



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN**

**INFLUENCIA DE LA ESTIMACIÓN DEL COSTO DE  
UNA OBRA EN LICITACIÓN, EN LA UTILIDAD DE  
UNA EMPRESA CONSTRUCTORA**

Trabajo que presenta de conformidad con la opción de:

TESINA

a efecto de obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL

**RESENDÍZ YEDRA | IVONE MARIA CRISPINA**

ASESOR : Ing. Carlos Arce León.

Mayo 2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

---

## Dedicatoria

A ti Madre; que no solo me diste la vida sino que luchaste por ella .

A ti Padre † ; donde te encuentres quiero que estés orgulloso.

Rodry; por tu apoyo y cariño de hermano.

Liz; aún con tus travesuras como toda hermana menor.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Agradecimientos**

**A Dios por haberme permitido concluir esta etapa en mi vida.**

**A mi familia por estar siempre conmigo.**

**A mis profesores por compartirme su conocimiento.**

**A “Pepe Grillo” por alentarme a la conclusión de este trabajo.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# INTRODUCCIÓN

La utilidad es en su concepción más general, el objeto y la razón de toda obra ejecutada por el hombre. Aún más si consideramos que una sociedad de progreso es aquella, en la cual la mayoría de sus empresas de producción, generan utilidades.

El fracaso de una empresa puede tener diversos orígenes, pero su común denominador es la falta de utilidad. Hay que enfatizar que el concepto de obtención de utilidad no radica en el crecimiento desmedido del precio de venta, porque además de que esa política induciría a una carrera inflacionaria, la empresa que la adoptara, saldría del mercado de la libre competencia y por tanto sus ventas mínimas la llevarían rápidamente a la quiebra.

Por lo que se asume que la supervivencia de una empresa privada, está ligada íntimamente a su productividad, dada esta en forma de utilidad monetaria dentro de parámetros aceptados.

Ahora, toda inversión conlleva un riesgo y en las empresas de edificación dado su dependencia de productos elaborados por otras empresas el riesgo se incrementa.

En las empresas de producción general puede predeterminarse el costo del artículo por fabricar, revisar experimentalmente dicho costo y finalmente asignarle un precio de venta, teniendo por tanto como riesgo principal la demanda del producto, mas en una empresa de edificación, se tiene que presuponer: el costo directo, los gastos indirectos, la utilidad, los cargos financieros, etc., y con todas esas presuposiciones obligarse a un precio de venta determinado

Aunado a lo anterior tenemos que continuar presuponiendo tiempos de ejecución para también obligarnos al tiempo total del proceso productivo en cuestión, que al estar íntimamente ligado al valor de la obra, en ocasiones afecta, en forma medular el precio de venta.

En términos generales, en empresas de producción se reduce el riesgo del precio de un nuevo producto, averiguando experimentalmente su costo, y posteriormente asignarle un precio de venta; cosa prácticamente imposible en tal porcentaje de acertividad para una empresa de edificación.

Pero este riesgo tiene su recompensa ya que en la construcción, para una inversión unitaria ( 1 ) se puede realizar obra con un monto entre 5 y 10 unidades, que perfectamente planeada, organizada, dirigida y controlada, puede producir un 10 % de utilidad bruta, es decir entre 0.5 y 1.0 unidades ( 50% a 100% de rentabilidad anual), es decir, la empresa constructora es el instrumento de producción de capital más rápido, así

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

como también el más funesto, dado que esta pretendida utilidad, puede también ser pérdida.

Por tanto, una empresa de riesgos tan altos, tiene que estar sustentada con la mejor de las técnicas para asegurar su continuidad. Más aún considerando que la mayoría de las obras son adjudicadas por medio de una licitación y, es allí donde nace el compromiso de calidad, costo y tiempo, tanto con el propietario como para la empresa misma.

Es bajo este esquema de licitación el que la constructora se obliga a la conclusión de una obra de calidad, es decir en el tiempo y sin rebasar la partida presupuestal programada lo que conlleva no - solo a la satisfacción del cliente, sino a la de la misma empresa y lo más importante la obtención de su objeto de supervivencia "una utilidad satisfactoria".

Lo anterior solo se puede lograr con una correcta planeación y programación de obra, así como un estudio detallado de las técnicas convenientes de construcción para así poder determinar su costo total y un adecuado control durante su ejecución. Sin embargo, al ejercer el control de obra, me he percatado que en los catálogos presupuestales se cometieron omisiones y errores graves, con lo cual no podemos esperar un resultado completamente satisfactorio al término de obra.

La estimación del costo de una obra y la obtención de utilidad están íntimamente ligadas, lo cual no debía representar mayor problema pues como parte de nuestra formación como Ingenieros Civiles están las técnicas para la determinación del costo y tiempo. Sin embargo he observado que la utilidad regularmente es mucho menor de la esperada y en algunos casos se convierte en pérdida.

Es aquí donde me surge la inquietud de analizar; el ¿Por qué?, ¿En que? Estamos fallando u olvidando de los factores de los que intervienen en la estimación del costo de una obra

El trabajo se divide en dos partes:

Los primeros tres capítulos tratan un tema específico. (Si cada tema fuera analizado exhaustivamente podría formar la base de un libro entero.) El objetivo es alcanzar un dominio general del tema resaltando los principios básicos para su aplicación, lo que podría considerarse como una invitación al uso de las técnicas, no un conocimiento especializado. Lo que nos da pauta para el análisis que se realiza en el resto.

Capítulo 1 Estimación - licitación; Describe las partes involucradas en los procesos de estimación- licitación, así como el proceso en sí, incluyendo decisiones y los cálculos que con lleva.

Capítulo 2 Aplicación de Técnicas de Programación de obra; trata de los principios de las técnicas empleadas en la planificación de trabajos de construcción repetitivos o no. Se describe el uso de figuras de barras, figuras de barras entrelazadas, análisis de red y programación de la ruta crítica.

---

Capítulo 3 Evaluación del Costo de Una Obra; Describe los elementos que integran y permiten la evaluación correcta del costo de una obra. Exalta y define de una manera breve las características relevantes de estos elementos, dado que a pesar de ser tan básicas muchas veces las olvidamos. De ninguna manera pretende exhibir una metodología pues se considera que para ello existen infinidad de textos especializados.

Capítulo 4 Conexión Estimación del costo de obra – utilidad; Basados en los capítulos anteriores se realizan análisis en extractos documentales de obras reales, resaltando las fallas y omisiones que se cometieron y su repercusión en el decremento de la utilidad.

Capítulo 5 Recomendaciones y consideraciones Prácticas; Se expone a manera de citas breves, fallas frecuentes que se cometen cuando se licita una obra y el que se debe tener presente cuando se planean las obras y se calculan los costos.

Finalmente quiero señalar que lo que pretendo con este trabajo es por medio de una crítica constructiva donde se usen los errores del pasado para mejorar los trabajos del presente en lo referente a la licitación de obras. No insinúo de ninguna manera que el proceso de estimación del costo se determine por una “receta de cocina”, simplemente las recomendaciones están enfocadas a resaltar esos puntos rojos en el proceso que estamos olvidando o que aún sabiéndolos no les damos la importancia que se merecen.

En el caso especial de la programación pretendo mostrar la fácil aplicación de las técnicas y el beneficio que ello conlleva, siendo una invitación su uso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# INDICE

<b>1. ESTIMACIÓN - LICITACIÓN</b>	<b>2</b>
1.1 EL PROCESO DE LICITACIÓN	2
1.2 TIPOS DE LICITACIÓN	4
1.3 EL PROCESO DE LA PREPARACIÓN DE ESTIMACIONES	6
<b>2. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN DE OBRA.</b>	<b>9</b>
2.1 DIAGRAMAS DE BARRAS Y DIAGRAMAS DE BARRAS ENTRELAZADOS	10
2.2 ANÁLISIS DE RED	13
2.3 LÍNEA DE EQUILIBRIO	23
<b>3. EVALUACIÓN DEL COSTO DE UNA OBRA</b>	<b>28</b>
3.1 ANÁLISIS DE COSTOS	29
3.2 LAS ESPECIFICACIONES	31
3.3 LA CUANTIFICACIÓN	33
3.4 EL PRESUPUESTO	33
<b>4. CONEXIÓN ESTIMACIÓN DEL COSTO DE UNA OBRA-UTILIDAD</b>	<b>36</b>
4.1 LA CONVOCATORIA	36
4.2 TIPO DE LICITACIÓN	41
4.3 PRECIOS UNITARIOS	43
4.4 EL PROGRAMA DE OBRA	57
<b>5. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES PRÁCTICAS</b>	<b>61</b>
5.1 EL PROYECTO	61
5.2 LA PROGRAMACIÓN	63
5.2 EL PRESUPUESTO	65
5.4 LOS COSTOS	67
5.5 LA UTILIDAD	70
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



# 1. ESTIMACIÓN - LICITACIÓN

Los clientes o promotores de la industria de la construcción del sector público, como, ayuntamientos y entidades públicas, dependen casi exclusivamente de la licitación competitiva para justificar la adjudicación de contratos. Los clientes privados suelen seguir las prácticas del sector público, y mayoritariamente emplean procedimientos competitivos de licitación. Con lo que gran parte de los proyectos de construcción se adjudican después de que varios contratistas hayan presentado una oferta, siendo de esta forma como la mayor parte de los constructores consiguen la mayor parte de su trabajo. Los contratistas de construcción basan sus ofertas en una estimación del costo según sus criterios para ejecutar el trabajo descrito en los documentos del contrato.

Durante la preparación de la oferta, los estimadores deben coordinarse con los propietarios o sus representantes e, internamente, con el personal de planificación, de compras, jefes de planta, proyectistas de trabajos temporales, gerentes de obra y la dirección. Las tareas del estimador no se limitan exclusivamente a la realización de cálculos, por el contrario debe gestionar un proceso bastante complejo de asimilación de los detalles del proyecto, colaborando y coordinándose con todas las partes implicadas, recopilando los datos relevantes, calculando los costos involucrados y explicándoselo todo al cuadro directivo. Lo importante es que los estimadores tienen que lograr todo lo anteriormente expuesto dentro de un *periodo limitado* que oscila entre cuatro y seis semanas. Este periodo es independiente del tamaño o monto de la obra. Generalmente involucra una gran cantidad de conceptos.

## 1.1 EL PROCESO DE LICITACIÓN

La licitación es un recurso de la parte contratante para encontrar en igualdad de condiciones una proposición conveniente a sus intereses.

Las ventajas del sistema, son incuestionables para el cliente, y en un régimen de libre competencia son convenientes para la empresa agraciada, en tanto se cumplan las siguientes premisas.

1. La convocatoria y los documentos de evaluación sean claros y precisos.
2. Las empresas invitadas sean muy semejantes en:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- a) Calidad técnica
  - b) Calidad administrativa
  - c) Especialidad constructiva
  - d) Capacidad financiera
  - e) Volumen de obras anuales
3. El tiempo para presentar proposición sea razonable.(En función del número y volumen de conceptos implicados)
  4. El tiempo sugerido para la construcción sea razonable. (en función de la magnitud de la obra)
  5. El juicio de las propuestas se realice con honradez y justicia.
  6. Se adicione algún instrumento que ante cambios sustanciales (superiores al 5 % del monto de la obra) de precios de materiales y mano de obra permita su reajuste. Podría suponerse en primera instancia, que estas condiciones pueden ser secundarias, empero, si analizamos cada una de ellas, comprenderemos su trascendencia.
  7. Existan fondos suficientes para la realización de la obra

Es muy importante que como empresa constructora se verifique que se cumplan estas premisas antes de decidir su participación en la licitación, de lo contrario puede enfrentarse a lo siguiente:

1. Si la convocatoria no es clara y precisa
  - La cotización será errática y a la empresa licitadora no le será posible detectar la más conveniente.
2. Si las empresas invitadas no son semejantes
  - Las cotizaciones representarán un riesgo innecesario al otorgar una obra demasiado grande para un contratista pequeño que no la podrá realizar o demasiado chica para un contratista grande que la realizará ineficientemente. Lo cual se determina en base a la capacidad técnica, en función del capital y la infraestructura requerida para la realización de la obra y la perteneciente a la empresa.
3. Si el tiempo de proposición del concurso no es razonable.
  - Las cotizaciones contendrán omisiones, errores y en algunos casos “apreciaciones” sin base fundamentada que provocarán conflictos futuros.
4. Si el tiempo de construcción pedido por la contratante no es razonable.
  - Puede orillar al contratista a “falsear” sus programas reales para reducir en forma impositiva su tiempo de ejecución con las consiguientes prorrogas posteriores.
5. Si el juicio de las propuestas no se realiza con honradez y justicia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- El daño ocasionado a las empresas no agraciadas es riguroso, además de provocar una prostitución en la industria de la construcción que finalmente perjudica ambas partes.
6. Si no se adiciona un elemento de reajuste:
- Las cotizaciones se desbalancearán, haciendo imposible su juicio, además de correr un riesgo en aquellas demasiado optimistas.

## 1.2 TIPOS DE LICITACIÓN

En la industria de la construcción se realizan en forma común las siguientes modalidades de licitación,<sup>1</sup> las cuales reúnen las características siguientes:

### PRECIO ALZADO

- 1) Especificaciones definidas en un 90%
- 2) Relación de conceptos (a realizar por la empresa constructora)
- 3) Cuantificaciones (a realizar por la empresa constructora)
- 4) Análisis de costos (a realizar por la empresa constructora)
- 5) Integración del precio de venta (a realizar por la empresa constructora)
- 6) Determinación del tiempo de construcción (a realizar por la empresa constructora)

### PRECIO ALZADO A PARTIR DE UN PRESUPUESTO BASE

- 1) Especificaciones definidas en un 90%
- 2) Relación de conceptos (a corregir por la empresa constructora)
- 3) Cuantificaciones (a revisar por la empresa constructora)
- 4) Análisis de costos (a revisar por la empresa constructora)
- 5) Integración del precio de venta (a revisar por la empresa constructora)
- 6) Determinación del tiempo de construcción (a optimar por la empresa constructora)
- 7) Evaluación de partidas aditivas y deductivas (a realizar por la empresa constructora)

### PRECIOS UNITARIOS

- 1) Especificaciones definidas entre un 80 a 90%
- 2) Relación de conceptos (propuestos por la propietaria)
- 3) Cuantificaciones (propuestos por la propietaria)
- 4) Análisis de costos (a realizar por la empresa constructora)
- 5) Integración del precio de venta (a realizar por la empresa constructora)
- 6) Determinación del tiempo de construcción (a realizar por la empresa constructora)

<sup>1</sup> Suárez Salazar. Costo y tiempo en la edificación; pag.370

## FACTOR DE SOBRECOSTO

Se juzgan únicamente los cargos indirectos y la utilidad

- 1) Especificaciones definidas a menos de un 60%
- 2) Relación de conceptos (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 3) Cuantificaciones (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 4) Análisis de costos (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 5) Integración del precio de venta (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 6) Determinación del tiempo de construcción (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)

## ADMINISTRACIÓN

- 1) Especificaciones definidas a menos de un 60%
- 2) Relación de conceptos (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 3) Cuantificaciones (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 4) Análisis de costos (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 5) Integración del precio de venta (a integrarse con posterioridad al concurso, por el contratista)
- 6) Determinación del tiempo de construcción (recomendable realizar por el contratista)

La diferencia básica del concurso por administración del de factor por sobre costo, radica en que el primero puede derivarse al final en un contrato de precio alzado o de precios unitarios y en el segundo se conserva su carácter de servicio profesional.

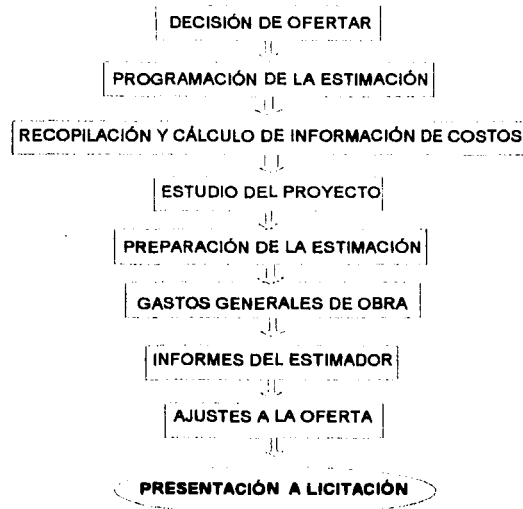


Figura 1.1 Proceso de la preparación de estimaciones

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aunque en los distintos tipos de licitación (contratación) de obra se menciona el grado mínimo de definición con que debe contar el proyecto es importante señalar que si como propietario o coordinador del mismo se desea una obra de calidad, en la que se requiere el cumplimiento en materia de su programa de necesidades, tiempo de ejecución y cumplimiento de la partida presupuestal de inversión; Se deben optimar al máximo las especificaciones del diseño y el proceso de construcción.

### 1.3 EL PROCESO DE LA PREPARACIÓN DE ESTIMACIONES

El proceso para elaborar una estimación<sup>2</sup> de costos que pueda servir como base de una oferta, varía según el tipo de concurso, en este caso se tomará como referencia *el precio unitario*, por considerar que este abarca las características del resto. Ver figura 1.1

#### DECISIÓN DE OFERTAR

La decisión de presentar una oferta se basa en una serie de factores como son:

- Carga actual de trabajo de la compañía, facturación y recuperación de gastos generales
- Recursos financieros de la compañía
- Disponibilidad de recursos para realizar el trabajo
- Tipo de trabajo
- Situación del contrato
- Identidad del cliente, el promotor y sus representantes
- Revisión detallada de los documentos del contrato

#### PROGRAMACIÓN DE LA ESTIMACIÓN

Después de haber recibido los documentos del contrato, y haber decidido presentar una oferta, se programan las tareas necesarias para completar la estimación, y se establece un cuadro de fechas clave para controlar el progreso. Esto es imprescindible, ya que el tiempo para presentar una oferta es limitado. Las dos principales tareas que se pueden realizar a esta altura son la *recopilación y el cálculo de información de costo*, requeridos para *la preparación de la estimación, un estudio del proyecto* para conseguir una valoración del trabajo implicado. Estas dos tareas se realizan simultáneamente y están interrelacionadas.

<sup>2</sup> Alvarez Felix. Presupuestos para la construcción; pag.147

## RECOPIACIÓN Y CÁLCULO DE INFORMACIÓN DE COSTOS

La información de costos que necesita el estimador está relacionada con factores como; mano de obra, maquinaria, equipos, materiales y subcontratistas.

## ESTUDIO DEL PROYECTO

Para tener una mayor apreciación del proyecto se deberán realizar las siguientes tareas:

- Un estudio detallado de los planos para discutir los aspectos que no estén claros.
- Una visita a la obra con los representantes de la propiedad o el promotor; para que se pueda estudiar el sitio.
- Preparar un método de ejecución que determine la forma de construir el proyecto.
- Preparar un programa de prelicitación.

## PREPARACIÓN DE LA ESTIMACIÓN

Se debe determinar el costo para el contratista de ejecutar el trabajo definido en los documentos del contrato. A su vez establecer los costos directos de cada elemento en el cuadro de mediciones.

La determinación de un costo directo conlleva la selección de los recursos apropiados de mano de obra, maquinaria y materiales para el elemento de trabajo, la selección de los rendimientos, los niveles de utilización de cada recurso o la determinación del periodo de tiempo en el empleo de cada recurso, y su combinación con la información de costos recopilada.

## GASTOS GENERALES DE OBRA

Se determinan los gastos generales de la obra como pueden ser:

- Personal de obra
- Limpieza del emplazamiento y eliminación de basura
- Instalaciones de transporte de obra
- Equipos mecánicos no incluidos previamente en la valoración de elementos
- Alojamientos de obra
- Servicios provisionales
- Asignaciones para seguridad, primeros auxilios y asistencia
- Responsabilidad por defectos
- Riesgos

Los costos de algunos gastos generales a menudo se pueden asignar, por lo menos parcialmente, a los precios del costo directo y el resto a los indirectos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INFORMES DEL ESTIMADOR

Al finalizar la elaboración de la estimación, se debe preparar un informe completo para una revisión previa a la entrega. Dicho informe debe contener como mínimo:

- Una descripción resumida del proyecto
- Una descripción del método de construcción
- Notas sobre cualquier riesgo adicional inherente al proyecto, y que no ha sido cubierto adecuadamente por las condiciones del contrato o por los cuadros de mediciones
- Cualquier problema contractual o no resuelto
- Una estimación del estado del proceso del proyecto y sus posibles consecuencias financieras
- Una estimación de la rentabilidad del proyecto
- Cualquier información pertinente relativa a las condiciones del mercado e industriales.
- Los costos de los trabajos incluidos en la estimación, así como los recursos a utilizar, propios y subcontratados.

## AJUSTES A LA OFERTA

Basándose en los informes elaborados por el estimador, el personal responsable de presentar la oferta evaluará la estimación y decidirá los costos adicionales, omisiones correspondientes a riesgos, gastos generales de la compañía y beneficios y ajustes que considere pertinentes.

Una vez evaluadas todas las condiciones incidentes directamente en obra, se aplica el indirecto. El cual no carece de importancia y también requiere de un análisis minucioso.

Considerando que el primer punto del proceso de estimación obedece más a funciones del departamento de administración y contabilidad general de la empresa, el segundo referente a la programación de la estimación es una herramienta dentro del proceso de estimación, vale la pena nos enfoquemos al estudio de los puntos restantes, que como podemos ver recaen en áreas concernientes a la planeación y evaluación del costo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN DE OBRA.

La construcción es fundamentalmente una industria incierta. Esta incertidumbre proviene de la naturaleza de la industria en sí misma; el proceso competitivo de licitación, el volumen de ventas de la empresa, las cuotas de producción de la obra y las condiciones climatológicas, son todos elementos variables. Los responsables de la construcción debemos aprender a hacer frente a dichos elementos. Por ejemplo, si existe una planificación correcta, la duración del proyecto no tiene por que ser una conjetura experimental.

En el ámbito de la industria de la construcción, los tipos de planificadores se pueden agrupar según el papel que desempeñan dentro del proceso de construcción ya sea en la organización del cliente, diseño o la construcción.

**La organización del cliente** está interesada en una planificación y programación general del proyecto, desde la adquisición del solar hasta el uso productivo del edificio. Básicamente, la organización del cliente pretende determinar los plazos de salida de los flujos de caja, para lo que tendrá que hacer previsiones, y las decisiones generales y estratégicas de la gestión del proyecto.

