incurridos y del mismo modo se estarán dictando las bases con que el proyecto podrá proceder durante la Construcción del mismo.

La intervención de una Gerencia de Construcción en los procesos de licitación / adjudicación de contratos garantiza la transparencia del proceso ya que al no haber una toma de decisión directa sobre el contratista a adjudicarse –sino únicamente una recomendación basada en el análisis de alternativas- se elimina cualquier oportunidad de que existan influencias externas a la propuesta misma entre el contratista y la Gerencia del Proyecto.

Si bien la Gerencia de Proyectos de construcción al lanzar a concurso un paquete de trabajos demanda una mayor de trabajo para los contratistas involucrados respecto a lo que se requiere en un concurso tradicional (sin una Gerencia), al hacerlo está promoviendo que se desarrolle una metodología que induce a la calidad, ya que al haber una mayor cantidad de requisitos para los licitantes, se estará garantizando que sólo aquellos que demuestran tener las mejores capacidades técnicas, económicas y administrativas podrán ser elegibles para desarrollar los trabajos.

Durante la construcción de proyectos la Gerencia de Construcción es responsable de velar por los tres principales condicionantes del proyecto: Costo, Tiempo y Calidad, lo cual será posible mediante la implementación de controles y procedimientos bien establecidos que dictan el camino a seguir ante determinadas condiciones que se presenten. Las tres condicionantes mencionadas no podrán evaluarse ni controlarse de manera separada sino que deberán en todo momento ir de la mano a efectos de evitar por ejemplo: autorizar el pago de trabajos ejecutados fuera de especificación (costo v.s. calidad), o bien: rechazar trabajos dentro de especificación pero fuera de costo (calidad v.s. costo).

Ante los cambios que se presentan en los proyectos, la Gerencia de Construcción debe asegurarse de gestionar cada uno de ellos mediante los protocolos que se hayan establecido, de modo que se realice la ejecución únicamente de trabajos avalados por las personas con el grado de responsabilidad suficiente para hacerlo (Gerente de Proyecto, Propietario, etcétera).

Cuando se termina la construcción de un proyecto, la Gerencia de Construcción funge como transmisor de las responsabilidades del contratista al propietario, salvaguardando ciertas garantías en protección de éste último. El proceso de cierre si bien suele parecer simple, es importante se realice con los cuidados necesarios ya que de ello dependerá la situación jurídica y económica entre las partes una vez que por la finalización de los trabajos termine la relación contractual entre las partes.

Una Gerencia de Construcción como responsable de la ejecución ante el Promotor, busca defender los intereses de éste, y entre esos intereses está el mantener una imagen adecuada del proyecto en que se esté trabajando y en la misma línea mantener el proyecto libre de problemas ante terceros (vecinos, autoridades, etcétera).

Las Gerencias de Construcción buscan también mantener una imagen adecuada y profesional de sus proyectos ya que ello les implica beneficios mercadológicos evidentes que se traducen en potenciales proyectos nuevos a gestionar, bajo la premisa de que si una obra se ve bien es seguramente porque se está construyendo bien debido a que los involucrados en ella saben lo que hacen y se preocupan porque las cosas se hagan bien, mientras que si la misma obra se viera desagradable, sucia o desorganizada inmediatamente se vuelve cuestionable la calidad del trabajo y de los recursos empleados en ella. Como consecuencia de ello y como una de las conclusiones importantes de este trabajo me permito enunciar que la intervención de una gerencia de

Construcción al tener elevados estándares de calidad y seguridad que deben cumplir los contratistas involucrados en sus proyectos está induciendo un mejoramiento en la industria.

El papel de una Gerencia de Proyectos de Construcción en la actualidad es primordial ya que a través de ella se pueden optimizar recursos mediante la búsqueda de nuevas soluciones, mejores procedimientos, implementación de nuevas tecnologías y con un espíritu permanente de desarrollo y perfeccionismo.

En un país como México -con hambre de crecimiento pero recursos limitados- la Gerencia de Proyectos resulta sumamente útil ya que a través de sus procedimientos de trabajo, de revisión y coordinación de diseños se estudian adecuadamente los problemas de un proyecto y se encuentran las más óptimas soluciones logrando la reducción de costos de ejecución de proyectos y el mejoramiento de estándares, en otras palabras; aumentando el valor del proyecto.

Desafortunadamente, en nuestro país no se ha logrado una intervención exitosa de una Gerencia de Proyectos de Construcción en proyectos de orden público, ya que el exceso de burocracia limita las funciones y la eficiencia de la misma. No obstante, considero que es necesario buscar los medios (reformular la Ley Nacional de Obra Pública, por ejemplo) para alcanzar la integración de una Gerencia de Construcción en el desarrollo de obras públicas, ya que ello favorecerá el desempeño de los participantes, incrementará la competitividad y profesionalismo de los trabajos e idealmente podrá contribuir a combatir la persistente corrupción en proyectos de esa índole.

Para finalizar esta serie de conclusiones, sólo puedo decir que una Gerencia de Proyectos de Construcción si bien tiene limitaciones –propias, más las de la industria- al contar con procedimientos específicos para cada una de sus intervenciones, es un inductor de la Calidad y de la Competencia, así como del mejoramiento y desarrollo de una industria de la construcción que debe seguir evolucionando a efectos de seguir obteniendo el mayor valor del dinero de quien invierte en la creación y construcción de proyectos.

Edmundo David Bernal Quezada

27 de Julio de 2011

Bibliografía

- Acle Tomassini Alfredo, ***Planeación Estratégica y Control Total de la Calidad, Un caso hecho en México***, Grijalbo, 1990, México.
- Bacca Urbina Gabriel, ***Evaluación de Proyectos***, Mc Graw Hill, México, 1995, Pág. 2-11
- Barrie Donald S., Paulson Boyd C., ***Professional Construction Management Including C.M. Design-Construct and General Contracting (Third Edition)***, McGraw Hill, Inc. , New York, 1992. Pág. 13-17, 24-33, 79-93, 134, 403-410
- Bennet F. Lawrence, ***The Management of Engineering, Human, Quality, Organizational, Legal, and Ethical Aspects of Professional Practice***, John Wiley and Sons, Inc, New York, 1996, Pág. 4-5, 310-311.
- Clough Richardson Hudson, Sears A Glenn, ***Construction Project Management***, John Wiley & Sons Inc. New York, 1992. Pág. 2-15
- Corzo Miguel Ángel, ***Introducción a la Ingeniería de Proyectos***, Limusa México 1972
- Coss Bu Raúl, ***Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión***, Noriega Editores, México 2009
- De la Torre Joaquín, Zamarrón Berenice, ***Evaluación de Proyectos de Inversión***, Pearson Educación, México, 2002, Pág. 1-19
- Feigenbay A.V., ***Control total de la Calidad***” Continental, México, 1986.
- Fryer Barry, ***The Practice of Construction Management***, Blackwell Publishing, 4th Ed, Oxford, 2004, pág. 17-21
- Hed R. Sven, ***Manual de Planificación y Control de Proyectos***, Inédito, 1981
- Hed R. Sven, ***Do's & Dont's in Project Management***, Inédito, 1990
- Hernández García Roberto, ***Contrato a Precio Alzado***, Revista Obras, Número 407 Noviembre de 2006, México
- Ishikawa Kaoru, ***¿Qué es el Control total de la Calidad? La modalidad japonesa*** , Norma, Bogotá, 1986.
- Kerzner Harold, ***Project Management: a systems approach to planning, scheduling and controlling***, 8th edition, Wiley, New Jersey, 2003

- Koontz Harold, Weihrich Heinz, **Administración, Una perspectiva Global**, McGraw Hill, Duodécima Edición, México 2007, Pág. 6
- Krick Edward V, **Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería**, Limusa – Wiley, México, 1972
- Levy, Sidney M, **Project Management in Construction**, McGraw-Hill, New York, 1994, Pág. 5,6, 17-9, 22-24
- Meredith Jack, Mansel Jr. Samuel, **Project Management: a managerial approach**, John Wiley and Sons Inc. Fifth Edition, 2003
- Olgún Romero Ernesto, **Planificación, control y reportes de una obra en construcción**, Diana, México D.F, 1991
- Robbins P. Stephen, Coulter Mary, **Administración**, Sexta Edición, Pearson Educación, México, 2000
- Serpell B. Alfredo, **Administración de Operaciones de Construcción**, Alfaomega, México, 2002
- Thuesen H.G., Fabrick W-J. , Thuesen, G.J. **Ingeniería Económica**, Prentice Hall, Madrid 1981, Pág. 135 – 158
- Tobías Arroyo Patricia, **Apuntes de Edificación**, Inédito, México, 2007

Mesografía:

- Azzopardi Sandro, **The Evolution of Project Management**, ProjectSmart.co.uk.
URL: <http://www.projectsmart.co.uk/pdf/evolution-of-project-management.pdf>
Fecha de Consulta: 12 de Abril de 2009
- Azzopardi Sandro, **The Evolution of Project Management Part 2**, ProjectSmart.co.uk.
URL: <http://www.projectsmart.co.uk/pdf/evolution-of-project-management-part-2.pdf>
Fecha de Consulta: 12 de Abril de 2009
- García Flores, K., Padilla Guzmán, J. 2005. **Análisis de la programación y control de obra para el Complejo Cultural Siglo XXI**. Tesis Licenciatura. Ingeniería Civil.

Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo.

URL: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/garcia_f_k/portada.html

Fecha de consulta: Julio 2010

- Hendrickson Chris, **Project Management for Construction**, Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh 2008.