**Los diseñadores** son normalmente los responsables de preparar las planificaciones utilizadas por el cliente al tomar las decisiones. Además tienen que gestionar sus propios recursos y, basándose en una planificación del proyecto, determinar la secuencia de las distintas fases del proyecto. Para elaborar un conjunto de documentos contractuales con la intención de sacarlos a licitación, como en cualquier proceso de actividades múltiples, es necesario planificar, hacer un seguimiento y controlar.

De las tres partes que participan en el proceso de construcción, el contratista es el que debe realizar un mayor esfuerzo durante el proceso de planificación y programación, ya que los resultados de un proyecto bien planificado con un seguimiento y control cuidadoso, se reflejan directamente sobre los potenciales beneficios económicos del contrato y la compañía. La contribución planificadora del contratista se divide entre: **la planificación durante la etapa de estimación** y la planificación de la producción. En este caso nos enfocaremos a la primera que es la más involucrada en el proceso de licitación, de la cual en el caso de resultar agraciados se desprende la segunda.

En la figura 2.1 se muestra como la planificación forma parte integral del proceso de estimación y, a su vez, del proceso de control de la producción. A grandes rasgos, se

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



podría decir que la estimación evalúa la utilización de recursos en función del costo, y que el programa evalúa la utilización de recursos desde el punto de vista del plazo.

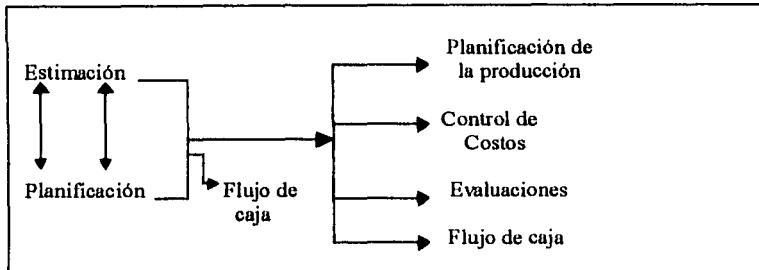


Figura 2.1 Interrelación entre las funciones gestoras del contratista.

Durante la fase de estimación, es necesario disponer de un plan de trabajo de la obra para que se puedan elaborar los métodos de edificación propuestos y las correspondientes estimaciones. Las actividades a realizar en el programa de prelicitación deberán medirse en semanas o incluso en días.

La programación consiste en formular una herramienta gráfica, tabulada, escrita o dibujada, que permita conocer tanto la duración total del proyecto, como las diversas actividades que lo integran y, de ser posible, la secuencia de cada una de ellas.

Un programa de obra indicará fechas previstas de iniciación y terminación en todas sus fases, considerando las acciones previas a su iniciación y todas las contingencias previsibles.

Las técnicas de planificación más habituales, populares y adecuadas son las siguientes: diagramas de barras y diagramas de barras entrelazados; análisis de red, con las actividades representadas por flechas o por nodos; y programas tipo línea de equilibrio, en el caso de obras repetitivas.<sup>3</sup>

## 2.1 DIAGRAMAS DE BARRAS Y DIAGRAMAS DE BARRAS ENTRELAZADOS

Los diagramas de barras son el instrumento de planificación más fácil de comprender y el más utilizado. Aún cuando se empleen las técnicas más sofisticadas como el análisis de red, el programa de trabajo es recomendable se presente en forma de diagrama de barras.

<sup>3</sup> Puyana Germán. Control Integral de la edificación Vol. III; pag.87

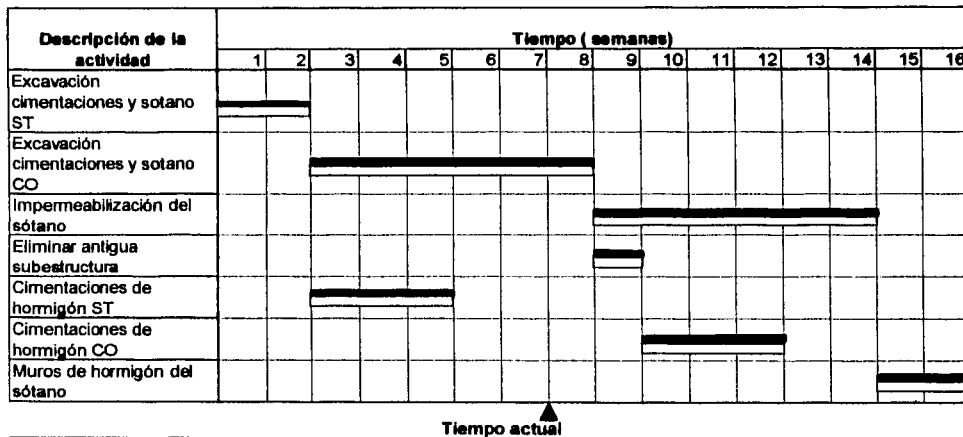


Figura 2.2: Gráfico de barras tipo.

El diagrama de barras en la figura 2.2 muestra una forma tipo: una relación de actividades en la cual la fecha de comienzo, la duración y la fecha de finalización de cada actividad tiene forma de barra dibujada en una escala de tiempo. El nivel de detalle de cada actividad depende del uso que se le quiera dar al programa. De igual manera, las escalas de tiempo son elegidas para ajustarse al propósito del usuario.

En el diagrama de la figura 2.2 se muestra que también puede usarse como sistema de control del avance de la obra. Las barras están divididas en dos, la parte superior representa el plazo programado y, la inferior se deja en blanco para rellenarla según se ejecute el trabajo. Al final de cada periodo, el trabajo realizado se registra rellenando la parte inferior de la barra y se podría ampliar para reflejar los nuevos plazos. Se tendría que calcular el efecto que tendría sobre las demás actividades. Dicho efecto se podría estudiar más fácilmente si se utilizara una ampliación del gráfico de barras sencillo, o sea un gráfico de barras entrelazado.

**El diagrama de barras entrelazado** muestra los enlaces entre una actividad determinada y las actividades precedentes, que tienen que estar finalizadas para que se pueda comenzar la ejecución de la actividad en cuestión.

De igual forma se muestran los enlaces entre dicha actividad y las actividades posteriores que a su vez dependen de su finalización. Este ejemplo de dependencia entre actividades tiene la ventaja de que cualquier demora en una actividad es fácilmente visible.

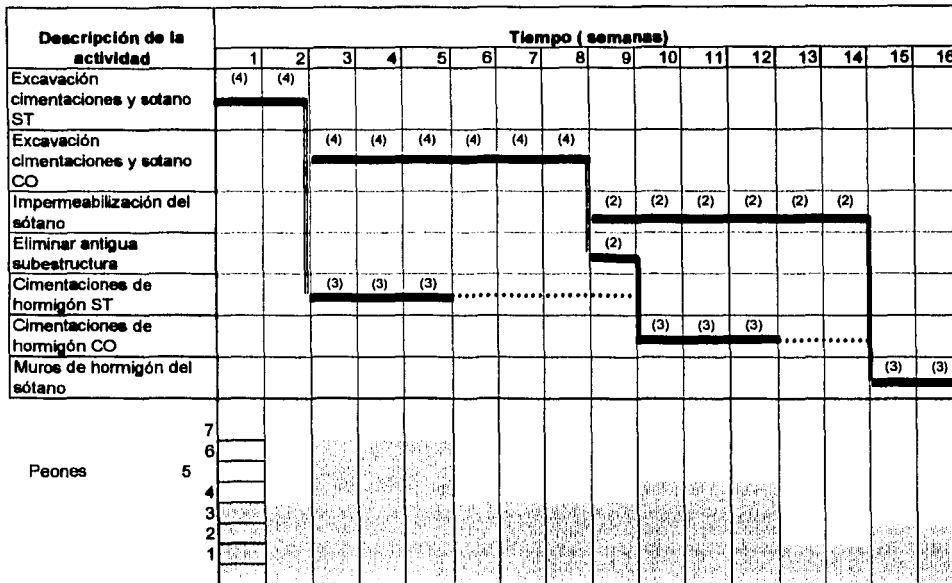


Figura 2.3: Diagrama de barras entrelazado y de agrupación de recursos. Los enlaces verticales indican una dependencia entre una actividad y otra, las rayas intermitentes indican el colchón. Los trabajadores necesarios aparecen entre paréntesis.

También se muestra el plazo disponible para la realización de cada actividad: por ejemplo, según la figura 2.3, la actividad “Cimentaciones de hormigón ST” comienza en la semana 3 y termina en la semana 5, pero se puede apreciar que la fecha límite absoluta, antes de que interfiera con la siguiente actividad, o sea “Cimentaciones de Hormigón CO”, es la final de la semana 9. Esta actividad dispone de un colchón o tiempo extra antes de que un retraso pueda afectar las actividades posteriores. Por ejemplo, la actividad “Excavación de cimentaciones y sótanos CO” no dispone de colchón, y tiene que completarse antes de la semana 8; normalmente esto se denominaría una actividad crítica.

El diagrama de barras también es de utilidad a la hora de calcular los recursos necesarios para la ejecución de una obra. Añadir los recursos, por ejemplo trabajadores, a cada actividad, y sumarlos, tal y como se demuestra en la figura 2.2, se denomina ‘Diagrama de agrupación de recursos’, en este caso para valorar los recursos humanos necesarios, de igual manera se puede realizar por separado según el tipo de recurso.

El diagrama de barras y los diagramas de agrupación de recursos son útiles a la hora de estimar el trabajo a ejecutar, en términos de horas/persona y horas/maquina. Cálculos similares, realizados a pie de obra, se pueden utilizar para comprobar el trabajo implicado en la estimación y determinar si los métodos de construcción elegidos producirán beneficios o pérdidas.

Los diagramas de barras son especialmente efectivos como medio de comunicación entre los técnicos y los encargados, y se pueden realizar usando códigos de colores para cada actividad.

La ventaja principal de un diagrama de barras es su sencillez. El diagrama de barras es un documento transparente y fácilmente comprensible. Como documento de comunicación, es el que mejor refleja las intenciones del planificador.

Al emplear un diagrama de barras, se puede reflejar el avance de una obra, y a la vez se pueden extraer plazos con fechas de pedidos para materiales y otras necesidades.

Sobre todo es muy útil en el caso de pequeños proyectos o para programas a corto plazo dentro de una fase de un gran proyecto.

Las desventajas de un diagrama de barras se encuentran su elaboración y en la manipulación de los datos que contiene. Si el diagrama de barras se realiza a mano, y no informáticamente presenta dos inconvenientes:

- Está limitado en cuanto a su tamaño
- No es fácil de actualizar ni reprogramar

Así que la principal limitación de los diagramas de barras es la imposibilidad de manipular sus datos. Por consiguiente, existe una tendencia a no actualizarlos, con lo que el diagrama de barras se convierte en un documento desfasado, desacreditado e ignorado.

## 2.2 ANÁLISIS DE RED

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El análisis en red ofrece la ventaja de poder manipular los datos de planificación pues se pueden introducir en ficheros informatizados, más fácilmente manipulables y modificables. Los datos de planificación en una red se enlazan a través de la lógica que define las relaciones entre las actividades. Así se pueden modificar datos relacionados con actividades individuales como son la duración, los recursos, etc.; o se pueden realizar cambios en las relaciones lógicas entre unas actividades y otras, y las consecuencias se re calculan y se presentan de nuevo. Además, los pasos a seguir para elaborar y procesar una planificación en red están más claramente definidos, son más autónomos y ofrecen un enfoque más riguroso en cuanto a la planificación de

operaciones complejas. Este gran rigor impuesto por el diagrama lógico produce modelos más reales del trabajo propuesto.

Finalmente, solo mediante una forma de análisis en red existe la posibilidad de informatizar los cálculos. Los pasos a seguir para crear una red son los siguientes<sup>4</sup>:

1. Crear una lista de las actividades
2. Crear una red mostrando la relación lógica entre una actividad y otra
3. Estimar la duración de cada actividad, crear un programa, y determinar el comienzo y la finalización de cada actividad y el margen disponible
4. Estimar los recursos necesarios

Al elaborar un diagrama de barras, los pasos (2) y (3) se realizan a la vez, así que en el caso de proyectos complejos es probable que no se consideren las distintas alternativas.

Actualmente existen dos formas de realizar el análisis en red, con las actividades representadas por flechas o nodos. Esta última opción suele utilizarse como diagrama de precedencias. Las dos opciones ofrecen básicamente las mismas facilidades, así que la elección es cuestión de gustos. Considero que la técnica de los diagramas de precedencias es más fácil de entender para profesionistas como nosotros Ingenieros Civiles que no nos dedicamos en forma específica a esto sino que las usamos como herramienta en una parte del proceso de construcción.

#### ACTIVIDAD EN LA FLECHA

Se prepara una red según los pasos detallados anteriormente.

**1. Listado de actividades:** El nivel de detalle requerido varía de igual manera que en la gráfica de barras, dependiendo del usuario.

**2. Crear una red lógica de actividades:** En este sistema de planificación, la actividad está representada por una flecha. A no ser que se esté dibujando la red según una escala de tiempo, la longitud de la flecha no es relevante. Incluso aunque la red se ajuste a una escala de tiempos, no se recomienda utilizar esta medida.

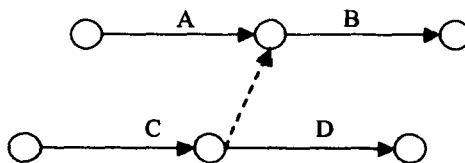


Figura 2.4: Uso de una flecha ficticia para mantener la lógica correcta.<sup>5</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

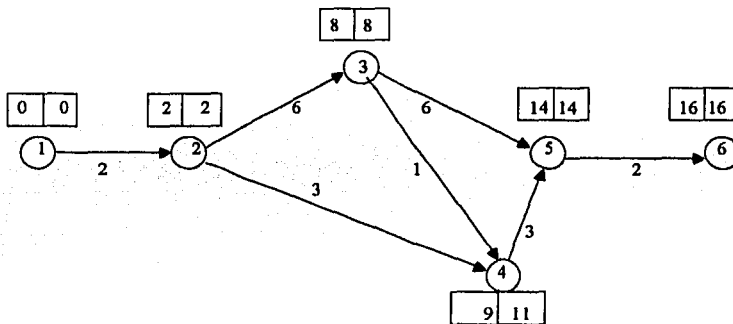
<sup>4</sup> Wagner, Gerhard. Los sistemas de planificación CPM y PERT aplicados a la construcción; pag.147-151

<sup>5</sup> Ibídem, pag.225

Las flechas se entrelazan dentro de una relación lógica, y a medida que se vaya introduciendo cada flecha dentro de la red se deben plantear tres preguntas para comprobar que se está manteniendo la lógica correcta. Las preguntas son las siguientes:

- ¿Qué actividades deberán estar ejecutadas antes de que comience esta actividad?
- ¿Qué actividades no podrán comenzar antes de que se haya ejecutado esta actividad?
- ¿Que actividades no tienen relación lógica con esta actividad y por ese motivo puedan realizarse al mismo tiempo?

Si se hace caso omiso a las restricciones que se impondrán sobre las secuencias de actividades con relación a los recursos, ya sean mano de obra o equipos, la red que logre contestar las preguntas satisfactoriamente mostrará la relación lógica de todas las actividades. Puede ser necesario introducir flechas ficticias, representadas por líneas intermitentes, que no representan ninguna actividad, sino que representan simplemente un enlace lógico. Por ejemplo, si la actividad C estuviera pendiente de que se finalizara la actividad B, la red necesitaría una flecha ficticia para representar la solución lógica, tal y como se muestra en la figura 2.4.

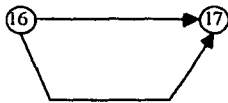


DENOMINACIÓN	ACTIVIDAD
1-2	Excavación cimentaciones y sótano ST
2-3	Excavación cimentaciones y sótano CO
3-5	Impermeabilización del sótano
3-4	Eliminación subestructura antigua
2-4	Cimentaciones de concreto ST
4-5	Cimentaciones de concreto CO
5-6	Muros de Hormigón del sótano

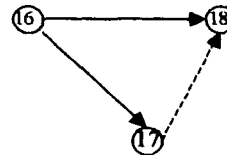
Figura 2.5: Una red mostrando plazos, números y plazos de acontecimientos.

*Identificación de las actividades.* Los puntos donde comienzan o terminan las flechas se denominan acontecimientos. La numeración de dichos acontecimientos facilita su

identificación. Por ejemplo en la figura 2.5, la actividad "Cimentaciones de concreto CO" se denominaría actividad (4)-(5) Exceptuando el hecho de que cada acontecimiento debe tener un número propio, no hay que seguir ninguna regla en especial. Es común comenzar a numerar al principio de la red y seguir cada acontecimiento por orden numérico hasta que se alcance el acontecimiento final, asegurando que el número en la cola de una flecha sea más pequeño que el de la cabeza. Podría ocurrir que dos flechas partan del mismo acontecimiento a la vez, y que lleguen junto a otro. Teóricamente las actividades deberían tener el mismo número de identificación. Para evitar esto, se emplea una flecha ficticia y se introduce un acontecimiento adicional, asegurando que cada actividad tenga una identificación única. Como se muestra en la figura 2.6.



Dos actividades tienen la misma Referencia



Un acontecimiento adicional y una flecha ficticia otorgan una identificación única.

Figura 2.6: Uso de flechas ficticias en la identificación única de actividades.<sup>6</sup>

**3. Elaboración de un programa;** Hay que estimar el tiempo necesario para la ejecución de cada actividad; la estimación del plazo se basará en los conocimientos del trabajo en cuestión, la experiencia, los precedentes y sus estudios. Una vez estimada la duración de cada actividad se anota al lado de la flecha correspondiente en la red lógica. A continuación se calcula la fecha de comienzo más temprana para cada acontecimiento.

El cálculo de tiempos se muestra en la figura 2.5. Por ejemplo, la fecha más temprana para el inicio del acontecimiento (1) es 0, para el acontecimiento (2) es  $0+2=2$ , etc. Hay que prestar una atención especial a los puntos donde convergen dos caminos o cadenas de actividades, como por ejemplo en el caso del acontecimiento (4) El camino más largo determina la fecha más temprana para el comienzo del acontecimiento. En el acontecimiento (4), el camino vía el acontecimiento (3) produce una fecha temprana de  $8+1=9$ , que es mayor que el camino directo desde el acontecimiento (2), el cual produce una fecha más temprana de  $2+3=5$ . Así que 9 es la fecha más temprana para el inicio del acontecimiento (4) El cálculo de las fechas más tempranas se denomina paso adelante.

El proceso invertido, denominado el paso atrás, determina la fecha más tardía para el acontecimiento, o sea, la fecha más tardía para que una actividad pueda finalizarse sin causar demoras en la fecha de finalización del proyecto. La fecha más tardía del

<sup>6</sup> Ibidem, pag.253

acontecimiento de calcula y se apunta en el cuadro, al lado derecho de cada acontecimiento. Los cálculos se muestran en la figura 2.5. La fecha más tardía del acontecimiento final, el acontecimiento (6), se calcula como 16 semanas; la fecha más tardía para el acontecimiento (5) es  $16-2=14$ ; y para el acontecimiento (4) es  $14-3=11$ . Dos actividades parten del acontecimiento (3), y la fecha más tardía para el acontecimiento (3) se determina a partir de la fecha tardía más temprana o de valor más pequeño, o sea, un cálculo para el acontecimiento (3) a partir del acontecimiento (4) es  $14 - 6 = 8$ , y otro es  $11 - 1 = 10$ , así la fecha más tardía para el acontecimiento (3) es 8. Si el acontecimiento (3) se prolongara más de 8, el plazo para completar las actividades (3)-(5) y (5)-(6) se extendería más allá del plazo final del proyecto, o sea 16.

Al completar los pasos hacia delante y hacia atrás se conocen las fechas más tempranas y más tardías para el comienzo de cada acontecimiento. A partir de ello, se puede calcular la 'flotación' o tiempo sobrante disponible para cada actividad. Las actividades críticas, que no disponen de flotación, son aquellas cuya fecha más temprana y más tardía de comienzo o finalización coinciden, o donde la diferencia de tiempo entre el comienzo del acontecimiento y el final del acontecimiento es igual a la duración de la actividad.

La holgura total es el tiempo total que se puede ampliar o retrasar una actividad sin que interfiera con la fecha de finalización del proyecto.

Holgura Total = Tiempo total disponible - Duración

Holgura Total = Fecha más tardía de finalización - Fecha más temprana de comienzo - duración

Si la holgura total de una actividad en particular se gasta completamente, se puede utilizar algo de flotación total de la siguiente actividad. Sin embargo, la holgura libre es la cantidad de tiempo que se puede extender o demorar una actividad sin interferir con la siguiente.

Holgura Libre = Fecha más temprana de finalización - fecha más temprana de comienzo - duración

La Holgura libre asume que tanto las actividades anteriores como las posteriores comiencen lo más temprano posible.

Utilizando el ejemplo en la figura 2.5, la flotación total para la actividad (2)-(4) es  $11-2-3=6$ , y la flotación libre es  $9-2-3=4$

**4. Estimación de recursos;** Al estimar la duración de cualquier actividad, se tendrán que considerar los recursos necesarios para su desarrollo. Los recursos se pueden introducir al lado de la flecha correspondiente dentro de la red. Por ejemplo, una actividad que incluya trabajos de carpintería para 20 días /carpintero, requiere dos carpinteros durante 10 días. La estimación principal y más comúnmente utilizada es el cuadro de agregación. El cuadro de agregación de recursos es útil cuando se quiere estimar el contenido laboral para la elaboración de presupuestos y se puede emplear



conjuntamente con el diagrama de barras entrelazado; una estimación visual de la flotación disponible en ciertas actividades permite una distribución de los picos de demanda de recursos. En muchas situaciones prácticas, esto supone una gestión suficiente de los recursos.

Más allá de la incorporación de recursos, existen dos matices en la estimación de recursos necesarios, Son los siguientes: Un problema de limitación de plazo, o sea, que el proyecto deba estar finalizado antes de una fecha determinada; y el problema de limitación de recursos, por el cual el proyecto tiene que ejecutarse empleando los recursos limitados que estén disponibles, aunque esto conlleve una ampliación de la fecha de entrega.