URL: <http://pmbook.ce.cmu.edu>

Fecha de Consulta: Mayo 2009 a Febrero 2011
- Jang H, Russell J.S and Yi J.S., **A Project Manager's Level of Satisfaction in Construction Logistics**. Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Wisconsin-Madison, 2003

URL : www.engr.wisc.edu/cee/faculty/russell_jeffrey/016.pdf

Fecha de Consulta: 29 de Junio de 2010
- Reboredo Agustín, **El proceso de diseño estructural**, Centro de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores de Mendoza, Sociedad de Arquitectos de Mendoza, Mendoza 1999.

URL: www.fing.uncu.edu.ar/catedras/dis_estructural/.../PROCESO_DE_DISENO.pdf

Fecha de Consulta: Marzo de 2010
- Riley David, Horman Michael, **The Effects Of Design Coordination On Project Uncertainty**, Penn State University.

URL: <http://cic.vtt.fi/lean/singapore/Riley&HormanFinal.pdf>

Fecha de Consulta: Marzo de 2010
- Váquiro C. José Didier, **El Valor Presente Neto**, Pymes Futuro

URL: <http://www.pymesfuturo.com/vpneto.html>

Fecha de Consulta: Febrero de 2010
- **Services**, Bovis Lend Lease

URL: http://bovislendlease.com/llweb/bll/main.nsf/all/ob_ss_cm

Fecha de Consulta: Noviembre de 2008
- **Dudas Frecuentes**, Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

URL: <http://www.economia.unam.mx/sua/site/materia/sem4/proyectos/dudas.html>

Fecha de Consulta: Febrero de 2010

- **Construction Project Management Handbook**, Federal Transit Administration, Revision 1 – April 2007.
 URL: <http://www.fta.dot.gov/documents/FTA-CONSTRUCTION-PRJT-MGMT-HDBK2009.pdf>
 Fecha de Consulta: 27 de Julio de 2008
- **¿Cómo invertir en Bonos?**, Finanzas Prácticas
 URL: <http://mx.finanzaspracticas.com/323458-Como-invertir-en-Bonos.note.aspx>
 Fecha de Consulta: Febrero de 2010
- **Evaluación Financiera**, ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara
 URL: <http://www.ii.iteso.mx/proy%20inv/EvaluacionFinanciera.htm>
 Fecha de Consulta: Febrero de 2010
- **Services/Schematic Design, Design Development, Construction Documents**, JML Architects.
 URL: <http://www.jmlarch.com/sch-des-con.htm>
 Fecha de Consulta: 11 de Marzo de 2010
- **Project Management Life Cycle**, Method 1,2,3
 URL: <http://www.method123.com/project-lifecycle.php>
 Fecha de Consulta: 21 de Junio de 2009
- **Historia Breve de la Administración de Proyectos**, Microsoft Office Online
 URL: <http://office.microsoft.com/es-mx/project/HA011353423082.aspx?mode=print>
 Fecha de Consulta: 12 de Marzo de 2009
- **Engineering Policy Guide, Value Engineering Team Leader Guide**, Missouri Department of Transportation
 URL: http://epg.modot.org/index.php?title=130.4_Value_Engineering_Team_Leader_Guide
 Fecha de Consulta: Octubre de 2010
- **Construction Contract Types**, Oklahoma State University
 URL: www.pp.okstate.edu/arch/Chopshop/New%20Folder/A11.pdf
 Fecha de Consulta: Agosto de 2010
- **Improving Construction Logistics, Report of the Strategic Forum for Construction Logistics Group**, Strategic Forum For Construction, August 2005
 URL: <http://www.strategicforum.org.uk/pdf/Logistics%20Report%20August%202005.pdf>
 Fecha de Consulta: 29 de Junio de 2010

- **Design Process**, Tamzin Architecture
URL: <http://tamzinarchitecture.com/>
Fecha de Consulta: 12 de Marzo de 2010
- **Project Life Cycle**, TenStep
URL: <http://www.tensteppb.com/2.1ProjectLifeCycle.htm>.
Fecha de Consulta: 22 de Junio de 2009
- **MasterFormat Numbers and Titles**, The Construction Specifications Institute
URL: <http://www.csinet.org/masterformat>
Fecha de Consulta: 21 de Abril de 2010
- **Facilities Manual - Project Design Phases**, University of California, Office of the President
URL: <http://www.ucop.edu/facil/fmc/facilman/volume3/part1/ch1.html>
Fecha de Consulta: 11 de Marzo de 2010
- **Project Life Cycle – Project Cycle Management**, Visitask.com
URL: <http://www.visitask.com/project-life-cycle.asp>.
Fecha de Consulta: 21 de Junio de 2009
- **Construction Management**, Wikipedia
URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Construction_management
Fecha de Consulta: 12 de Abril de 2009
- **Management**, Wikipedia
URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Management>
Fecha de Consulta: Marzo de 2009