*Consideraciones de limitación de plazo.* Un análisis de plazos proporcionara el plazo de tiempo mínimo para la ejecución del proyecto. Si se considera dicho mínimo como el plazo límite, cualquier ajuste en la programación de cualquier actividad que pudiera afectar las necesidades en cuanto a recursos se debería realizar dentro de la flotación disponible. Las medidas a tomar para estimar los recursos necesarios en una situación donde hay plazos limitados son las siguientes:

- a) Preparar una relación de actividades ordenadas según fecha de comienzo más temprana.
- b) Elaborar un cuadro de agregación de recursos, como en la figura 2.7, basado en dicha relación de actividades ordenadas según la fecha de comienzo más temprana, y los recursos necesarios. En el se incluirán todos los recursos necesarios, asumiendo que todas las actividades comiencen lo antes posible.
- c) Preparar una relación de actividades ordenadas según fecha de comienzo mas tardía.
- d) Elaborar un cuadro de agregación de recursos, basado en dicha relación de actividades ordenadas según fecha de comienzo más tardía, y comenzando con dichas fechas. Esto se refiere a los recursos necesarios si todas las actividades comienzan lo más tarde posible.
- e) Comparar los cuadros de agregación de recursos de b) y d). Esto facilitará los dos extremos de necesidades de recursos, cuando todas las actividades comienzan lo antes o lo más tarde posible. Entre dichos extremos se puede buscar un término medio para proporcionar los requisitos de recursos aceptables a través de una inspección visual y una manipulación de actividades entre los dos extremos.

*Consideraciones de limitaciones de recursos.* La elaboración de un cuadro de agregación de recursos limitados es parecida a uno de recursos ilimitados, pero si la demanda total de recursos para una actividad excede el límite especificado, entonces la actividad en cuestión se tiene que retrasar. Para producir resultados favorables y para que las actividades anteriores reciban sus recursos en primer lugar las actividades deberán ordenarse según un sistema de prioridades o 'normas de decisión'.

La norma de decisión es un método por el cual las actividades se ordenan según su demanda de recursos y se introduce en el cuadro de agregación de recursos. Así cada actividad recibe su debida prioridad en el turno que le corresponde para la entrega de recursos. Es posible que no todas las actividades reciban los recursos necesarios en el plazo más temprano. Por consiguiente, algunas actividades se retrasarán hasta que los recursos estén disponibles. Una ordenación según prioridad, o norma de decisión, asegura que las actividades con alta prioridad reciban sus recursos en primer lugar.

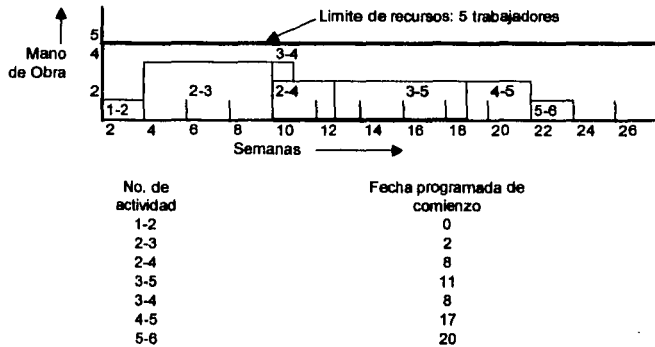
Actividades ordenadas según fecha de comienzo más temprana				
Actividad	Comienzo más temprano		Duración	Recursos (trabajadores)
	Comienzo más temprano	Flotación total		
1-2	0	0	2	2
2-3	2	0	6	4
2-4	2	6	3	3
3-5	8	0	6	3
3-4	8	2	1	1
4-5	9	2	3	3
5-6	14	0	2	2

Actividades ordenadas según fecha de comienzo más tardía				
Actividad	Comienzo más tardío		Duración	Recursos (trabajadores)
	Comienzo más tardío	Flotación total		
1-2	0	0	2	2
2-3	2	0	6	4
2-4	8	0	6	3
3-5	8	6	3	3
3-4	10	2	1	1
4-5	11	2	3	3
5-6	14	0	2	2

Figura 2.7: Cuadros de agregación de recursos para actividades que comiencen los más temprano y lo más tarde posible (basados en la red de la figura 2.4).

La clasificación por orden de prioridad se denomina distribución. Una de las distribuciones más populares es la distribución por 'fecha de comienzo'. En cuanto a actividades que tengan la misma fecha de comienzo más temprana se realiza una segunda distribución y esta podría ser por orden de flotación total. La parte superior de la figura 2.8 demuestra las actividades de la red de la figura 2.5 ordenadas según la fecha de comienzo más temprana como primera o principal distribución y, según flotación total como distribución secundaria o menor. Dicha clasificación se ha empleado en la elaboración del cuadro de agregación de recursos de la figura 2.8. Este ejemplo demuestra que la actividad (2)-(4) es la primera en exceder el límite de recursos,

así que se retrasa su fecha de comienzo de la semana 2 a la semana 8. Cuando se hayan introducido todos los recursos para todas las actividades en el cuadro de agregación de recursos, se puede extraer una relación de fechas de comienzo programadas a partir de la tabla que se muestra en la figura 2.8; la figura 2.9 muestra unos ejemplos parecidos para dos tipos de recursos. Como demostración, la norma de decisión o distribución prioritaria que se utiliza en este caso es la fecha de comienzo temprano como prioridad principal y la duración más larga como prioridad secundaria. La lista de prioridades guía al usuario en cuáles son las soluciones aceptables.



Actividad	Fecha de comienzo más temprana	Duración	Recursos	Tipo de recurso	Fecha de comienzo programada
1-2	0	2	2	C	
2-3	2	6	4	P	2
2-4	2	3	3	P	8
3-5	8	6	3	P	11
3-4	8	1	1	C	8
4-5	9	3	3	C	11
5-6	14	2	2	C	17

Figura 2.8 Histograma de recursos limitados y tabla de fechas programadas de comienzo.

## DIAGRAMAS DE PRECEDENCIA

El análisis de red con diagrama de precedencia sigue los mismos pasos lógicos que en el caso de diagramas de flechas. Las diferencias en este caso son las siguientes:

- 1) Relación de actividades

La relación de actividades se puede ampliar para mostrar las interdependencias entre ellas.

## 2) Elaboración de Red lógica

En el caso de los diagramas de precedencia, el 'nodo' representa la actividad, y el enlace o la flecha representa sólo la relación lógica. No se necesita flecha ficticia para mantener una lógica correcta o para la numeración exclusiva de las actividades.

*Identificación de las actividades.* Se puede dar un número exclusivo a cada nodo que represente una actividad.

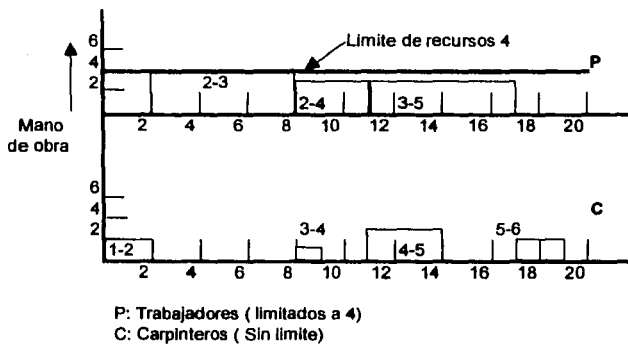


Figura 2.9 Asignación de recursos para dos tipos de recursos.

*Duraciones y análisis de tiempos.* En cuanto a flechas, se calcula la duración de cada actividad, se realizan los pasos hacia delante y hacia atrás, y se introducen las fechas más temprana y más tardía de comienzo y finalización de cada actividad, tal y como se muestra en la figura 2.10. Dichos tiempos calculados se refieren a la actividad, mientras que, los cálculos de las flechas se refieren a plazos de acontecimientos. La flotación se calcula de la misma manera que en la técnica de actividad en la flecha, por ejemplo, la flotación total de la actividad No.5 es la fecha más tardía de finalización menos la fecha más temprana de comienzo menos la duración, o sea  $11 - 2 - 3 = 6$ .

*Relaciones entre actividades.* La principal ventaja de los diagramas de precedencia y de los programas informatizados es que la cantidad de relaciones que puedan existir entre las actividades es más numerosa que la relación sencilla comienzo - término de las redes de flechas. La limitación comienzo - final significa que si una actividad tiene que comenzar antes de la finalización de una actividad anterior de la cual es dependiente, la actividad anterior tiene que dividirse en partes más pequeñas, como se muestra en la figura 2.10(a); de otro modo, se tienen que emplear flechas ficticias con una concesión de tiempo como en la figura 2.10(b) para solapar actividades.

En el caso de diagramas de precedencia, existen varias relaciones distintas entre actividades, por ejemplo:

Final – comienzo

Final - Final

Comienzo – comienzo

Ejecución parcial – final

Final – ejecución parcial

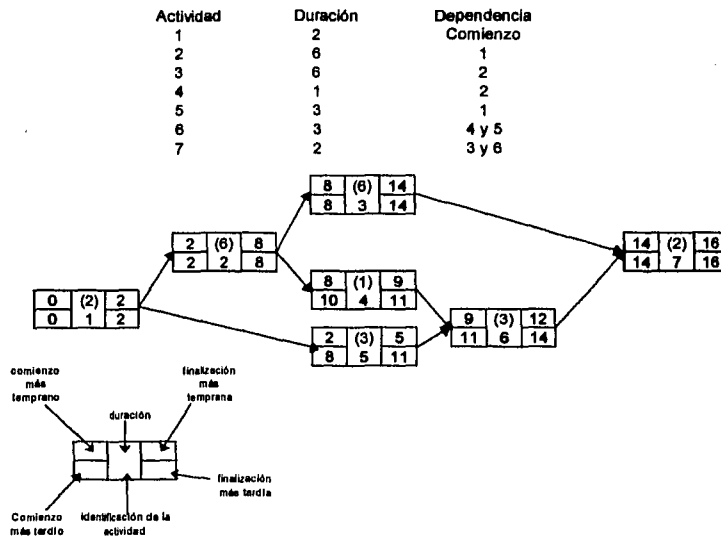


Figura 2.10 Lista de precedencias y diagrama de precedencias basada en la red detallada en la figura 2.6.

En la práctica en ciertos casos, la utilización de excesivos tipos distintos de relación entre actividades puede resultar ser una desventaja. Esto es debido a que las alternativas son demasiado complicadas para el usuario. Además también es común que cuando se solapan demasiadas actividades se tiende a subestimar la duración del proyecto.

Las principales diferencias entre diagramas de precedencia y las redes de flechas son que en el caso de los primeros no existen flechas ficticias, no es necesario cambiar el número de referencia cuando se añaden actividades adicionales, ni existen relaciones complejas.

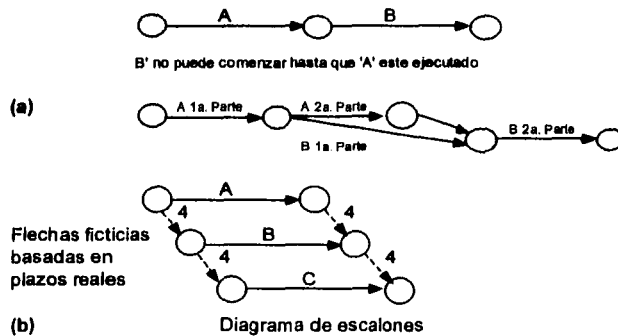


Figura 2.11 Ajustes a redes de flechas para lograr traslapes entre actividades.<sup>7</sup>

### 2.3 LÍNEA DE EQUILIBRIO

La línea de equilibrio es una técnica de planificación idónea para trabajos repetitivos. Las pautas empleadas son las basadas en la planificación y el control de procesos de producción. La técnica se basa en consultar los recursos necesarios para cada fase u operación para que no causen interferencias con las fases posteriores y se pueda alcanzar la fecha límite. Se ha aplicado dicha técnica a proyectos de construcción, principalmente de viviendas, y en menor grado a obras públicas como proyectos ferroviarios o red de carreteras.

#### ELABORACIÓN DE UNA LÍNEA DE EQUILIBRIO

- a) Elaborar un diagrama lógico
- b) Calcular las horas laborales necesarias para completar la ejecución de cada operación.
- c) Elegir amortiguadores de tiempo para evitar interferencias entre una operación y otra.
- d) Calcular los niveles de producción necesarios para alcanzar el plazo final.
- e) Elaborar una tabla, con las siguientes columnas y características (tabla 2.11):
  1. Descripción e identificación de la actividad.

<sup>7</sup> Wagner, Gerhard. Op. Cit., pag.259

2. Estimación de las horas/hombre para cada actividad.
3. El número óptimo de hombres para cada actividad, o sea el número de hombres en cada equipo.
4. El tamaño teórico de un equipo necesario para mantener el ritmo de ejecución R, dado por:

$$\frac{R \times (\text{horas/hombre por actividad})}{\text{No. De horas laborables por semana}}$$

R es el número de secciones a completar por semanas.

5. El tamaño real del equipo se determina según el múltiplo de los hombres necesarios para componer un equipo, próximo al tamaño teórico del equipo. Si el tamaño real del equipo es superior al tamaño teórico, el ritmo será superior al ritmo teórico y viceversa.

6. El ritmo real de ejecución se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Tamaño real del equipo} \times \text{ritmo objetivo}}{\text{Tamaño teórico del equipo}}$$

7. El tiempo empleado en una actividad, en días, se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Horas/Hombre por actividad}}{\text{No. De hombres en un equipo} \times \text{No. De horas laborables/ día}}$$

8. El tiempo, en días, desde el comienzo de la primera sección hasta el comienzo de la última se calcula:

$$\frac{(\text{No. de secciones} - 1) \times \text{No. De días laborables por semana}}{\text{Ritmo actual de ejecución}}$$

9. El amortiguador de tiempo mínimo se estima a partir de una posible variabilidad anterior

- f) Elaborar el programa, según la información calculada en la tabla mencionada antes. (Tabla 2.12)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Actividad o operación	Horas/hombre por actividad	Hombres por actividad	Tamaño teórico del equipo a un ritmo de ejecución de R	Tamaño real del equipo	Ritmo real de ejecución de una actividad	Tiempo en días para una actividad	Tiempo desde el comienzo de la primera sección hasta el comienzo de la última actividad	Amortiguador de tiempo mínimo
A Subestructura	110	3	8.25	9	3.27	4.58	29.05	5
B Estructura	320	8	24	24	3.00	5.00	31.87	5
C Juntas	385	9	27.38	27	2.96	5.07	32.09	5
D Fontanería	35	2	2.63	4	4.56	2.19	20.83	5
E Acabados	210	5	15.75	15	2.88	5.25	33.22	5

Tabla 2.12 Base para la elaboración de una línea de equilibrio.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

- g) Estudiar el programa y estimar posibles alternativas para lograr un programa más equilibrado que podría incluir:
- Un cambio en el ritmo de ejecución de una actividad, al reducir (o aumentar) un equipo durante el proyecto. (figura 2.13)
  - Despedir y volver a convocar un equipo. (figura 2.14)
  - Solapar algunas actividades, por ejemplo, 'diseñar' un programa lógico no secuencial, lo que significa que los programas mostrados como líneas inclinadas en los diagramas se deberían superponer. Dichos programas son difíciles de leer esto reduce su efectividad como medio de comunicación con el personal de obra.
  - Programar cada una de las actividades para que se realicen al mismo ritmo. Esto se denomina 'programación paralela y supone la contratación de suficientes recursos para lograr el ritmo de ejecución previsto. En el ejemplo de la tabla 2.12, si las actividades C y E dispusieran de un equipo más, se realizarían 3 actividades por semana. Sin embargo, esto significa que la mayoría de los equipos están trabajando a un ritmo más lento de lo habitual. El programa paralelo tendría una duración total más reducida. Antes de elaborar un programa paralelo, se debe examinar si los ahorros en los plazos totales, y en los costos indirectos, complementan los gastos extraordinarios que conlleva una contratación excesiva de personal.

El programa final se basa en recursos escogidos, así que a los ritmos de ejecución calculados deberán contar con dichos recursos. Esto difiere del caso de cálculos de red, que separan asignaciones lógicas y asignaciones de recursos.

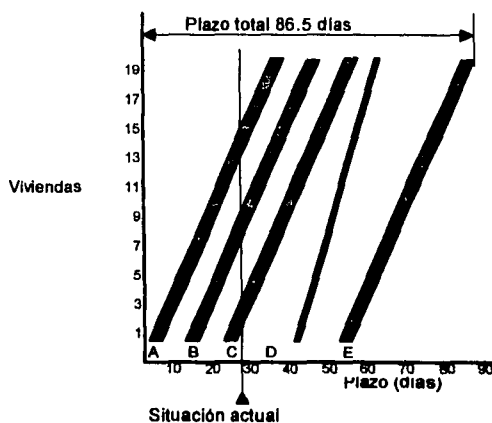


Figura 2.13 programa tipo línea de equilibrio basado en datos sustraídos de la tabla 2.11.



El programa y las fechas de comienzo y de finalización de los distintos equipos en cada operación se pueden emplear para controlar el avance del proyecto. La figura 2.13 muestra que la fecha actual es el día 25, y la finalización de operaciones A y B marcadas con sombreado, como vemos A va según el programa y la operación B esta adelantada.

El peligro de esto consiste en que B se podría quedar sin trabajo ya que está avanzando más rápido que A. Se necesitan emprender acciones para acelerar A o frenar B.

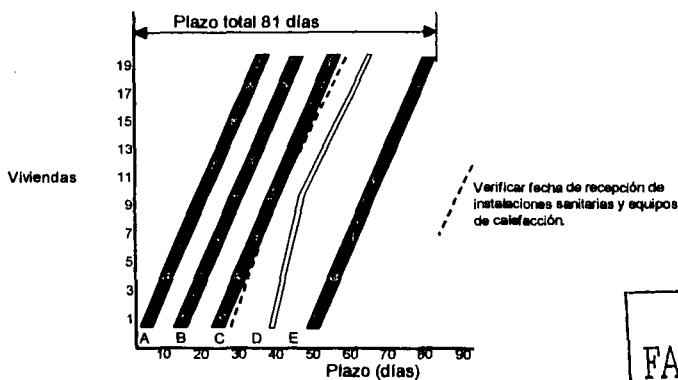


Figura 2.14 programa de tipo línea de equilibrio basado en datos de la tabla 2.1, excepto que la operación d dispone de un equipo de 4 hombres para las viviendas 1 a 10 y un equipo de 2 en las siguientes.

Estas fueron las principales técnicas de programación que podemos aplicar a la construcción, ahora bien cabe mencionar que una programación buena y realista sólo se podrá hacer cuando exista un diseño integral y una muy buena cuantificación de obra. Así finalmente se podrá ir consignando por cada período de la obra por ejecutar, la asignación de recursos y los flujos de caja.

Como pudimos ver el uso de estos sistemas de planificación varía desde una sencilla programación de actividades hasta un sistema completo de modelación de plazos, recursos y costos, que en primera instancia se pueden utilizar en el análisis de situaciones hipotéticas a la hora de realizar pronósticos como se requieren en la estimación de la obra.

En segunda instancia se recurrirá al uso del programa base de licitación, en conjunción al método de ejecución y las mediciones correspondientes para cada unidad de obra obtenidas, para la estructuración alrededor de este modelo de planificación de uno más refinado. De tal manera que si los cálculos se realizaron correctamente, el planificador a pie de obra comenzará su planificación de ejecución con un programa bien desarrollado.

Esto permite que todos los esfuerzos de seguimiento y control inicien sabiendo cómo se calcularon los costos, en términos que serán comprendidos fácilmente por los planificadores de obra. Además es muy poco probable que surjan dificultades al mezclar datos de costos y planificación dado que los dos sistemas de seguimiento dispondrán de los datos necesarios desde el primer día.

El uso de un sistema de planificación que haya sido empleado para la estimación, y que contenga todos los datos de planificación y estimación, permite que; la medida del avance del proyecto y el calculo de la asignación presupuestaría para dicho avance, se realicen de forma rápida y eficaz.

Así pues, el uso de un sistema de planificación puede ayudar sustancialmente en el calculo de la asignación presupuestaría para cualquier avance medido. De esta manera, si los gastos reales difieren bastante de las asignaciones presupuestaría, los datos estarán fácilmente disponibles para desarrollar el análisis y decidir si los recursos eran adecuados o si la causa fueron los problemas de plazo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3. EVALUACIÓN DEL COSTO DE UNA OBRA

Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, ya sea estética, de abrigo, de alimento o de supervivencia, y para satisfacerla, se hace necesaria, una técnica para planearla, un tiempo para construirla y los recursos necesarios para llevarla a cabo. Respecto a la técnica, podemos decir que actualmente no existe obra imaginada por el hombre que no sea posible de realizar, ya que, tanto la propia tecnología, como el desarrollo de procesos constructivos, han alcanzado horizontes no imaginados.

Con relación al tiempo, también podemos afirmar que las nuevas disciplinas de programación proporcionan la posibilidad de realizar cualquier obra en condiciones de tiempo que anteriormente se podrían considerar imposibles.

Pero en referencia al costo (recursos), si bien aceptamos que está ligado con la técnica y el tiempo como base, tiene también un valor sustancial, es decir que los dos valores anteriores están supeditados a este. Es más común en la época moderna encontrar la palabra incosteable que la palabra irrealizable o inacabable, y en última instancia podemos decir que si el elemento costo de una obra cualquiera, está dentro de los rangos acostumbrados para ese momento o época histórica, es posible realizarla reduciendo los tiempos de ejecución y aún supliendo en muchos casos las carencias de la técnica.

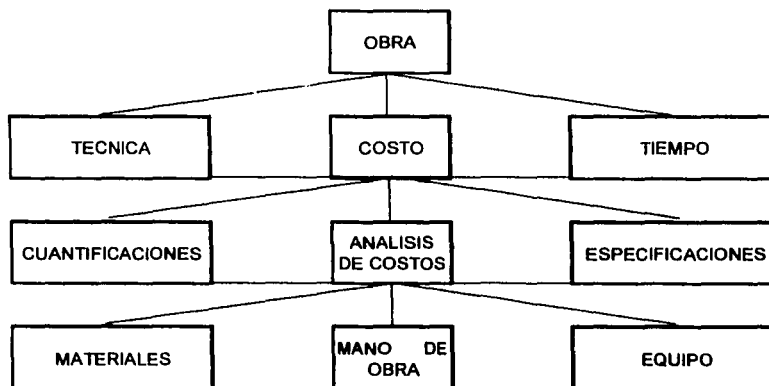


Figura 3.1 Diagrama del balance de una obra.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Suárez Salazar. Op. Cit., Pág. 23

Es por tanto uno de los objetivos de este trabajo; confinar en lo posible el elemento costo a través de una técnica adecuada y un tiempo de realización óptimo. Lo cual se verá materializado en primera instancia para su manejo en un catálogo de precios (presupuesto) que servirá de base decisiva en la licitación.

En forma aislada el costo también requiere de un correcto **balance entre sus bases, especificaciones, cuantificaciones y análisis**, es decir el que, el cuánto y el cómo. *Un costo balanceado es aquel, cuyas especificaciones permitan cuantificar, lo más exactamente posible los volúmenes de conceptos que se pretenden hacer intervenir, así como sus características detalladas, para proceder a analizar adecuadamente el procedimiento constructivo y obtener el costo parcial de cada uno de dichos procesos.*

### 3.1 ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de un costo es, en forma genérica la evaluación de un proceso determinado cuyas características esenciales, que siempre debemos tomar en cuenta, son:

- **El análisis del costo es aproximado:** El no existir dos procesos constructivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario, y el basarse en condiciones promedio de consumos, insumos y desperdicios, determinan que la evaluación monetaria del costo no sea matemáticamente exacta.
- **El análisis del costo es específico:** Como consecuencia, si cada proceso constructivo se integra basándose en sus condiciones periféricas de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico.
- **El análisis del costo es dinámico:** El mejoramiento constante de materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones, de prestaciones sociales, etc. Hace necesaria la actualización constante de los análisis de costos.
- **El análisis de costo puede ser inductivo o deductivo:** Si la integración de un costo, se inicia por sus partes conocidas, si de los hechos inferimos el resultado, estaremos analizando nuestro costo inductivamente. Si a través del razonamiento partimos de todo conocido, para llegar a las partes desconocidas, estaremos analizando el costo deductivamente.
- **El costo está precedido de costos anteriores y éste a su vez es integrante de costos posteriores.**

#### INTEGRACIÓN DEL COSTO

Por factibilidad de operación el costo en la construcción se subdivide. (figura 3.2)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

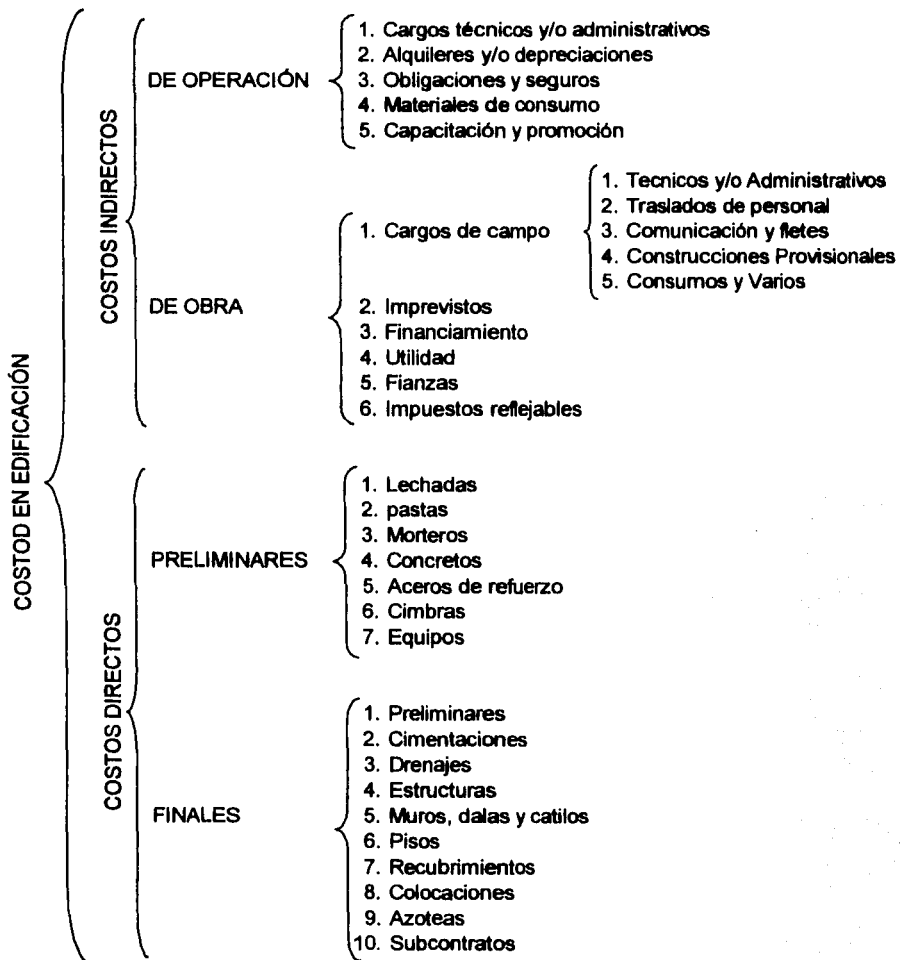


Figura 3.2: Integración del costo en edificación.<sup>9</sup>

Donde:

**Costo Indirecto:** es la suma de gastos técnico - administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

<sup>9</sup> Ibidem, pag.25

**Costo Indirecto de Operación:** es la suma de gastos que son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado. (año fiscal, año calendario, ejercicio, etc.)

**Costo Indirecto de Obra:** Es la suma de todos los gastos que son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

**Costo Directo:** es la suma de material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso productivo.

**Costo Directo Preliminar:** Es la suma de gastos de material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un subproducto.

**Costo Directo Final:** Es la suma de gastos de material, mano de obra, equipo y subproductos para la realización de un producto.

Finalmente la integración del costo directo por unidad de obra aplicándole el porcentaje correspondiente de costo indirecto nos determina el precio unitario.

## 3.2 LAS ESPECIFICACIONES

Son la descripción detallada de características y condiciones mínimas de calidad que debe reunir un producto.

### ESPECIFICACIONES GENERALES

En forma escrita y a manera de normas generales, existe una serie de agrupaciones que dictan especificaciones para cada una de las actividades especializadas.<sup>10</sup>

### ESPECIFICACIONES DETALLADAS

#### ESCRITAS

Con base en las normas generales de la ciudad, las características peculiares de cada obra, son comúnmente relacionadas en documentos que las describen en forma particular.

En edificación las mejores especificaciones son aquellas que implícitamente señalan el proceso constructivo más conveniente para obtener la calidad requerida.

Cuanto más exactas y detalladas sean las especificaciones, mayor aproximación con la realidad tendrá el costo en cuestión. La vaguedad de una especificación, puede conducirnos a un precio con un rango de variación muy grande; y más aún, una mala especificación puede impedirnos integrar un costo unitario.

<sup>10</sup> Por citar algunos; el reglamento de construcciones para el D.F., Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Instalaciones, etc.

Las especificaciones deben apegarse en lo posible a los sistemas, materiales y equipos de que se disponga en ese momento y para esa zona determinada; ya que al proponer unas especificaciones fuera de la realidad del lugar, en vez de obtener la calidad deseada, se podría incurrir o hacer incurrir al constructor en errores. Se pueden tomar de base las especificaciones de otros países, pero "traducidas" es decir adaptadas, a nuestra realidad y a nuestros sistemas constructivos; lo anterior no quiere decir que las especificaciones deban ser estáticas, por el contrario, es necesario mejorar sistemas, materiales y procesos constructivos, pero sin situarlos en una zona de exigencias ilógicas o irreales.

Es deseable que en las especificaciones escritas, se consignen las tolerancias en plomos, niveles y centros y que estas contemplen también rangos adecuados para la obra en particular a realizar, por ejemplo las tolerancias de las anclas de un equipo, deben ser diferentes a las de un accesorio de baño, además deben ser lo suficientemente claras para evitar las interpretaciones personales, que posteriormente derivan en conflictos con el contratista.

## PLANOS CONSTRUCTIVOS

Las características geométricas de un elemento constructivo, serían muy difíciles de detallar en forma escrita, por tanto es práctica común, dibujarlos y presentarlas en forma ordenada a través de planos constructivos.

La cabal concepción de un problema, se inicia el iniciar su dibujo. Es práctica común que en tanto sea más complicado un proyecto, mayor número de planos deban generarse, sin embargo cualquier número de planos resulta innecesario en tanto no se lleve a cabo una congruencia total de ellos con el objeto de evitar inconvenientes en la construcción y que a su vez repercutirán directamente en el costo.

La estructuración de una obra, es sin duda, otro de los aspectos que generalmente se descuida y que afecta en forma medular el costo de una obra, un apoyo adicional que modifique ligeramente un proyecto puede representar varios miles de pesos, así como también el conceptuar procesos lógicos de construcción desde el proyecto, nos permitirá un considerable ahorro en la obra.

El uso inadecuado de materiales de construcción y de sus resistencias, incrementa sin ningún objeto el costo de una obra. Por ejemplo si en un muro de carga especificamos un mortero  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>, cuando el tabique que lo forma, tiene un  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.3 LA CUANTIFICACIÓN

Debemos recordar la interrelación existente entre especificaciones, cuantificación y análisis de costo, y muy especialmente la congruencia entre los tres, al considerar inútil un análisis detallado exacto de costos sin tener una cubicación o una especificación detallada con el mismo rigor.

Las condiciones de presupuesto y más aún de antepresupuesto, pueden variar en el transcurso de la obra. Por lo cual es conveniente realizar las cubicaciones de tal manera sistematizadas, que nos permita revisarlas y entenderlas. Por lo que debe de realizarse en forma ordenada y para ello debe contener como mínimo; la denominación de la obra, el número del plano analizado, el número de hoja consecutiva, columnas de descripción, dimensiones subtotales y totales, unidades, croquis.

Además es recomendable resumir por partidas congruentes, las cuantificaciones obtenidas parcialmente.

Finalmente a más de la revisión parcial tanto numérica como de concepto, es recomendable una revisión global con base en los parámetros lógicos como; cantidad de acero por metro cúbico de elemento estructural, espesor promedio de losas con relación al área cubierta, semejanza de la cantidad de pisos con el acabado de plafones, suma de recubrimientos semejante al doble de muros, etc.

Es recomendado también en forma selectiva, cuantificar elementos estructurales representativos o promedio, para asignar límites más precisos a nuestra revisión paramétrica.

### 3.4 EL PRESUPUESTO

Es la integración general del costo de una obra, es decir la materialización de la estimación del costo de una obra. Es una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato.

El presupuesto es el reflejo final del balance **técnica - costo - tiempo**

El presupuesto como cualquier dato dado con anticipación es una de las tareas más arduas del trabajo de una construcción. Cualquier precaución que se tenga para llegar a un resultado satisfactorio es poca.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



El presupuestista deberá suponer que la obra que va a valorar está ya terminada. Dará un imaginario paseo por ella e ira recogiendo todos los datos de lo hecho teniendo en cuenta de no omitir ni el más mínimo detalle, porque por pequeño que sea siempre se reflejará al final.

Se deberá establecer un orden, agrupando los trabajos en partidas y subpartidas por etapas de obra y áreas de trabajo (preliminares, cimentación; y a su vez albañilería herrería, etc.)

Otro punto muy importante es la toma de datos del plano. Es aconsejable que dichos datos se tomen por exceso, sin exageración, mejor que por defecto. Porque malo es que se pierda una obra por haberla encarecido al tomar las dimensiones, pero mucho peor es dar un presupuesto y quedarse corto en su valoración. Cualquier cosa de las dos es mala. Pero mucho peor sobre todo para el contratista, es la segunda.

También es conveniente no descuidar ninguna partida por valorar. Es muy frecuente que esto ocurra, bien por no considerarlas de interés o por que se desprecien, dada la insignificancia de su importe. Recordemos que cualquier cosa pasada por alto es un dato más que se acumula en contra del presupuesto.

Dado que el someter un presupuesto puede provenir de la realización de una obra por nosotros mismos o por invitación por otras personas o entidades. En el primero de los casos no hay qué entrar en deducciones porque no vamos a "engañarnos" nosotros mismos, sin que esto quiera decir que en los demás casos se vaya a engañar, pero si a obtener un beneficio máximo.

Cuando se entra en licitación con otras entidades del ramo se pueden presentar dos casos

- 1) Que la organización o persona interesada, junto con los pliegos de condiciones incluya las mediciones y aplicación de precios a las mismas.
- 2) Que se nos entreguen dichos pliegos y planos y nosotros tengamos que hacer el presupuesto técnico y económico.

En el primer caso se tiende hacer precios más bajos que los demás sin extralimitaciones tanto que al desear conseguir una obra lo que hayamos conseguido es una carga para la empresa. En esta clase de operaciones, ya existe un precio tope del que debemos rebajar todo lo humanamente posible siempre sin detrimento de las calidades de los trabajos que se piden.

Para lograr lo anterior, es necesario que el contratista busque detalles fundamentales, como son; aunar en lo posible los trabajos, forzar el ritmo de la obra y sacar el máximo rendimiento de la mano de obra, descuentos en la compra de materiales, aprovechamiento de las condiciones favorables de emplazamiento de la obra, aprovechamiento al máximo de los materiales, etc. Teniendo en cuenta todos estos detalles y muchísimos otros, se puede rebajar el tipo inicial de subasta de una obra.

Aún en el primer caso es necesario hacer una revisión para verificar que en el catálogo previo se estén considerando todos los trabajos necesarios, así como sus respectivos volúmenes.

No debemos olvidar los trabajos que aun que no se reflejan directamente en la obra terminada, son parte del proceso de esta, como son; los trabajos inducidos, preparaciones, procesos constructivos.

Una vez realizados el presupuesto técnico y a la vista de éste el económico, y todas las operaciones que conllevan confeccionamos el presupuesto general o final en el cual consideramos lo que denominamos indirectos los cuales no carecen de importancia por lo cual se deberá realizar un adecuado estudio para determinar el porcentaje a aplicar.

Es muy importante que en la oficina técnica se tenga una constante información de los nuevos materiales de construcción así como de los precios que rigen en el mercado. El alza de un artículo en el mercado que no haya tenido en cuenta al realizar el presupuesto, equivale a exponerse a una pérdida segura.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 4. CONEXIÓN ESTIMACIÓN DEL COSTO DE UNA OBRA-UTILIDAD

Se han mencionado características generales del proceso de estimación del costo de una obra para licitación, incluso se ha recalcado la importancia y los beneficios de la correcta aplicación de estas para obtener un resultado favorable y, cuando digo favorable no me refiero únicamente a resultar favorecido en la licitación, ya que el éxito en esta no garantiza el éxito de la contratista por el contrario para algunas empresas marca el fracaso total y en algunas si bien no llegan a casos extremos puedo decir que repercute desfavorablemente en su margen de utilidad

A continuación presento algunos extractos documentales de dos obras reales que para las empresas a las que fueron adjudicadas no resultaron el éxito esperado y, analizaremos los errores más notables que contribuyeron a ello, obviamente cometidos durante la etapa de estimación.

### OBRA I

Consiste en la obra civil y albañilería para cimentación, tanque de tormentas, muros colindantes y rampas helicoidales del N-1(N+96.60) a losa tapa estacionamiento N+2 (N+114.40) para un centro comercial.

Durante la ejecución de esta obra se generó una gran variedad de divergencias entre la propietaria y la contratista debido a que desde la etapa de proyecto por parte de la primera y de estimación la segunda, así como en la licitación, hubo omisiones, errores, indeterminaciones, etc., por mencionar algunas.

### 4.1 LA CONVOCATORIA

Se trata de una convocatoria cerrada, donde se invita a cinco empresas a participar en la licitación.

---

INVITACIÓN

México D. F. a 26 de Junio del 2000.

DENOMINACIÓN DE LA OBRA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.

**El centro comercial, con la presente le extiende la invitación, para presentar propuesta económica y técnica para los trabajos correspondientes a la construcción y remodelación del Centro Comercial para ser presentada su propuesta en dos sobres cerrados para la realización de los trabajos arriba citados.**

### REQUISITOS GENERALES

- A) Documentos comprobatorios del Capital contable requerido, mediante declaración anual y la última trimestral del ejercicio 1999 y balance auditado por Contador Público titulado, con registro en la administración General de Auditoría Fiscal Federal, anexando copia de su cédula profesional y constancia de registro.
- B) Alta en el registro federal de contribuyentes (R.F.C) y la cédula de identificación fiscal emitida por la S.H.C.P.
- C) TESTIMONIO DEL ACTA CONSTITUTIVA Y MODIFICACIONES, en su caso, inscritos en el Registro Público de Comercio y Poder del Representante Legal, para persona moral o Acta de nacimiento para persona Física.
- D) Relación de Contratos de Obras vigentes que tenga celebrados con la Administración Pública o con Particulares señalando por cada uno, el importe total, monto ejecutado y avance de obra desglosado por anualidades.
- E) Relación de contratos de Obra que haya celebrado con Particulares y la Administración Pública durante los últimos tres años, para la ejecución de trabajos similares, comprobando documentalmente su cumplimiento a satisfacción de la contratante.
- F) Cualquier otro documento que acredite la experiencia o capacidad técnica requerida para la ejecución de los trabajos a realizar.
- G) Se solicita de la manera más atenta, que a la brevedad posible nos remita su carta de aceptación o disculpa a la invitación que se ha girado.
- H) El costo de los documentos para cotizar, será de \$5,000.00 (CINCO MIL PESOS 00/100 M.N), con cheque a nombre de El Centro Comercial.

El contrato se le asignará al proponente que, de entre los participantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, cumpla con la totalidad de las bases de los requisitos de esta invitación y garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato, la ejecución de la obra y que presente la proposición solvente cuyo precio sea el más bajo y aceptable para la convocante.

- 1.1 Las ofertas serán evaluadas tomando en cuenta que contengan todos los requisitos solicitados, que el programa de obra de ejecución sea factible de realizar dentro del plazo solicitado con los recursos considerados por el participante y que las características específicas y calidad de los materiales sean los requeridos por la convocante, también se verificará el debido análisis, cálculo e integración de los precios unitarios.
- 1.2 Visita al sitio: 28 de Junio del 2000- 10:00 hrs., Para verificar el sitio donde se llevarán a cabo los trabajos. Lugar de la cita Centro Comercial (Oficinas de supervisión)
  - 1.2.1 La Junta de Aclaraciones: se realizará el 28 de Junio del 2000. Al término de la visita al sitio.
- 1.3 Fecha de presentación de propuestas: 31 de Julio del 2000 – de las 12:00 a las 14:00 hrs.
  - 1.3.1 Los participantes que acepten, deberán entregar su propuesta, en idioma español y en sobres separados y cerrados de tal manera de que cualquier violación sea notable, en la fecha y hora indicada, así como manifestar los importes de su propuesta en moneda nacional.
  - 1.3.2 Fallo: se dará a conocer fecha el día de entrega de propuestas.
  - 1.3.3 Anticipo: El importe concedido para este contrato, será del 20% para inicio de trabajos motivo para esta cotización.
  - 1.3.4 Todos los actos se realizarán en las oficinas de supervisión del centro comercial.
- 2. El concursante podrá obtener un juego de planos y catálogo para la realización de los trabajos, los cuales serán materia de un contrato administrativo de obra a precio unitario y precio determinado, mismas que estarán a su disposición el día 27 de Junio del 2000, a partir de las 13:00 hrs.
  - 2.1 Ninguna de las condiciones contenidas en esta invitación, así como las propuestas presentadas por los proponentes podrán ser negociadas.
  - 2.2 Será causa de descalificación, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esta invitación.
- 3. Los concursantes entregarán su propuesta en sobres cerrados con la documentación requerida; en el lugar, fecha, y hora indicados con anterioridad.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

- 3.1 Período de ejecución estimado del servicio: 11 Septiembre del 2000 al 11 de Julio del 2001. Debiendo presentar programas calendarizados de ejecución de los trabajos y programa de montos de ejecución de los trabajos.
- 3.2 La propuesta deberá incluir, datos básicos, de costos de materiales a emplear, de salarios, de maquinaria, equipo y herramienta (explosión de insumos), así como el desglose de precios unitarios, costos horarios, con sus básicos, e indicando el importe a costo directo y su afectación por los indirectos y utilidad para su costo de venta.
- 3.3 El resumen de la propuesta económica será con el formato que se proporcionará en el catálogo
4. Requisitos especiales para presentar propuestas:
  - 4.1 Capital contable requerido mínimo \$500,000.00
  - 4.2 El importe de la garantía de seriedad será del 5% del valor de la propuesta, sin considerar IVA, mediante cheque cruzado a favor de BNM

#### ANEXO

##### A-2 - GASTOS POR INVITACIÓN

A 2.1. - El concursante deberá sufragar todos los gastos relacionados con la preparación y presentación de su oferta, así como para la obtención de las bases y documentación anexa.

##### A-3. - TIPO DE CONCURSO

A 3.1. - Por invitación a cuando menos 3 contratistas en la especialidad.

##### A-4. - CONDICIONES

El Centro comercial y los concursantes aceptan que para la preparación de este concurso y demás actos que de él se deriven, rijan las siguientes condiciones:

A 4.1 Que la obra se llevará a cabo con sujeción en lo que resulte aplicable a las disposiciones a que se refiere a las normas y especificaciones generales de construcción vigentes, emitidas por el Gobierno Del Departamento Del D. F. a las especificaciones generales de construcción emitidas por la subdirección a las normas de calidad de los materiales solicitados, a los programas de ejecución indicados en el anexo correspondiente de estas bases, los de utilización de mano de obra y de maquinaria, equipo de construcción, de adquisición y de utilización de materiales, de personal profesional, técnico, administrativos y de servicios.

A 4.2 Los concursantes declaran estar debidamente enterados y estar de acuerdo con los datos que se proporcionan en estas bases, en lo concerniente a las condiciones y el grado de dificultad de los trabajos aquí descritos, así como los términos en que se suscribe el contrato que forma parte del presente paquete y que las demás características las ofrece El centro Comercial como orientación a título enunciativo no limitativo, quedando bajo la responsabilidad de los concursantes de juzgar todas las circunstancias; de tal manera, que si cualquiera de ellas resultará diferente en el momento de la ejecución, la diferencia no justificará reclamación alguna del contratista.

A 4.3 La coordinadora y la supervisora, llevarán a cabo la supervisión y control directo de los trabajos con apego al programa presentado por el concursante ganador.

A 4.4 La Coordinadora y la supervisión, Acordarán con el contratista el inicio de los trabajos mediante la apertura de una bitácora y este se dará por recibido para la ejecución de los mismos, debiendo tomar las medidas que se requieran.

A 4.5 Los volúmenes de obra se pagarán al precio unitario propuesto en concurso por el contratista y aprobado por la supervisión.

A 4.6 El contratista que ejecute la obra, objeto de la presente invitación, se obliga a realizar la misma, a los precios propuestos por él; aún cuando por necesidades de última hora, propia de esta supervisión, o por dificultades del sitio originalmente escogido sea necesario modificar la localización de los trabajos dentro del área.

A 4.7 El hecho de que BNM, otorgue el contrato de esta invitación a un determinado contratista, no quiere decir por ningún motivo que esta, acepta todas las condiciones que el contratista indica en su proposición y estará en el derecho de exigirle al mismo, el estricto cumplimiento a las especificaciones de licitación.

A 4.8 El contratista ganador de este concurso se obliga a tener en el sitio de la obra, un representante técnico, Ingeniero Civil o Arquitecto con experiencia comprobable en el tipo de obra que se va a ejecutar, con título registrado ante la Dirección General de Profesiones de la S.E.P., el cual presentará a la hora de firmar la bitácora de inicio de los trabajos con el original de su cédula profesional para complementar con su número y sus datos personales el inicio de los trabajos. El residente tendrá poder amplio y bastante para actuar en nombre del contratista y para cualquier instrucción u observación dada por la supervisora, así mismo se considerará como transmitida al propio contratista.

Dicho representante técnico, será a quien se dirija la supervisora para tratar asuntos relacionados con la obra, motivo por el cual el lugar de residencia deber ser el D.F., debiendo proporcionar a la coordinadora y a la supervisión, su nombre dirección y teléfono, con objeto de ser localizado cuando así lo requiera, en igual forma estará autorizado para ser la persona que firme las estimaciones por parte del contratista y deberá permanecer al frente de las obras, durante todo el lapso que duren las mismas. En caso de ausencia temporal o total del representante técnico del contratista, este se obliga a dar aviso a la supervisora, con la anticipación debida y por escrito, el nombramiento legal de su nuevo representante técnico, el cual deberá cumplir con los requisitos y obligaciones del anterior.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A 4.9 El contratista al que le sea otorgado el contrato motivo de esta invitación, se obligará a cumplir con el periodo de ejecución establecido en su programa de obra, por lo anteriormente expuesto, el contratista ajustará su programa a la fecha real de inicio.

A 4.10 En caso de violación falta de cumplimiento parcial o total del inciso anterior el contratista se hará acreedor de la sanción estipulada en la cláusula decimosexta del contrato a precios unitarios y tiempo determinado, celebrado por el contratista y El Centro comercial.

A 4.11 En los precios unitarios que presente el participante de los conceptos de trabajo de trabajo que se solicitan deberá incluir todas las erogaciones que tenga que efectuar, para poder realizar las actividades en cuestión de acuerdo con las especificaciones y normas de construcción, así mismo incluir los costos de suministro de agua y energía eléctrica necesaria.

A 4.12 El contratista en la visita de inspección al sitio de la obra, deberá obtener todos los datos que considere necesarios con relación al abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, accesos y servicios necesarios durante el periodo de ejecución de los trabajos.

El contratista en la visita, deberá obtener de las autoridades correspondientes, los importes de las conexiones que requiera debiendo así mismo considerar sus consumos durante el tiempo que duren los trabajos, ya que estas actividades no le serán pagadas al mismo en forma adicional debiendo este, estimarlos dentro de sus precios unitarios.

A 4.13 Cuando sea necesario realizar volúmenes de obra, mayores que los que aparecen en las hojas del catalogo de conceptos, el contratista se obliga a realizarlos a los precios unitarios propuestos anteriormente por él, en caso de conceptos que sean necesarios desglosar, el contratista analizará y propondrá sus precios unitarios aplicando el criterio seguido en los análisis de sus precios unitarios originales, los cuales deberán ser revisados y avalados en su caso por la supervisora.

A 4.14 Los precios unitarios contenidos en el catalogo de conceptos de obra, propuestos por el contratista y (aprobados) por la supervisora, serán los que rijan la ejecución de la obra.



Basándonos en las características básicas<sup>11</sup> que se deben cumplir en una licitación, podemos afirmar lo siguiente:

1. La convocatoria y los documentos son claros y precisos.
2. Se invitaron cinco empresas las cuales son muy semejantes en calidad técnica, administrativa, capacidad financiera y volumen de obras.
3. El tiempo para presentar la proposición es de cinco semanas, evaluando la magnitud de la obra, podemos considerar que es un tiempo razonable dada la propia mecánica de los concursos en general. (Inciso 1.4)
4. El tiempo sugerido para la construcción es de 10 meses, analizando el **proyecto de concurso** podemos considerar que es un tiempo razonable. (Inciso 3.1)
5. Analizando la convocatoria vemos que en esta se indican los lineamientos que determinarán la adjudicación. (Inciso H 1.1)
6. No se menciona algún instrumento a usar ante cambios sustanciales de precios. Y esto será de gran trascendencia como veremos más adelante.
7. La propietaria si cuenta con los fondos suficientes para la realización de la obra.

Se podría pensar que, dado que la convocatoria cumple con la mayoría de los requisitos, es correcta; pero la omisión respecto al ajuste de precios prevaleció al adjudicar la obra, en el contrato aunque existe una cláusula la cual se presenta a continuación:

#### DECIMA QUINTA. - AJUSTE DE COSTOS

Las partes acuerdan que los costos de los insumos permanecerán fijos durante el periodo de ejecución de los trabajos a excepción de los costos de la mano de obra la cual podrá ajustarse de acuerdo al incremento que se autorice al salario mínimo por la comisión nacional de salarios mínimos.

<sup>11</sup> Ver Pág. 2 Capítulo I

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se procederá a la revisión y o pago de los ajustes solicitados; conforme a lo establecido en los términos de referencia. En el caso de retraso por parte de la contratista, el ajuste de costos solamente procederá conforme al programa aprobado por las partes.

No es del todo satisfactoria ya que únicamente establece un ajuste de precios en la mano de obra y como se puede ver en la tabla 4.1 el porcentaje mayor de insumos corresponde a los materiales.

TOTALES INSUMOS		
DESCRIPCIÓN	IMPORTE	%
MATERIALES	\$ 21,287,306.50	63.23
MANO DE OBRA	\$ 7,964,269.25	23.66
EQUIPO	\$ 685,313.70	2.04
SUBCONTRATOS	\$ 3,727,006.59	11.07
	<b>\$ 33,663,896.04</b>	<b>100.00</b>
MATERIALES		
CONCRETO PREM.	\$ 8,597,943.10	40.39
ACERO	\$ 5,472,966.50	25.71
CIMBRA	\$ 1,800,906.13	8.46
VARIOS	\$ 5,415,490.77	25.44
	<b>\$ 21,287,306.50</b>	<b>100.00</b>
\$ ACERO		
PRESUPUESTO	\$ 3,000.00	
MERCADO	\$ 3,600.00	
INCREMENTO	\$ 600.00	20.00
	\$ 39,050,049.59	
<b>PERDIDA POR COSTO ACERO</b>	<b>\$ 1,094,593.30</b>	<b>2.80</b>

Figura 4.1 Distribución de insumos e influencia de variación del costo en la utilidad.

En esta obra, los insumos están representados básicamente por cimbra, acero y concreto premezclado por tanto la variación de costo en cualquiera de estos es lo suficientemente notoria y repercute en un alto grado en la utilidad de la empresa.

Una semana antes de iniciar la construcción de la obra, el precio del acero tuvo un incremento sustancial del 20% y, aunque en el proceso de estimación del costo se tomen precauciones para este tipo de eventos, un incremento así normalmente no alcanza a quedar dentro del margen de estas previsiones. Lo anterior aunado al no existir en contratos un instrumento para ajuste de precio en este tipo de contingencias, dio como resultado una pérdida del 2.8%. Es importante mencionar que aquí por ejemplificar de una manera sencilla se considero únicamente el volumen de acero contemplado en

presupuesto, pero en realidad este se desfasó por causas que analizaremos más adelante. Por consecuencia la pérdida fue mayor.

## 4.2 TIPO DE LICITACIÓN

La concepción original del concurso fue a precio unitario como lo indica el inciso 2 de la convocatoria. Por tanto según las características de este tipo de contrato, el proyecto podía estar definido entre un 80 a 90 %; en este caso aparentemente el proyecto estaba definido al 90%, porque debemos tener en cuenta que aunque así se afirme ningún proyecto esta definido al 100 % y siempre habrá variaciones durante la construcción, y aunque a veces surgían algunas incongruencias, dudas, definiciones de límites, de las cuales algunas se aclararon verbalmente durante la visita al sitio de obra, dado el tipo de contrato, permitiría ajustar posteriormente.

Lo mismo ocurrió con la relación de conceptos propuesta por la propietaria, había algunos conceptos con grandes volúmenes que no eran justificables en planos, así como conceptos faltantes y en el caso de las instalaciones no estaban bien definidas, pero dejándose llevar por el tipo de concurso, aunado al tiempo que siempre es poco para presentar una oferta, se dejaron dichos volúmenes, en algunos casos por la indefinición del proyecto se asumieron determinadas características del mismo.

Pero resulta que una vez adjudicada la obra, y después de varias negociaciones y acuerdos entre la propietaria y la contratista se decide realizar un contrato a Precio alzado. Se dice simple pero ¿En qué repercutió?

Para contratar a precio alzado a partir de un presupuesto base, debe el proyecto de estar definido en un 90% y aquí no era así, los errores detectados en cuantificación, los conceptos "fantasmas", y la definición de límites en fin todo lo comentado antes debió de haberse considerado y en su caso evaluar en partidas de aditivas y deductivas.

Veamos con cifras como afecto la indefinición del proyecto.

En la tabla 4.2 podemos ver que del presupuesto original solo el 84.68% es ejecutable debido a los conceptos no justificables en plano y que aparecían en él catalogo proporcionado por la coordinadora.

Posteriormente se entregan planos constructivos, que si bien es cierto regularmente cambian de los de concurso, aquí las diferencias entre estos son considerables como podemos ver en el cuadro anterior donde clasificamos así los conceptos:

- 1) Excedentes; se refieren a aquellos que por sus características ya están determinados en el presupuesto de contrato solo varía su volumetría.



- 2) Extraordinarios; aquellos cuyas características no son semejantes a ninguno de los ya determinados en el presupuesto de contrato.

<b>PRESUPUESTO</b>	<b>IMPORTE</b>	<b>%</b>
<b>PLANOS LICITACIÓN</b>		
CONTRATO	\$ 39,050,049.59	
NO EJECUTABLE	\$ 5,982,874.00	
EJECUTABLE	\$ <b>33,067,175.59</b>	84.68
<b>PLANOS CONCURSO VS. EJECUCIÓN</b>		
EXCEDENTES	\$ 661,764.46	
EXTRAORDINARIOS	\$ 647,675.46	
NO PROCEDEN PRECIO ALZADO	\$ 150,916.05	
COMPLEMENTARIOS CUANTIFICADOS	\$ 2,453,025.80	
<b>CAMBIOS DURANTE EL TRANCURSO DE OBRA</b>		
EXCEDENTES	\$ 2,180,254.94	
EXTRAORDINARIOS	\$ 6,753,842.72	
	\$ <b>8,934,097.66</b>	22.88

Tabla 4.2 Repercusión de la definición del proyecto.

- 3) No proceden a precio alzado, aquellos que aparecían desde planos de concurso y no fueron considerados al elaborar el presupuesto, por x razones.
- 4) Complementarios Cuantificados; aquellos que aunque se detectaron en la primera cuantificación no se aplicaron al presupuesto y en su lugar se dejó el del catálogo proporcionado por la coordinadora.
- 5) Pendientes por definición; los que aún en planos de constructivos no se determinaban a ciencia cierta.
- 6) Diferencias instalaciones; como se comentó no estaban bien definidas ahora ya lo están.

Además existió una partida que en el cuadro anterior no se refleja por razones prácticas; para evitar confusión en cifras finales, que se denominó "Anexo Conexión Obra Vieja - Nueva" su importe fue de \$1,927,213.79 la cual consistía un área en la que

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

coordinadora y contratista no lograban llegar a un acuerdo sobre la base de que si debía o no haberse considerado en el concurso, afortunadamente para la contratista con tanto cambio en el proyecto los trabajos originales concernientes a esta área prácticamente desaparecieron.

Finalmente durante el transcurso de la obra se fueron presentando modificaciones al proyecto original lo cual repercutió tanto en el aspecto monetario como en el técnico y el factor tiempo.

Esto último da lugar a nuestro siguiente punto de análisis los precios unitarios tanto de presupuesto de contrato como la influencia de estos en los extraordinarios.

### 4.3 PRECIOS UNITARIOS

Un buen costo (balanceado) aunado a la aplicación de la técnica adecuada y en un tiempo favorable da como consecuencia el éxito de una obra, claro sin olvidar los debidos controles que se deban llevar durante su ejecución, pero si la obra es engendrada bien se debe esperar un buen resultado.

Es por lo anterior la importancia del correcto análisis de un Precio Unitario, que si bien como Ingenieros Civiles se tiene la obligación de conocer su metodología, la mayoría de las veces, ya sea por el tiempo, exceso de optimismo, etc. , dejamos pasar detalles que pueden parecer insignificantes pero los cuales ponen en riesgo la utilidad de la empresa..

En este caso analizaremos sólo algunos precios unitarios que forman parte del catálogo de conceptos de la obra en cuestión, ya que sería poco práctico el analizarlos todos, se eligieron los mas ilustrativos.

En la obra básicamente tenemos elementos estructurales de concreto reforzado como son contratrabes que componen la cimentación a una profundidad de 3.50 m, bajo el nivel de banqueta, muros de contención perimetrales a una altura de 4 m, columnas y rampas de acceso vehicular de 18 m de altura sobre el nivel de cimentación.

Prácticamente estos tres primeros análisis engloban lo correspondiente al concreto estructural, el G 0.0903s en cimentación y muros de contención, G 0.0903x en columnas y, G 0.1201o en estructura en este caso muros y rampas de acceso vehicular.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIOS						508
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
<b>Análisis: G 0.0803x Unidad: M3</b>						
CONCRETO PREMEZCLADO F'c=300 KG/CM2 CLASE I CON E=242487 KG/CM2, EN CONTRATRABES CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL CON DARAPREL DE MCA. GRACE A RAZÓN DE 2 c.c. POR 1 Kg DE CEMENTO, BOMBEABLE, R.N., AGREGADO MÁXIMO DE 19 MM, ADITIVO FLUIDIFICANTE WRDA-19 MCA. GRACE A RAZÓN DE 10 A 15 c.c. POR Kg. DE CEMENTO SEGÚN NORMA ASTM C494, REVENIMIENTO SEGÚN PROYECTO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CONCRETO PREMEZCLADO, COLOCACIÓN DE CONCRETO A CUALQUIER NIVEL, BOMBEO DE CONCRETO, VIBRADO, CURADO CON CURAFEST ROJO, FLETES, DESPERDICIOS, LIMPIEZAS, PRUEBAS DE LABORATORIO, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, OBRAS DE PROTECCIÓN EN SU CASO, TRASPALCOS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ANDAMIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MACON018	CONCRETO PREMEZCLADO PREM. F'c=300KG/CM2 19 MM. BOMB	M3	\$791.29	1.050000	830.85	
MACON011	IMPERM. INTEGRAL P/CONCRETO, MCA. GRACE	M3	\$58.10	1.050000	58.91	
MACON014	BOMBEO DE CONCRETO C/ ESTACIONARIA	M3	\$65.00	1.050000	68.25	
MACON019	FLUIDIFICANTE	M3	\$56.10	1.050000	58.91	
MA000010	CURAFEST ROJO	LT	\$8.48	0.200000	1.70	
MA000002	AGUA (ACARREO Y MANEJO)	M3	\$28.00	0.035000	0.98	
Subtotal: MATERIALES					\$1,018.69	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MOCU0004	CUADRILLA No. 4 ( ALBAÑIL+AYUDANTE+4 PEON)	JOR	\$1,005.64	0.053697	54.00	
Subtotal: MANO DE OBRA					\$54.00	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI0070	VIBRADOR DE CHICOTE DYNAPAC MUK-8	HR	\$34.88	0.338142	11.79	
					\$11.79	
Costo directo					\$1,085.38	
INDIRECTOS 16%					173.66	
SUBTOTAL					1259.05	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					\$1,259.05	
(UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 05/100 M.N.)						

ANÁLISIS DE PRECIOS						515
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
<b>Análisis: G 0.0803x Unidad: M3</b>						
CONCRETO PREMEZCLADO F'c=300KG/CM2 CLASE I CON E=242487KG/CM2, EN COLUMNAS M1 Y M2, BOMBEABLE, R.N., AGREGADO MÁXIMO DE 19 MM, ADITIVO FLUIDIFICANTE WRDA-19 MCA. GRACE A RAZÓN DE 10 A 15 c.c. POR Kg. DE CEMENTO SEGÚN NORMA ASTM C494, REVENIMIENTO SEGÚN PROYECTO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CONCRETO PREMEZCLADO, COLOCACIÓN DE CONCRETO A CUALQUIER NIVEL, BOMBEO DE CONCRETO, VIBRADO, CURADO CON CURAFEST ROJO, FLETES, DESPERDICIOS, LIMPIEZAS, PRUEBAS DE LABORATORIO, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, OBRAS DE PROTECCIÓN EN SU CASO, TRASPALCOS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ANDAMIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MACON018	CONCRETO PREMEZCLADO PREM. F'c=300KG/CM2 19 MM. BOMB	M3	\$791.29	1.050000	830.85	
MACON014	BOMBEO DE CONCRETO C/ ESTACIONARIA	M3	\$65.00	1.050000	68.25	
MACON019	FLUIDIFICANTE	M3	\$56.10	1.050000	58.91	
MA000010	CURAFEST ROJO	LT	\$8.48	0.200000	1.70	
MA000002	AGUA (ACARREO Y MANEJO)	M3	\$28.00	0.035000	0.98	
Subtotal: MATERIALES					\$960.69	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MOCU0004	CUADRILLA No. 4 ( ALBAÑIL+AYUDANTE+4 PEON)	JOR	\$1,005.64	0.053697	54.00	
Subtotal: MANO DE OBRA					\$54.00	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI0070	VIBRADOR DE CHICOTE DYNAPAC MUK-8	HR	\$34.88	0.338142	11.79	
					\$11.79	
Costo directo					\$1,028.48	
INDIRECTOS 16%					164.24	
SUBTOTAL					1190.72	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					\$1,190.72	
(UN MIL CIENTO NOVENTA PESOS 72/100 M.N.)						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIOS					
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Análisis: 0 0.1206      Unidad: M3					
CONCRETO PRIMEZCLADO F'c=2500 KG/CM2 CLASE I CON E=242487 KG/CM2 , EN ESTRUCTURA A CUALQUIER NIVEL, BOMBEEABLE. R.N. AGREGADO MÁXIMO DE 18 MM. ADITIVO FLUIDIFICANTE WINDA-19 MCA. GRACE A RAZON DE 10 A 15 cc. POR Kg. DE CEMENTO SEGUN NORMA ASTM C494. REVENIMIENTO SEGUN PROYECTO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CONCRETO PRIMEZCLADO; COLOCACION DE CONCRETO A CUALQUIER NIVEL; BOMBEO DE CONCRETO, VIBRADO, CURADO CON CURAFEST ROJO, FLETES, DESPERDICIOS, LIMPIEZA, PRUEBAS DE LABORATORIO, ACARRIROS DENTRO DE LA OBRA, OBRAS DE PROTECCION EN SU CASO, TRASPALDOS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ANDAMIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, SEGUN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.					
<b>MATERIALES</b>					
CONCRETO PRIMEZCLADO PREM.					
MAC0N013	F'c=2500KG/CM2 18MM. BOMB	M3	\$737.76	1.00000	774.66
MAC0N014	BOMBEO DE CONCRETO C/ESTACIONARIA	M3	\$65.00	1.00000	\$65.00
MAC0N019	FLUIDIFICANTE	M3	\$65.10	1.00000	\$65.10
MA00010	CURAFEST ROJO	LT	\$9.48	0.20000	1.70
MA00002	AGUA (ACARRIO Y MANEJO)	M3	\$28.00	0.03600	0.98
Subtotal: MATERIALES					<b>912.44</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MOCU004	CUADRILLAN o.4 (ALBANIL+AYUDANTE+4 PEON)	JOR	\$1,005.64	0.053697	54.00
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>54.00</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
EQUR070	VIBRADOR DE CHCOTE DYNAPAC MUX-8	HR	\$34.98	0.338142	11.79
Costo directo					<b>978.23</b>
INDIRECTOS					16%
SUBTOTAL					<b>1125.52</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>912.44</b>
(UN MIL CIENTO VENTICINCO PESOS 02/100 M3)					

Como podemos ver la descripción del concepto es prácticamente la misma, variando únicamente en el elemento estructural, la resistencia y en el caso del de cimentación, la aplicación de un impermeabilizante integral en el concreto. Por consiguiente también comparten fallas en lo que incluye el precio como a continuación se describe:

- 1) *Colocación de concreto a cualquier nivel*; los tres análisis corresponden a elementos que varían drásticamente en cuestión de distribución y altura. Las contratabes son elementos que prácticamente están al nivel de piso que si bien es cierto que se necesitan pasarelas, no se compara con los andamios y pasarelas que se tuvieron que utilizar para los muros circulares y las columnas aún que se colaron en cuatro etapas hasta llegar a los 18 m, los cuales en ningún momento están considerados en el precio. Podría pensarse que se hubiera considerado en el rendimiento de la mano de obra pero como vemos este es el mismo en los tres análisis, que es por cierto un rendimiento promedio podríamos considerar valido únicamente para el colado de las contratabes.
- 2) *Bombeo de concreto*; aunque está considerado en el análisis, debemos recordar que el precio de bombeo es por m3 y con 50 ml de tubería, rebasando estos metros empieza a tener sobrecosto y en este caso por condiciones del terreno y el propio avance de la obra, la bomba se tuvo que colocar prácticamente a la entrada de la obra lo que signifió una distancia horizontal máxima de 150 m.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 3) *Pruebas de laboratorio*; podría considerarse como sarcástico porque las incluye nominativamente pero no numéricamente. Se tuvo que contratar un laboratorio el cual por el volumen de colado se presentaba diariamente y sus resultados debían ser entregados a su vez a la supervisora.
- 4) Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución P.U.O.T. (Precio Unitario por Obra Terminada); si bien así debe de ser un análisis de Precio Unitario al menos estos no lo cumplen por lo mencionado antes.

Ahora analizáremos lo correspondiente al acero estructural el cual también puede quedar representado para nuestros fines por los siguientes tres análisis que corresponden al mismo tipo de elementos descritos en lo referente al concreto.

ANÁLISIS DE PRECIOS						p506
Codigo	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
<p>Análisis: G 0.0803q      Unidad : TON</p> <p>SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, EN CONTRATRABES CON DIAMETROS DEL #3 AL 12, INCLUYE: UNIÓN DE VARILLAS DEL #8 AL #12 CON MUFA MECÁNICA, CORTES, DESCALIBRES, TRASLAPES, GANCHOS, ESCUADRAS, AMARRES, SILLETAS Y/O POYOS, PRUEBAS DE LABORATORIO, FLETES, DESPERDICIOS, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.</p>						
<b>MATERIALES</b>						
MACE0001	ACERO DE REF. FY=4200 KG/CM2 CUALQ.DIAM	TON	\$3,000.00	1.075000	3225.00	
MA000008	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$5.20	28.000000	145.60	
MAACE001	MUFA MECÁNICA P/VARILLA DEL 8 AL 12	PZA	\$85.00	4.045520	343.87	
	Subtotal: MATERIALES					<b>\$3,714.47</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
MOCU0007	CUADRILLA No.7 ( FERRERO+AYUDANTE+PEÓN)	JOR	\$531.16	3.000000	1593.48	
	Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$1,593.48</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI0069	EQUIPO DE OXICORTE (INCL. CONSUMOS)	HOR	\$81.88	0.093972	7.69	
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<b>\$7.69</b>
	Costo directo					<b>\$8,315.64</b>
	INDIRECTOS	16%				850.50
	SUBTOTAL					<b>6,166.14</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$4,166.14</b>
	(SEIS MIL CIENTO SESENTA Y SEIS PESOS 14/100 M.N)					

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE PRECIOS						p506
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
<b>Análisis: G 0.0803y Unidad :TON</b> ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS M1 Y M2 ALTA RESISTENCIA FY=4200 KG/CM2, EN CUALQUIER DIAMETRO, A CUALQUIER ALTURA INCLUYE: UNIÓN DE VARILLAS DEL #8 AL #12 CON MUFA MECÁNICA, CORTES, DESCALIBRES, TRASLAPES, GANCHOS, ESCUADRAS, AMARRES, SILLETAS Y/O POYOS, PRUEBAS DE LABORATORIO, FLETES, DESPERDICIOS, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MA00001	ACERO DE REF. FY=4200 KG/CM2 CUALQ.DIAM	TON	\$3,000.00	1.075000	3225.00	
MA00008	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$5.20	28 000000	145.60	
MAACE001	MUFA MECÁNICA P/VARILLA DEL 8 AL 12	PZA	\$85.00	4.045520	343.87	
Subtotal: MATERIALES					<u>\$3,714.47</u>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MOCU007	CUADRILLA No.7 ( FERRERO+AYUDANTE+PEÓN)	JOR	\$531.16	3.000000	1593.48	
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>\$1,593.48</u>	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI069	EQUIPO DE OXICORTE (INCL. CONSUMOS)	HOR	\$81.88	0.093972	7.69	
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<u>\$7.69</u>	
Costo directo					<u>\$5,315.64</u>	
INDIRECTOS 16%					850.50	
SUBTOTAL					<u>6,166.14</u>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>\$6,166.14</u>	
(SEIS MIL CIENTO SESENTA Y SEIS PESOS 14/100 M.N)						

ANALISIS DE PRECIOS						598
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
<b>Análisis: G 0.1201m Unidad :TON</b> SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, EN ESTRUCTURA, CUALQUIER DIAMETRO, A CUALQUIER ALTURA INCLUYE: UNIÓN DE VARILLAS DEL #8 AL #12 CON MUFA MECÁNICA, CORTES, DESCALIBRES, TRASLAPES, GANCHOS, ESCUADRAS, AMARRES, SILLETAS Y/O POYOS, PRUEBAS DE LABORATORIO, FLETES, DESPERDICIOS, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MA00001	ACERO DE REF. FY=4200 KG/CM2 CUALQ.DIAM	TON	\$3,000.00	1.075000	3225.00	
MA00008	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$5.20	28.000000	145.60	
MAACE001	MUFA MECÁNICA P/VARILLA DEL 8 AL 12	PZA	\$85.00	4.045520	343.87	
Subtotal: MATERIALES					<u>\$3,714.47</u>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MOCU007	CUADRILLA No.7 ( FERRERO+AYUDANTE+PEÓN)	JOR	\$531.16	3.000000	1593.48	
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>\$1,593.48</u>	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI069	EQUIPO DE OXICORTE (INCL. CONSUMOS)	HOR	\$81.88	0.093972	7.69	
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<u>\$7.69</u>	
Costo directo					<u>\$5,315.64</u>	
INDIRECTOS 16%					850.50	
SUBTOTAL					<u>6,166.14</u>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>\$6,166.14</u>	
(SEIS MIL CIENTO SESENTA Y SEIS PESOS 14/100 M.N)						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 1) *Ubicación, Nivel*; Aquí como en el caso del concreto tenemos el mismo problema, podemos ver que aún que son distintos elementos con diferente grado de dificultad en el proceso constructivo, la matriz es exactamente la misma. Cuando se debieron de haber considerado andamios y pasarelas, equipo para la elevación del acero, además de que el rendimiento disminuye por las maniobras que se tienen que realizar debido a la altura en el caso de muros y columnas.
- 2) *Unión de varillas del # 8 al #12 con mufa mecánica*; en este caso podemos ver dos aspectos importantes, el primero que el costo de la unión de varilla con mufa en ese tiempo era aproximadamente un 30% mas de lo reflejado en la matriz y la segunda, el número de uniones por tonelada prácticamente era el doble. Afortunadamente en especificaciones se mencionaban alternativas entre las que figuraban como primera opción el utilizar bulbos de soldadura, los cuales eran aproximadamente el 50% más barato con lo que se balanceo en este aspecto la matriz.
- 3) *Pruebas de laboratorio*; Sucede lo mismo que en el caso del concreto, se menciona que las incluye, pero no se refleja así en la matriz. Se fue haciendo un muestreo del 10% de los bulbos, además de que se tuvo que certificar ante el laboratorio a los soldadores y dichos informes se entregaban periódicamente a supervisión.
- 4) *Cortes, descalibres, traslapes, ganchos, escuadras, desperdicios*; en la matriz esta considerado un 7.5% de desperdicio, pero esto no alcanza a cubrir el resto de lo mencionado y obviamente en generadores no se puede aplicar. Recordemos que antes ya se analizó una pérdida que involucra al acero la cual con este inciso aumento.
- 5) *A cualquier nivel*; aunque ya se mencionó en el primer inciso que la matriz no lo refleja, el que aparezca en el enunciado lo quiero resaltar porque no afectará aún más como veremos más adelante.
- 6) ¿Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución P.U.O.T.?

Como muchas veces se ha dicho el cliente pone más atención en lo que se ve, es decir en lo estético que en lo estructural y en este caso lo que determina la apariencia es la cimbra, bien analicemos este rubro.

Igualmente podemos considerar que en estos tres análisis quedan representadas en general las cimbras, tenemos cimbra en cimentación, en muros de contención y en columnas, y muros circulares, solo que ahora se genera una diferencia mas que es respecto al acabado del elemento; Cimbra común o aparente.

ANÁLISIS DE PRECIOS						507	
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe		
Análisis: G 0.003r		Unidad :M2					
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CIMBRA COMÚN EN CONTRATRAS A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 16 MM DE ESPESOR, INCLUYE: SUMINISTRO DE LOS MATERIALES, HABILITADO Y ARMADO DE LA CIMBRA, DESCIMBRA, DESMOLDANTES, CARGAS Y DESCARGAS A CUALQUIER NIVEL, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO, MOÑOS, DESPERDICIOS, ANDAMIOS, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.							
<b>MATERIALES</b>							
MABA0034	HABILITADO DE CIMBRA EN CIMENTACIÓN	M2	\$23.65	1.000000	23.65		
MA000007	CLAVO	KG	\$5.00	0.150000	0.75		
MA000008	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$5.20	0.150000	0.78		
MA000009	CAST-OFF(DESMOLDANTE)	LT	\$18.95	0.075000	1.42		
MACIMB03	MOÑOS P/CIMBRA HASTA 50 CM.	PZA	\$6.50	2.000000	13.00		
	Subtotal: MATERIALES					<b>\$39.60</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
MOCU0006	CUADRILLA No.6 ( CARPINTERO+AYUDANTE)	JOR	\$376.68	0.100000	37.67		
	Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$37.67</b>	
	Costo directo					<b>\$77.27</b>	
	INDIRECTOS	16%				12.36	
	SUBTOTAL					<b>89.63</b>	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$89.63</b>	
	(OCHENTA Y NUEVE PESOS 45/100 M.N)						

ANÁLISIS DE PRECIOS							
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe		
Análisis: G 0.002e		Unidad :M2					
CIMBRA APARENTE EN MUROS DE CONTENCIÓN A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 16 MM DE ESPESOR, INCLUYE: SUMINISTRO DE LOS MATERIALES, HABILITADO Y ARMADO DE LA CIMBRA, DESCIMBRA, DESMOLDANTES, CARGAS Y DESCARGAS A CUALQUIER NIVEL, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO, MOÑOS, DESPERDICIOS, ANDAMIOS, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.							
<b>MATERIALES</b>							
MABA0030	HABILITADO DE CIMBRA EN MUROS DE CONC.	M2	\$34.98	1.000000	34.98		
MA000007	CLAVO	KG	\$5.00	0.200000	1.00		
MA000008	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$5.20	0.150000	0.78		
MA000009	CAST-OFF(DESMOLDANTE)	LT	\$18.95	0.075000	1.42		
MACIMB03	MOÑOS P/CIMBRA HASTA 50 CM.	PZA	\$6.50	2.000000	13.00		
	Subtotal: MATERIALES					<b>\$61.18</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
MOCU0006	CUADRILLA No.6 ( CARPINTERO+AYUDANTE)	JOR	\$376.68	0.142857	53.81		
	Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$53.81</b>	
	Costo directo					<b>\$104.99</b>	
	INDIRECTOS	16%				16.80	
	SUBTOTAL					<b>121.79</b>	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$121.79</b>	
	(CIENTO VEINTIUN PESOS 79/100 M.N)						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Valor
Análisis: G 0.1201		Unidad: M2			
CIMBRA APARENTE EN MUROS CIRCULARES A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 16 MM DE ESPESOR, INCLUYE: SUMINISTRO DE LOS MATERIALES, HABILITADO Y ARMADO DE LA CIMBRA, DESCIMBRA, DESMOLDANTES, CARGAS Y DESCARGAS A CUALQUIER NIVEL, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO, MOÑOS, DESPERDICIOS, ANDAMIOS, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.					
<b>MATERIALES</b>					
MABA0030	HABILITADO DE CIMBRA EN MUROS DE CONC.	M2		\$34.98	1.190000 40.23
MA000007	CLAVO	KG		\$5.00	0.200000 1.00
MA000008	ALAMBRE RECOCIDO	KG		\$5.20	0.200000 1.04
MA000009	CAST-OFF (DESMOLDANTE)	LT		\$18.85	0.075000 1.42
MACIMB03	MOÑOS P/CIMBRA HASTA 50 CM.	PZA		\$8.50	2.500000 18.25
Subtotal: MATERIALES					<u>98.94</u>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MOCU0008	CUADRILLA No. 6 ( CARPINTERO+AYUDANTE)	JOR		\$376.68	0.142857 53.81
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>53.81</u>
Costo directo					<u>\$113.75</u>
INDIRECTOS 16%					18.20
SUBTOTAL					<u>131.95</u>
PRECIO UNITARIO					<u>\$131.96</u>
(CIENTO TREINTA Y UN PESOS 95/100 M.N)					

## BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Valor
Análisis: MABA0034		Unidad: M2			
HABILITADO DE CIMBRA EN CIMENTACIÓN					
<b>MATERIALES</b>					
MACARP07	TRIPLAY PINO W.P. PLATA 1C	M2		\$100.44	0.088888 6.70
MACARP01	POLÍN DE 3 1/2 x 3 1/2 PULGADAS	PZA		\$33.75	0.250000 8.44
MACARP09	BARROTE DE PINO DE 2 x 4" x 8"	PZA		\$18.00	0.350000 6.30
MACARP03	DUELA DE PINO DE 7/8" x 3 1/4" x 8 1/4"	PZA		\$12.64	0.175000 2.21
Subtotal: MATERIALES					<u>\$25.66</u>
Costo directo					<u>\$25.66</u>
(VEINTI OCHO PESOS 47/100 M.N)					

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

BASICOS					
Codigo	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
	Análisis: MABA0030	Unidad :M2			
	HABILITADO DE CIMBRA EN MUROS DE CONC.				
<b>MATERIALES</b>					
MACARP07	TRIPLAY PINO W.P. PLATA 1C	M2	\$100.44	0.100000	10.04
MACARP01	POLÍN DE 3 1/2 x 3 1/2 PULGADAS	PZA	\$33.75	0.333300	11.25
MACARP09	BARROTE DE PINO DE 2 x 4" x 8"	PZA	\$18.00	0.400000	7.20
MACARP03	DUELA DE PINO DE 7/8" x 3 1/4" x 8 1/4"	PZA	\$12.64	0.250000	3.16
MACARP02	CHAFLAN DE 3/4	ML	\$1.48	2.250000	3.33
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$34.98</b>
	Costo directo				<b>\$34.98</b>
	(TREINTA Y CUATRO PESOS 98/100 M.N)				

- 1) *Cargas y descargas a cualquier nivel*; nuevamente aparece y sus consecuencias son similares a las mencionadas en los elementos anteriores, si vemos los análisis G0.12001J y G 0.0902e encontramos que el rendimiento de la mano de obra es el mismo. Siendo que el primero es para muros de contención cuya altura máxima es de 4m y son rectos, en cambio el segundo es para muros de 18 metros de altura y circulares. Ambos dicen que incluyen andamios pero la matriz dice lo contrario.
- 2) *Cimbra común - aparente*; veamos los análisis G 0.0903r y G 0.0902e ambas son similares en condiciones, la diferencia estaba básicamente en el tipo de acabado común o aparente. Por lo anterior debe existir un cambio notable en la aplicación de su material esencial "la madera", si nos vamos a los básicos de material correspondientes (MABA0034: común y MABA0030: Aparente) tenemos que en la cimbra común se consideran 15 y en la aparente 10 usos.

Cierto existe una diferencia en los usos, pero si es difícil no imposible con las debidas precauciones para una cimbra común ese número de usos, definitivamente para una cimbra aparente no se puede manejar ese número tan elevado de usos. Para una cimbra de la calidad requerida máximo 3 usos, de lo contrario ocasionaría retrabajos que representarían mayor importe.

- 3) *Cimbra aparente en muros circulares*; definitivamente si no se tomaron precauciones en lo referente a niveles menos en que la cimbra es circular y de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

mayor calidad, se considero únicamente un valor más alto de desperdicios en los materiales, pero en cuestión de rendimientos no hubo afectación la cual era necesaria

Cabe señalar que en este caso en particular la mejor opción era el uso de una cimbra metálica, pero debido al costo, se desechó esa posibilidad sin embargo el costo de los retrabajos para terminar los muros con las condiciones exigidas resulto mayor.

Hemos analizado los rubros más representativos de esta obra en particular, ahora analizaremos algunos conceptos que aunque no son muy representativos, cuando se comete repetitivamente estos tipos de errores llegan a repercutir considerablemente.

Tenemos en el análisis G 0.0903a.16 la colocación de una placa de acero, que si bien a simple vista aflora nuevamente lo ya comentado antes de la inclusión del laboratorio, podría llegar a considerarse como una buena matriz porque incluso este error podría ser compensado con el rendimiento aplicado a la mano de obra. Pero nada mas que al presupuestista se le olvidó considerar que la placa va colocada a una altura de 18 m, sobre el N.P.T y desde una distancia aproximada de 15 mts por consiguiente se deberá usar una grúa o algún otro dispositivo para su elevación, con lo cual nuestro precio unitario queda fuera de toda dimensión.

ANÁLISIS DE PRECIOS						508
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
Análisis: G 0.0903a.16		Unidad :PZA				
PLACA DE 1 1/4" DE ESPESOR EN COLUMNAS M1 Y M2 PARA RECIBIR PRECOLADOS, CON UN ÁREA DE 1.75x1.80 MTS. Y 10 JUEGOS DE ANCLAS DOBLE DE VARILLA DEL #8 CON LONGITUD DE 0.60 MTS. CADA UNA, AOGADAS EN CONCRETO DE COLUMNA, INCLUYE: BARRENOS, BISELADO DE BARRENOS A 30°, SOLDADURA TIPO TAPON CON ELECTRODO E-70XX SEGÚN NORMA AWS, TRAZO, CORTES, DOBLECES, DESPERDICIOS, LIMPIEZA DE ESCORIA, PRUEBAS DE LABORATORIO, ACARREOS, HABILITADO, ARMADO Y SOLDADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN DETALLE ESTRUCTURAL P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MAEST002	PLACA DE ACERO	KG	\$5.60	842.970000	4720.83	
MACE0001	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 CUALQ. DI/TON		\$3,000.00	0.051277	153.83	
MASOLD001	SOLDADURA E-7018	KG	\$18.00	7.500000	136.80	
Subtotal: MATERIALES					<u>5011.28</u>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MCCU0011	CUADRILLA No.11 ( HERRERO+AYUDANTE)	JOR	\$396.62	1.260000	499.65	
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>499.65</u>	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI0065	PLANTA DE SOLDAR ELECTRICA 300 AMP.	HR	\$35.41	8.000000	283.28	
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<u>283.28</u>	
Costo directo					<u>58,790.19</u>	
INDIRECTOS					926.43	16%
SUBTOTAL					<u>6716.62</u>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>68,716.62</u>	
(SEIS MIL SETECIENTOS DIECISEIS PESOS 62/100 M.N)						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La cimentación es a partir de contratraves que se entrecruzan formando celdas que en este caso al rellenarlas con agua funcionan como lastre para controlar los hundimientos. En el análisis G 0.0903t se refiere precisamente al suministro, colocación y extracción de esta agua.

ANÁLISIS DE PRECIOS						509
Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
Análisis: G 0.0903t		Unidad: M3				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LASTRE EN CELDAS DE CIMENTACIÓN A BASE DE AGUA CON UN TIRANTE DE 2.00 MTS, INCLUYE: AGUA, BOMBEO, EXTRACCIÓN DEL AGUA, ACARREOS, EQUIPO, LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, SEGÚN ESPECIFICACIONES DE PROYECTO P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MA000002	AGUA (ACARREO Y MANEJO)	M3	\$28.00	1.000000	28.00	
Subtotal: MATERIALES					<u>\$28.00</u>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MO000001	CUADRILLA No.1 ( 1 PEON)	JOR	\$154.48	0.035000	5.41	
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>\$5.41</u>	
<b>BÁSICOS</b>						
BOMBEO DE ACHIQUE		M3	\$2.19	1.000000	2.19	
Subtotal: BÁSICOS					<u>\$2.19</u>	
Costo directo					<u>\$38.60</u>	
INDIRECTOS		16%			5.70	
SUBTOTAL					<u>41.30</u>	
PRECIO UNITARIO					<u>\$41.30</u>	
(CUARENTA Y UN PESOS 30/100 M.N)						

Tenemos que:

- 1) No se consideró desperdicio de agua, el cual se presentó debido a la distancia que el líquido tuvo que recorrer en manguera flexible de plástico.
- 2) Se considera bombeo pero solo para la colocación. ¿Y la extracción?
- 3) No se considera el acarreo del agua una vez extraída.
- 4) Faltó considerar la limpieza de las celdas una vez extraída toda el agua. Se ingresaron dos cuadrillas de 7 peones, durante un mes para dejar perfectamente seco el interior de las celdas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Finalmente, tenemos un muro de block hueco; análisis G 0.1404k

ANÁLISIS DE PRECIOS						
Código	Descripción	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	
Análisis: G 0.1404k		Unidad: M2				
MURO DE BLOCK HUECO DE 15x20x40 CMS. 15 CMS. DE ESPESOR JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:4 ACABADO COMÚN, INCL: TRAZO, NIVELACIÓN Y PLOMEO, ANDAMIOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRIANTE FUERA OBRA, ESCALERRILLA DE REFUERZO A CADA 4 HILADAS, A CUALQUIER NIVEL, ACARREOS Y LEVACIONES, DESPERDICIOS, LIMPIEZA, SUMINISTRO DE LOS MATERIALES, HERRAMIENTA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN P.U.O.T.						
<b>MATERIALES</b>						
MAD00008	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$5.20	0.100000	0.52	
MAMUR003	ESCALERRILLA TIPO H-15	ML	\$3.76	2.250000	8.44	
MAMUR004	BLOCK DE CONCRETO 15x20x40 CM. LISO	PZA	\$4.10	13.000000	53.30	
Subtotal: MATERIALES					<b>92.26</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
MOCU0003	CUADRILLA No.3 ( ALBAÑIL+AYUDANTE)	JOR	\$387.71	0.128962	50.00	
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>50.00</b>	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
EQUI0070	ANDAMIAJE	%MO	\$50.00	0.100000	5.00	
Subtotal: BASICOS					<b>5.00</b>	
<b>BASICOS</b>						
MABA0007	MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	M3	\$592.20	0.025000	14.81	
					<b>\$14.81</b>	
Costo directo					<b>\$132.07</b>	
INDIRECTOS					21.13	
SUBTOTAL					<b>153.20</b>	
PRECIO UNITARIO					<b>\$153.20</b>	
(CUENTO CINCUENTA Y TRES PESOS 20/100 M.N)						

Aquí nuevamente aparece en la descripción "a cualquier nivel" esto es importante y más cuando el proyecto no esta bien definido y por lo tanto está sufriendo cambios constantes, aunque en esta matriz si se está considerando andamiaje si el elemento a ejecutar es corto y/o a una altura considerable, el costo del andamiaje queda totalmente desfasado y en gran escala como sucedió en esta obra.

Dado que los errores en que se incurrió en el presupuesto son reincidentes, con las matrices presentadas tenemos suficiente material para la realización de un análisis demostrativo de la influencia que tuvo la determinación del costo en la falta de utilidad.

Refiriéndonos a la tabla 4.3 tenemos que:

1) Cimbra aparente: Si le consideramos a la cimbra aparente 3 usos y le aplicamos el costo en el básico MABA0030 obtenemos una diferencia en costo que al ser multiplicada por la cantidad de cimbra aparente en catalogo nos da como resultado el importe que representa la consideración del número de usos de la cimbra.

2) Acero: En las matrices se considero un 7.5% de desperdicio, este no alcanza a cubrir lo referente a ganchos, escuadras, lo que representó 3% más para alcanzar a cubrirlo. Aplicando este porcentaje extra obtenemos la diferencia de lo contemplado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONCEPTO CATALOGO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTES	
				TEORICO	PRESUPUESTO
CIMBRA APARENTE	M2	11,169.23	\$23.44	\$ 261,806.75	\$ -
ACERO (GANCHOS, ESCUADRAS, ETC)	TON	1,627.99	\$90	\$ 148,519.51	\$ -
ACARREOS Y ELEVACIONES	\$M.O	7,964,289.25	9%	\$ 716,784.23	\$ -
ANDAMIAJE	\$M.O	4,778,581.55	10%	\$ 477,858.16	\$ 94,505.63
				\$ 1,602,966.66	\$ 94,505.63
<b>IMPORTE NO PRESUPUESTADO</b>				<b>\$1,508,461.02</b>	

Figura 4.3: Importes Teóricos no considerados en presupuesto.

- 3) Acarreos y elevaciones; conforme el avance de la obra, se determinó que representaba aproximadamente el 9% de la mano de obra. Así lo aplicamos a la misma en los conceptos adecuados.
- 4) Andamiaje; conforme el avance de la obra y el aplicado originalmente en algunos conceptos, se determinó que efectivamente representaba el 10% de la mano de obra. Sólo que en este caso sí se había aplicado en algunos conceptos por lo tanto tomamos la diferencia.

Tan solo esos cuatro conceptos nos representan un importe de \$1,508,461.02 y cabe señalar que se consideraron únicamente cantidades de presupuesto original y una aplicación del costo teórico, esto con el afán de facilitar el análisis y no mezclar las variaciones por cambio de precio de insumos que no es el objetivo de este análisis en particular.

En lo mencionado hasta aquí concerniente a precios unitarios, únicamente he referido los análisis a los conceptos presupuestados en el catalogo original, es decir de contrato, pero si analizamos la tabla 4.1 vemos que se generó una gran cantidad de extraordinarios.

Ahora si vemos en la invitación la cláusula *A 4.13* se refiere a la forma de pago de los volúmenes excedentes y evaluación de los precios de conceptos extraordinarios.

En la medida que se incrementan los volúmenes de conceptos de presupuesto y se generan conceptos extraordinarios aunado a lo descrito en la cláusula de la invitación *A4.13* donde en resumen se dice que aplicarán los mismos criterios los presentados de contrato, la afectación por errores u omisiones cometidas en la estimación del costo de la obra se incremento en la misma proporción.

No resulta no práctico volver a mencionar y analizar los errores, por lo tanto únicamente me limito a presentar una tabla de presupuestos extraordinarios y sus importes (ver tabla 4.4), tanto el presentado para revisión, al cual en sus análisis se consideraron y corrigieron rendimientos, inclusión de insumos, etc., Y el autorizado, que con la aplicación de la cláusula mencionada significó básicamente una regresión a las consideraciones del presupuesto original.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Si bien es cierto que los presupuestos de extraordinarios se presentan para autorización, previa conciliación, y que el resultado de dicha conciliación depende en gran parte de la habilidad del estimador; comúnmente la variación que se presenta es alrededor de un 15% (para un precio "bien elaborado"), considerando que estos precios únicamente se ajustaron a la realidad de ejecución podemos ver la repercusión que tuvieron las omisiones de las matrices de precios unitarios del presupuesto contratado en los conceptos extraordinarios.

<b>PRESUPUESTO</b>	<b>PRESENTADO</b>	<b>AUTORIZADO</b>
TRABE EN EJE "S" SECCIÓN 8-20 Y 21-25	346,857.78	216,423.20
EXTRAORDINARIOS 1	503,190.66	588,173.93
CONEXIÓN SANITARIA A RED PRINCIPAL	361,181.09	262,404.21
RAMPA P/ACCESO DE VEHICULOS Y MAQUINARIA	27,824.19	20,778.85
CISTERNA Y CARCAMOS DE BOMBEO	16,954.69	15,536.56
ESCALERAS 1,2,3,5,5',7,9,10	731,887.56	570,162.28
EXTRAORDINARIOS 2	530,014.90	403,697.52
EXTRAORDINARIOS 3	13,238.66	13,238.66
INSTALACIÓN SANITARIA	294,332.48	297,808.88
EXTRAORDINARIOS 4	2,003,692.18	1,746,927.87
EXTRAORDINARIOS 5	1,924,668.53	1,394,068.72
<b>SUMAS</b>	<b>6,763,842.72</b>	<b>5,629,220.68</b>
<b>DIFERENCIA</b>	<b>\$1,224,622.04</b>	

Tabla 4.4 Ajuste de presupuestos por consideraciones de estimado inicial.

Finalmente los resultados de la obra fueron los que se muestran en la tabla 4.5

<b>MONTO DEL CONTRATO</b>	39,050,049.59
<b>MONTO DEL CONVENIO</b>	4,895,110.42
<b>TOTAL</b>	<b>43,945,160.01</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>OBTENIDA -2%      PROYECTADA 6%</b>

Tabla 4.5; Resultados de obra

En el resultado de la obra influyeron otros factores como son el control de costos durante la ejecución, diversos imprevistos, etc., pero con todo lo analizado podemos afirmar que el nacimiento del problema fue en la etapa de estimación de obra.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### **4.4 EL PROGRAMA DE OBRA**

Para este tema recorro a una obra distinta, la cual consta de un número menor de conceptos lo que nos permite para cuestiones de nuestro análisis un mejor manejo.

Esta obra es la construcción de una planta de tratamiento cuyo proceso constructivo descrito de una manera breve sería el siguiente.

Se iniciaría con una 1ª fase de excavación alternada con demolición de elementos de concreto armado, hasta llegar al nivel del primer sótano de estacionamientos. Posteriormente se iniciarían los trabajos para un tablaestacado el cual sería auxiliar para la realización de la 2ª fase de excavación, lo cual se debía ejecutar en dos etapas, una vez colados los muros de contención se procedería a la extracción de las viguetas para su reutilización en la segunda etapa de la cual al finalizarse también se recuperarían. El proyecto incluye la ejecución de dos tanques una cisterna, las bases para los equipos de tratamiento, losas intermedias las cuales funcionarían como andadores, albañilería, barandales y, finalmente el colado de un firme de concreto encima de la losa tapa la cual sería con elementos prefabricados suministrados y colocados por otra empresa.

El plazo de ejecución sería del 15-Enero-2001 al 21-Mayo-2001 y la contratista presento el programa de ejecución en forma de diagrama de barras que es el más común el cual se muestra en la figura 4.6.

Si bien se presento un programa, en este aunque se muestran la fecha de inicio y término de la obra, no tiene congruencia, debido a que detrás de este no hay una planeación y a su vez programación adecuada de las actividades.

El seguimiento de las actividades debió basarse en el propio procedimiento constructivo y al no ser así los errores más notables son:

- 1) La demolición se considera que inicia una vez que se ha terminado de hincar la viguetas, lo cual es prácticamente imposible por su ubicación respecto de los elementos a demoler.
- 2) La perforación se realiza conjuntamente con el hincado.
- 3) Todo lo referente a la partida de Perforaciones Hincado y Troquelamiento se debió considerar en dos etapas.
- 4) Se dice que el hincado de viguetas termina el 28 de febrero, cuando los muros se inician a colar el 7 de marzo lo que nos indica que alrededor de esta última fecha se estarían extrayendo las primeras viguetas para proceder a su hincado en la segunda etapa.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- 5) La excavación termina el 24 de marzo y los muros se terminan dos días después.
- 6) No se indica la disposición del área de precolados. Que en este caso nos marcaría el inicio de la colocación del firme de concreto.

Es muy importante para la programación de una obra conocer el proceso constructivo a seguir así como el de cada una de sus etapas y lo que cada una implica. Además debido a la intervención en obra de otras constructoras, en este caso los precolados, debe indicarse la disposición de esa etapa, debido a su afectación en actividades posteriores.

Por todo lo anterior el programa se convirtió en mero elemento estético, ya que no se puede usar para un control y seguimiento real de la obra.

En esta obra se presentó un atraso en los trabajos por causas no imputables a la contratista. Por tanto con base al contrato vigente se debía solicitar una prórroga para así evitar las penas convencionales por retrasos. Además de que todo ajuste de precios se rige por el avance de la obra respecto del programa.

La elaboración de dicha prórroga se complicó debido a las incongruencias del programa mismo y a la falta de vinculación entre las actividades.

Analizando la figura 4.7, que presenta parte de las afectaciones que provocaron el retraso de la obra, como influyeron las condiciones del programa en la aplicación de dichas afectaciones. Podemos ver que la principal afecta la demolición y la 1ª etapa de excavación.

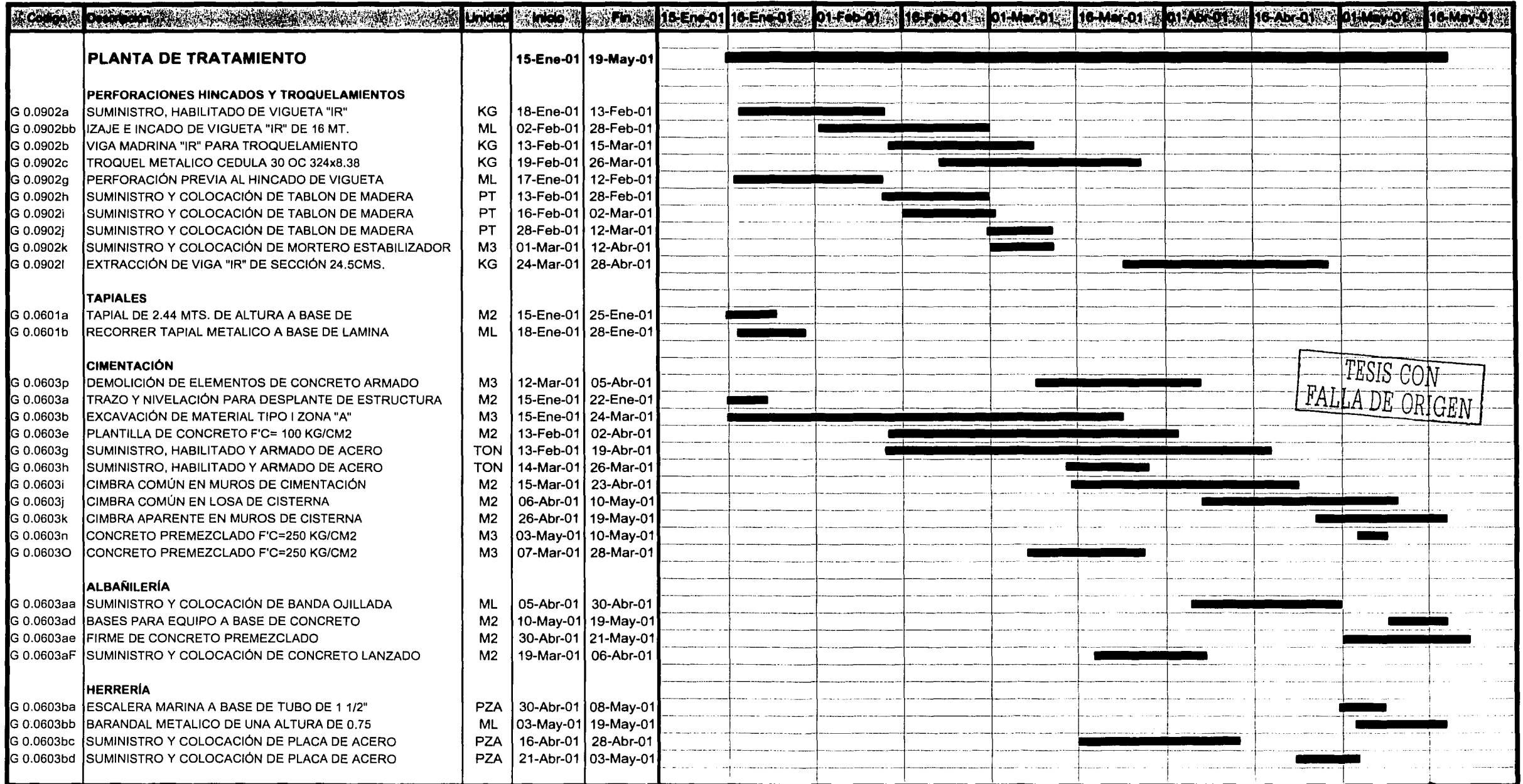
Tenemos que se suspende la excavación por demoliciones las cuales no pueden ser ejecutadas por existir instalaciones, esto nos retrasa hasta su completa solución  $4+11+13+13=41$  días en que prácticamente se paraliza la obra. Pero según programa la demolición se inicia 56 días después del inicio de la obra y por tanto no afecta la ejecución del tablaestacado. Todo esto aunado a los errores de vinculación de actividades ya descritos no permite una correcta reprogramación basada en el programa original.

Si tenemos una afectación en el proceso inicial de la obra es obvio que toda la obra en su conjunto sufra un retraso pero si legalmente lo que vale es el programa adjunto al contrato y este esta mal elaborado, cuando se requiere de una reprogramación la situación se complica para la empresa constructora.

Debemos recordar que normalmente en los contratos se establecen penalizaciones por atraso en el proceso de la obra consistentes en retenciones y por conclusión tardía porcentajes en este caso en particular del 0.5% por cada día de atraso hasta la conclusión de la obra.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# PLANTA DE TRATAMIENTO



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 4.5:

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Afectaciones al programa de la obra denominada "Planta de Tratamiento"				
Fecha	Afectación en días	Nota de bitácora	Descripción	
15-Ene-01	-7	1	Inicio de obra según contrato	
22-Ene-01			Inicio de obra real	
12-Feb-01		2	Suspensión de excavaciones por demoliciones, es necesario el retiro de la acometida eléctrica provisional, así como de postes.	
15-Ene-01	56	15	Inicio según contrato de tapial de 2.44 mts. de altura	
12-Mar-01			Coordinadora entrega croquis de trabajos previos para la colocación de tapial	
15-Mar-01		19	Se autoriza incado de viguetas CE/C15-C16	
20-Mar-01		20	Se suspende incado de viguetas por encontrarse con registro telefónicos y no se puede conectar el drenaje a red municipal	
24-Mar-01	4	23	Solución a parte de cables pero aún continúan	
04-Abr-01			25	Queda libra de cables, pero sigue pendiente solución a drenaje sanitario
17-Abr-01				28
26-Abr-01	13	35	Se suspende excavación nuevamente, falta de solución al desvío de drenaje	
09-May-01			44	Se da solución al desvío drenaje
12-Feb-01	25	2	Volumen de demolición en contrato 149.00 m3 ( 25 días)	
			Volumen de demolición al día 30/04/01 469 m3 ( 79 días)	
10-Sep-01	11		Contratista entrega la última etapa de cimentación	
21-Sep-01				liberán la última etapa de precalados

126

Figura 4.7; Apoyo a la prórroga solicitada por la contratista, por causas no imputables a la misma.

En este caso de no haberse concedido los 41 días comentados antes se hubiera aplicado tan solo por conclusión tardía, una sanción de \$1,878,613.10

Afortunadamente en las conciliaciones nada está escrito y el resultado depende las habilidades del negociador. Pero no podemos confiar en esto, siendo que todo se puede prever con la correcta aplicación de una técnica de programación.

Con esto considero que queda expuesta la importancia de una adecuada programación de la obra. Ya que además el tiempo de ejecución está relacionado íntimamente con el costo de la obra.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

### 5.1 EL PROYECTO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Construcción es la materialización física de un proyecto compuesto por planos, especificaciones, sistemas constructivos y programación. Es una etapa dentro del ciclo de vida de los proyectos; requiere planeación, diseño conceptual básico y detalle, presupuestación, y en su ejecución se busca fundamentalmente cumplir con los objetivos de calidad, tiempo y costos preestablecidos. Lo que requiere de una adecuada asignación de recursos técnicos. (figura5.1)

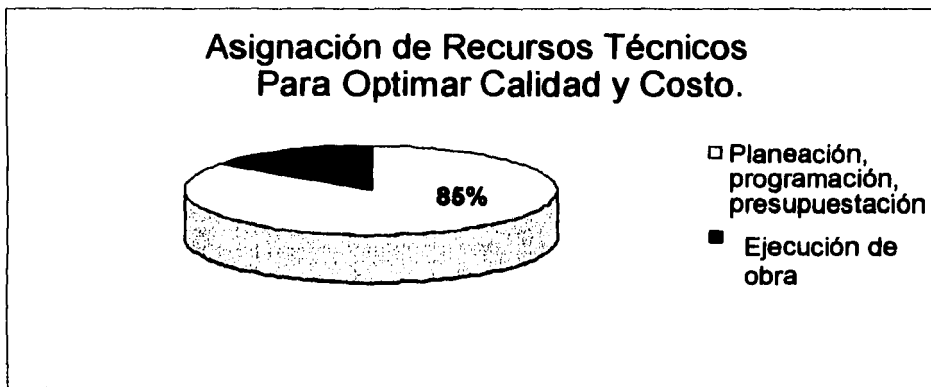


Figura 5.1 Asignación adecuada de recursos técnicos al proyecto.

¿Pero que define un buen proyecto?

Es aquel que en materia de su programa de necesidades, tiempo de ejecución y cumplimiento de la partida presupuestal de inversión optima las especificaciones del diseño y el proceso de construcción, para obtener calidad en sus trabajos, tiempos predeterminados y costos preestablecidos, esto solo se cumple cuando se conjugan adecuadamente la planeación, la programación y la presupuestación de proyectos.

Es muy común que el diseño original no sea la obra terminada, la falta de metodologías para definir y controlar la esencia del proyecto durante las etapas de diseño conceptual, básico y de detalle, hace que esta esencia se pierda durante la ejecución, sobre todo

cuando la obra se inicia sin haber precisado el alcance del proyecto y éste se modifica y amplía con escala de uno a uno durante la construcción.

Si bien es cierto que el término "as built" forma parte de las obligaciones de un constructor al terminar las obras, como una valiosa información sobre dónde y cómo quedaron los elementos del proyecto al final de la construcción, no debemos considerar que esta actividad sea la actualización del proyecto.

Cuando en la obra los representantes del cliente (Coordinadora y/o supervisión) tienen autoridad, pero no responsabilidad en el control presupuestal, frecuentemente toman decisiones costosas bajo el calor de la euforia, lo que es muy natural en las terminaciones de obra. Es recomendable que en la obra sólo se realicen los trabajos que están en el presupuesto, esto es, sólo podrán construirse los conceptos que previamente fueron estimados y posteriormente autorizados en una partida presupuestal.

Es frecuente y lógico que en las obras dígase lo que se diga siempre se discuta sobre dinero dado que la intención en el desarrollo del diseño y su construcción, tiene un inminente enfoque de negocios, donde las partes, conforme con sus contratos, buscarán los mejores acuerdos económicos. Ahora bien, si las obras se ejecutan con contratos imperfectos en sus cláusulas, sin planos concluidos, con presupuestos parciales, y si el dinero de la obra está en juego en cada concepto que se construya, todo el proceso de construcción será una permanente discusión.

Al inicio de una obra todo el panorama se nos presenta optimista, pero conforme se avanza, este panorama va cambiando hasta llegar al lado opuesto. Claro al principio hay muchos trabajos que hacer, muchos frentes que atacar, pero si no existe un programa preciso de labores, cada vez que se termina una actividad los detalles de acabado se aplazan, no se habrán hecho las pruebas de sistemas, pensando que la puesta en marcha estará muy lejana, y el cúmulo de pendientes será tal que retardará mucho la fecha de terminación y va en decremento la calidad de la obra.

Concluir los trabajos iniciados siempre es difícil y la obra no es una excepción. Con la premura, se aprecian en los trabajos las imprecisiones de la geometría, las deficientes calidades de la instalación, los vicios ocultos que, posiblemente, tardaran un tiempo en detectarse, los retrasos de tiempo y sus penas convencionales y los excesos de costos, que provocarán pérdidas al constructor o dificultades de cobranza al cliente. Entonces el mucho o poco trabajo que se haya realizado bien en un principio se "contamina" y se va a la basura. Y podemos escuchar frases como ¡Tan bien que íbamos hasta que llegaron los detalles, los cuales se pudieron evitar!

Suele suceder que se cumpla con el tiempo, pero no con el presupuesto. Una obra bien planeada es aquella que tiene una buena evaluación y asignación de tiempos en su programa, con su correspondencia económica en el presupuesto. Pero si la ejecución tiene retrasos, solo podrá cumplirse con los tiempos programados asignando un mayor número de recursos humanos y de equipos. Pero será imposible conservar el mismo importe porque éstos, obviamente, no estuvieron presupuestados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las obras hay que vivirlas, sentirlas, sólo así podremos detectar aquellos puntos negros y muy importante tomar en cuenta en su programación los tiempos necesarios para las pruebas de equipos, de instalaciones y, en general, para los componentes funcionales de un proyecto, como los sistemas de impermeabilización y acabados. Igualmente, en los presupuestos debe considerar los costos en que se incurre con estas pruebas y, en general, considera todos aquellos recursos necesarios para la operación y mantenimiento integral del proyecto.

Finalmente y aunque parezca irónico debemos tener presente que invirtiendo un poco mas de dinero en planeación se puede lograr que la obra cueste menos. Gaste un poco perfeccionando el proyecto, optimando los tiempos y los procedimientos.

## 5.2 LA PROGRAMACIÓN

La programación consiste en formular una **herramienta** gráfica, tabulada, escrita o dibujada, que permita conocer tanto la duración total del proyecto, como las diversas actividades que lo integran y la secuencia de cada una de ellas.

Un programa de obra congruente; indicará fechas previstas de iniciación y terminación en todas sus fases, considerando las acciones previas a su iniciación y las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse.

Una programación buena y realista sólo se podrá hacer cuando exista un diseño integral y una muy buena cuantificación de obra. De tal manera que sirva de base para ir consignando por cada periodo de la obra por ejecutar, la asignación de recursos y los flujos de caja. (Figura 5.2)

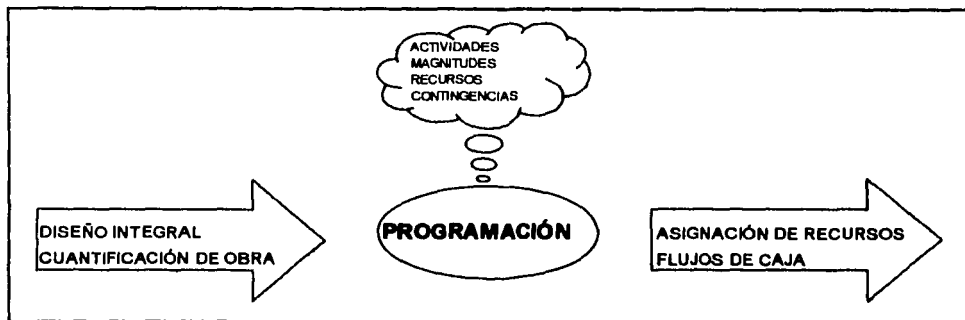


Figura 5.2 programación funcional.

Por tanto es necesario que en el ámbito de la construcción, se adquiriera una cultura del tiempo, es decir donde el manejo, la administración y el cumplimiento de plazos tengan la relevancia que merecen para que así en conjunción a la calidad y al costo se alcance la realización exitosa del Proyecto.

Debemos evitar darle a la programación carácter de formulismo en los contratos, donde a lo único que se le da importancia es a las fechas de inicio y término de obra dando lugar a la elaboración de un programa de obra "ajustado" a dichas fechas que normalmente resulta inaplicable y por tanto es imposible medir y señalar adecuadamente los avances del proyecto. Al tiempo hay que estimarlo como unidades de precisión, supervisarlos en todas las actividades a fin de controlarlo y, en su caso, corregir sus desviaciones. (Figura 5.3)

El método de la ruta crítica es una herramienta valiosa cuando existen proyectos integrales, sistemas de construcción definidos y contrataciones a precio alzado, porque proporciona vasta información para controlar no sólo los tiempos del proyecto y de la obra, sino sus recursos e indirectamente la calidad.

Las gráficas de barras pueden ser guías precisas para seguir la ejecución de los trabajos, con tiempos y fechas determinados, cuando son la simplificación de una ruta crítica bien calculada. De lo contrario las gráficas de barras pueden ser sólo caprichosas evaluaciones en la programación de actividades de una obra, y quizás puedan tener algún valor estético.

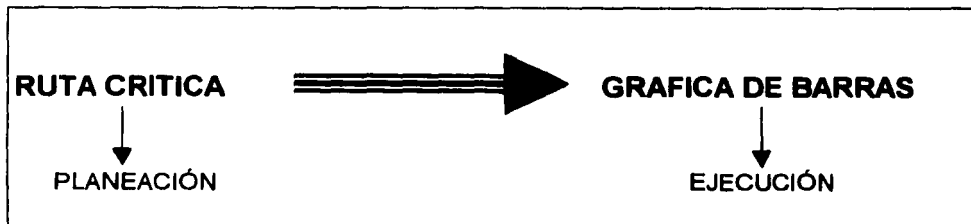


Figura 5.3; La ruta crítica se entiende en una buena gráfica de barras.

En cuestión de control es muy importante no confundir el avance físico con el financiero; el avance físico se mide en días y se puede expresar en porcentaje con la ruta crítica o la gráfica de barras, el avance financiero se mide en dinero comparando para la fecha de corte el avance programado de gastos, con la evaluación económica que se haga de todos los trabajos ejecutados y otros gastos como los anticipos y los suministros.

Si bien es cierto que el uso de técnicas de programación nos permite tener un mayor control de la obra y permite reprogramar cuándo hay retrasos sustantivos en la ruta crítica original, también es cierto que su abuso envicia este sistema, pues se pierde la realidad de los tiempos para la ejecución de las obras y se cae en el manejo fantasioso de

los números carentes de soporte. Veamos a la reprogramación como enemiga de la programación.

Programemos con ideas reales, una evaluación de los tiempos de un proyecto, sólo alcanzará una buena programación si se conocen todas las actividades que se van a realizar, sus magnitudes, los recursos humanos, materiales y económicos disponibles, pero sobre todo, si se conjugan todas estas variables con la idiosincrasia y productividad de los trabajadores de la región. (figura 5.2)

Un programa que cubra todos los riesgos definitivamente será largo. Los riesgos por escasez, suspensiones, variaciones climáticas y de precios, son disculpas y realidades frecuentes por las que no se cumplen en las fechas prometidas las entregas de trabajos específicos y, finalmente, de las mismas obras. Evaluar en tiempo todos estos riesgos para incluirlos en el programa, representa ampliar los periodos significativamente y por tanto estar fuera de los términos del concurso. Por lo tanto, el constructor deberá estimar e incluir a su juicio, en su presupuesto, el posible costo de recursos adicionales para que, en caso de presentarse estos eventos, pueda resolverlos satisfactoriamente y entregar la obra a tiempo.

A su vez cuando los tiempos para desarrollar el diseño y luego la construcción, son mayores que los tiempos disponibles para poner en servicio un proyecto los representantes del propietario pueden coordinar la superposición de estas dos actividades. En otras palabras, la obra se inicia cuando está el diseño básico general concluido y parcialmente el diseño detallado, con la estricta seguridad de respetar el diseño conceptual del proyecto. Pero si al empezar la construcción el proyecto empieza a modificarse, se estará hablando de otro proceso de obra, bajo el cual no se cumplirá ninguna de las metas.

## **5.2 EL PRESUPUESTO**

Presupuesto es el cálculo predeterminado de gastos de capital, basado en los requerimientos fundamentales de un proyecto específico, para realizarse en un periodo y en un lugar determinado.

En la construcción el presupuesto es la proposición económica del contratista al contratante, citando cantidades, términos y condiciones bajo las cuales se podrá formalizar el contrato. Por ende la importancia de que no le queden conceptos fuera.

Es común que el contratante cuando recibe presupuestos que por su planeación y estudios de recursos incluyen todo el alcance del proyecto para ponerlo en funcionamiento, con costos que comprenden calidad de los trabajos, los volúmenes totales de obra y, sobre todo, cuando incluyen aquellas actividades aparentemente innecesarias, pero que invariablemente se van a requerir y costear, los rechace en forma natural, porque los presupuestos consideran importes más elevados que sus propios



pronósticos de inversión. Pero es mejor una verdad a tiempo que una "mentira" contraproducente.

Si el cliente recibe de sus propios equipos técnicos o de consultores presupuestos base incompletos, ya sea por mala aplicación de técnicas o por proyectos en proceso de desarrollo, y toma su importe como partida de inversión invariablemente en la contratación y ejecución de las obras – para disgusto del cliente –, durante el transcurso de la obra aparecerán todos los faltantes, pero convertidos supuestamente, en costos extraordinarios de trabajo. Es por esto la importancia de un adecuado estudio del proyecto en el proceso de licitación como posible contratista.

Cuando las partes de un contrato no detectan errores existentes en los presupuestos, respecto de los precios, las cantidades de obra o el alcance de los trabajos, su solución tiene que negociarse en la propia obra, con todas las circunstancias adversas consecuentes, porque desde luego se superan las partidas presupuestales, los pagos se retrasan y se afecta la economía de las constructoras.

Por otra parte muchos presupuestos y contratos de obra bien elaborados, se pierden cuando el propietario o sus equipos técnicos empiezan a hacer modificaciones que alteran el proceso de la construcción y el alcance del proyecto. Así también las propuestas muy ajustadas pierden esa calidad cuando el cliente, al visitar la obra, se deja llevar por el ambiente dinámico, se identifica con la construcción y empieza a hacer modificaciones, ampliaciones y cambios en las especificaciones del proyecto.

Un factor esencial para obtener un presupuesto bien elaborado es la precisión en la descripción de la calidad de la obra contenida en las especificaciones – como parte fundamental de un proyecto y de su presupuesto –, su ausencia hace que las mismas se manejen frecuentemente como generales y si en el proceso de la obra se definen con mayor claridad los trabajos entonces pueden transformarse en especificaciones particulares pero el concepto tiende a tomar otra forma totalmente distinta. Si así sucediera, el proyecto tendría un presupuesto basado en especificaciones generales y la obra se construiría con especificaciones particulares, lo cual redundaría en un presupuesto más elevado.

Un buen presupuesto sólo podrá ser engendrado por un profesional que tenga experiencia y conozca; el proyecto, sistemas constructivos, programación de tiempos, técnicas de ingeniería de costos, que se traducen en sensibilidad para detectar las órdenes de magnitud de las cantidades de obra, a través de sus interrelaciones y de los niveles y variaciones de los precios unitarios, conforme al alcance de los trabajos.

Es cierto que en el presupuesto no deben omitirse detalles sin embargo, el monto del presupuesto de un proyecto específico no debe crecer cuando incrementa el número de sus conceptos, lo cual denotaría incongruencia. Para que se haga un buen cálculo del presupuesto con pocos conceptos, en el análisis de precios de cada uno de ellos deberá tomarse en forma ponderada el impacto que le ocasionan los diferentes conceptos que se incorporan en él. Un ejemplo es el de trabajos de excavación y acarreo, que puede ser presentado en un solo concepto, siempre y cuando los dos tengan la misma referencia de

TIENE CON  
FALLA DE ORIGEN

medición, pero en el análisis la participación es diferente porque maneja volúmenes distintos.

Si las bases que sustentan los costos históricos, la cuantificación de la obra y la predeterminación de los costos, tienen consideraciones equivocadas, irremediablemente el presupuesto tendrá también errores.

Revisar un presupuesto renglón por renglón es una tarea monótona, porque habría que darle varias vueltas antes de encontrar errores, corregirlos y tener seguridad de que fue bien elaborado. Por esto es conveniente realizar, desde la primera intención, un presupuesto con el orden, las metodologías y las comprobaciones de los resultados parciales.

El momento oportuno para cancelar gastos de partidas o trabajo, será cuando se haga la revisión del diseño, ya que si por reducir el monto de las inversiones se cancela un gasto presupuestal pensando en que no se va a presentar, pronto el mismo proyecto aprobado obliga a crear ese mismo gasto que para encubrir lo llamamos "inesperado".

Los equívocos en los presupuestos nacen frecuentemente de las presiones que tienen los estimadores por tiempos verdaderamente angustiosos para su elaboración y por la mala distribución del propio tiempo en sus tres fases de trabajo. Definitivamente el factor tiempo no va a cambiar así es que lo mejor es distribuir y organizar de la mejor manera los recursos técnicos y el tiempo disponible.

Respecto a los indirectos es importante señalar que si se manejan aplicando los factores tradicionales a los costos directos, se corren muchos riesgos en la economía del constructor. Por eso se recomienda que su cálculo comprenda la suma de los gastos y que se utilice el mismo criterio que el que se emplea para los análisis de precios unitarios.

Ejecutar las obras con gastos debajo de la propuesta aprobada para ello, implica para el estimador de la constructora, haber elaborado correctamente el estimado de costos y haber llevado también una buena administración que permita el amplio y oportuno control de costos. En el caso de que los gastos de la obra superaren los valores fijados por el estimador en su propuesta, se estará afectando las utilidades de la empresa, y la magnitud de esta afectación podría llegar a provocar pérdidas.

## 5.4 LOS COSTOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los costos son la cantidad de unidades monetarias necesarias para construir un bien o procurarse un servicio determinado.

Para pronosticar los costos de nuevos proyectos - tomando en cuenta los recursos destinados en los costos históricos - se deben hacer las adecuaciones necesarias para acercarse en costo, lo más posible, a las condiciones del nuevo proyecto. Esto es, un costo predeterminado debe ser el mejor intento de cálculo para que su valor se acerque a una futura realidad, y un costo es exacto solamente cuando se ha ejecutado su gasto. (Figura 5.4)

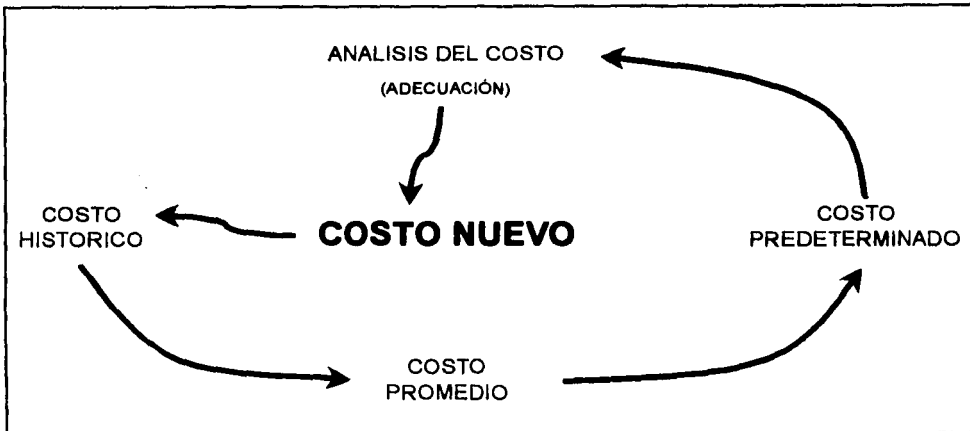


Figura 5.4. La mejor manera de estudiar los costos es adentrándose en los costos históricos, clasificándolos, obteniendo estadísticas y actualizándolos para que puedan utilizarse mejor en aplicaciones futuras.

La determinación de un costo se puede hacer mediante el sistema deductivo de los costos históricos, actualizados a través de la aplicación de factores de ajuste, para poder absorber el alcance del nuevo proyecto, o a través de un sistema inductivo que permita evaluar los recursos y las cantidades necesarias para la ejecución del trabajo, previamente definido en su alcance. Esto es, primero se fija el alcance de un concepto de trabajo, luego en forma particular se determina. Por esta razón el alcance de un costo no puede generalizarse para su aplicación en cualquier actividad que se describa en diferentes catálogos.

Aunque la actualización de los costos, para llevarlos a tiempos y plazas diferentes, es una práctica generalizada, las condiciones monetarias de productividad, de terminología y de otras circunstancias, no son las mismas que en su lugar de origen por lo que, en la actualización, es difícil evaluarlas debidamente. Por lo anterior los costos históricos siempre deben referirse a una plaza y a un tiempo. Cuando requieren ser actualizados pierden su valor original, esto, es varían sus cifras porque el dinero, a su vez, modifica su valor adquisitivo con el tiempo.

La utilización de un software de costos no garantiza resultados correctos, pues si el mejor software se alimenta con datos equivocados, los resultados serán del mismo tipo.

No debe creerse que la máquina hará sola las correcciones necesarias para dar resultados correctos.

Normalmente en los libros, en el software, en los bancos de datos en general, no se dan todas las referencias sobre cómo se obtuvieron los factores de costos que ahí aparecen, es por tanto que hay que tomarlos con cierta cautela y adecuarlos al proyecto en cuestión.

Para calcular bien los costos conforme a la información disponible del proyecto y con los fines que pretenda alcanzar, el estimador deberá conocer y manejar las técnicas de cuantificación de obra, análisis de precios, integración de costos, parámetros, índices, parámetros de cantidades, recursos unitarios, programación de obra, asignación de recursos, etcétera. De lo contrario si solo sabe utilizar análisis de precios unitarios, todos sus presupuestos querrá manejarlos a través de conceptos de trabajo con volúmenes imposibles de determinar.

Es relativamente fácil encontrar errores en los costos cuando se tiene la experiencia y la sensibilidad respecto de sus cifras no siendo así ante las magnitudes de los volúmenes, por tanto es difícil detectar sus errores, por tanto es necesario poner especial atención en la cuantificación ya que; errores en los volúmenes acarrearán serios problemas en el presupuesto.

Deberá darse mucha atención al concentrado de costos, porque en él es fácil hacer operaciones equivocadas, distorsionando los valores que se obtuvieron con tanto cuidado para las partes del presupuesto.

Es conveniente para beneficio de ambas partes del contrato, que la aplicación de un precio unitario solo sea vigente, dentro de un rango de variación de las cantidades de obra, previamente establecidas en el presupuesto, pues aunque el costo unitario es el cociente del costo total entre el número de unidades; no es posible que tengan los mismos valores cuando se calcula el costo unitario de una unidad o el de 1000 unidades. De lo anterior se desprende que; los costos unitarios decrecen en la medida en que se ejecuta una mayor cantidad de obra, dado que ésta aparece como denominador de su costo total.

Si es importante la determinación del costo, también lo es el enunciado descriptivo en el cual debe aplicarse el rango a determinadas características y condiciones del elemento al cual corresponde la matriz (altura, tipo, distancia, etc.)

Y finalmente dado que la evaluación, la aprobación y el manejo de los costos indirectos, es un indicador relevante de las políticas y estilos de administración de las empresas y de sus obras. Es común que los constructores dediquen muchas horas – hombre al cálculo de los costos directos y, lamentablemente, pocas horas al cálculo de los costos indirectos, a pesar de que la proporción económica entre ellos no es tan marcada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Recordemos que la excelencia conjuga calidad, costo y tiempo. El cálculo de costos con viejos equívocos en los procedimientos y en la asignación de valores para los imprevistos, desperdicios y salarios, entre otros conceptos, provoca malas costumbres, las cuales habrá que erradicar, generalmente volviendo a los principios fundamentales de la gerencia de proyectos y de ingeniería de costos.

El estimador deberá preocuparse cuando el cliente autoriza una propuesta en forma inmediata, pues pudiera ser que la misma tuviera equívocos en su formulación y ésa fuera la razón de su aprobación.

## 5.5 LA UTILIDAD

La utilidad representa un rendimiento sobre el capital invertido junto con una contingencia por riesgo. La utilidad esperada en las operaciones de riesgo bajo debe de ser menor que la que se aplica a las operaciones con riesgo alto. Un ejemplo sería el límite de un 5% en un subcontratista y costos de material, y un 20% del límite del costo de mano de obra directa. Por su naturaleza la utilidad implica la exposición al riesgo. Mientras haya más eventos no previstos, mayor será la contingencia de riesgo, y será menor el rendimiento sobre el capital invertido y por tanto la utilidad es menor.

El porcentaje de utilidad que puede obtener un proyecto sobre una base anual en relación con la inversión inicial de capital debe ser por lo menos la tasa de rendimiento que se obtendría si la inversión se hiciera en otra parte. Es necesario considerar no solo dicha tabla equivalente, sino también los riesgos inherentes a diversas inversiones. Así mismo el rendimiento de la inversión del capital debe de ser mayor que las tasas de interés que se pagan en las instituciones bancarias. Además se debe considerar la recuperación del capital invertido para su uso en inversiones futuras. Por tanto valor de la utilidad es evidente cuando el capital a ser invertido, esta disponible para un periodo limitado y debe recuperarse en un periodo limite, también en condiciones de riesgo, en donde se desea recuperar el capital invertido tan pronto como sea posible, ya que el riesgo aumenta mientras mas tiempo este inmovilizado el capital.

Es bien cierto que en algunas ocasiones se deberá sacrificar parte de la utilidad ya que existe una relación entre la cantidad ofertada y la probabilidad de ganar el concurso.

Al entrar a un concurso de licitación, se asume que, en primer lugar, el contratista estima sus costos, y después habrá añadido un margen para cubrir los beneficios (o un margen para cubrir contribuciones, es decir beneficios y gastos generales de la compañía). Si el contratista desea ganar desesperadamente, podría presentar una oferta con costos menores que los más bajos esperados. Si la oferta es lo suficiente mente baja, debería tener unas posibilidades del 100% de ganar, en el otro extremo hay una oferta que no tiene ninguna (por ejemplo, costo más un margen del 50%). Entre estos dos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

extremos existe un rango continuo de ofertas, con sus correspondientes probabilidades, que miden la posibilidad de ganar.

Debido a que durante el proceso de la preparación de estimaciones, se tienen que realizar varias valoraciones, basándose en parte sobre datos registrados, en parte sobre la experiencia y en parte sobre intuiciones. Obviamente, distintos estimadores valorarían los efectos de los elementos que intervienen de distinta forma, así que varios estimadores producirán rangos distintos de estimaciones.

Por lo tanto se asume que un proyecto tiene un costo "previsible" y, el rango de estimaciones elaborada por cada compañía es el costo previsible  $\pm A\%$  donde  $A\%$  representa la precisión de la estimación.

En los concursos de licitación, la oferta ganadora suele ser la que produce la estimación más baja, es decir el costo previsible menos  $A\%$ . En la figura 5.5 se muestra el comportamiento de las ofertas en licitación en base a la precisión de la estimación.

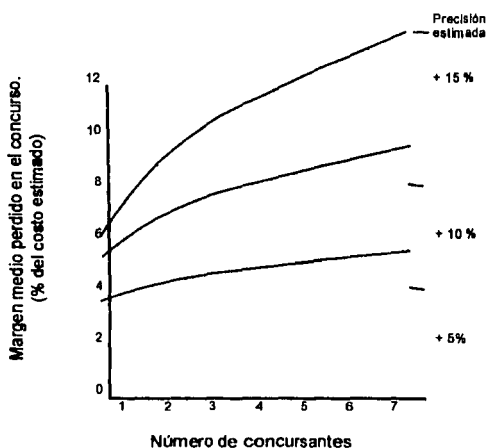


Figura 5.5. Precisión en la estimación en licitación.

Todo esto nos lleva en resumen a tres puntos básicos que debemos tener en cuenta al estimar una obra para licitación:

- 1) El margen de utilidad será mayor si se mejora la precisión de la estimación.
- 2) Si se mejora la precisión de la estimación y el contratista desea mantener el mismo margen de facturación, tendrá que:
  - a) reducir el margen de beneficios aplicado
  - b) aumentar el número de ofertas que presenta
  - c) hacer algunas reducciones en su margen de beneficios aplicados y aumentar el número de ofertas que presenta.

- 3) Los márgenes de beneficios conseguidos seguirán siendo mayores que los originales cuando todos los contratistas mejoren su precisión de estimación. Esto implica asumir que los contratistas fijan sus márgenes sin hacer referencia a la rentabilidad existente en su compañía. Sin embargo, la naturaleza competitiva de la industria, probablemente provocaría a los contratistas para que redujeran sus márgenes una vez que hubieran conseguido una mayor rentabilidad. Es difícil estimar este efecto, pero al menos quedaría un beneficio residual, principalmente reduciendo el número de contrato que generan pérdidas.
- 4) Existen 4 graves consecuencias para un contratista que permita un deterioro en su precisión de la estimación.

Finalmente cabe mencionar que cuanto mayor sea el número de concursantes, más baja será la oferta ganadora en relación con el costo previsible. Un consejo sencillo es evitar la participación en concursos donde haya un número elevado de participantes esto debido a la variabilidad de la estimación y otro al recorte de precios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

Dado que la estimación del costo es la base del compromiso que asume el constructor en cuanto a tiempo, costo y calidad, para con el cliente como para si mismo, debe esforzarse en la concepción de una estimación precisa que asegure la obtención del margen de utilidad proyectado. Ya que sin lugar a dudas su variabilidad será menor si se mejora la precisión de la estimación.

La descripción de una estimación precisa roza lo filosófico y es difícil de definir. Recurriendo a lo estudiado a través de los capítulos que componen el presente trabajo, podemos afirmar que si el estimador, teniendo un proyecto determinado, selecciona el mejor método, los recursos y el tiempo adecuados debe poder calcular el costo mas predecible. Así que el único método factible para mejorar el nivel de precisión de las estimaciones es mejorar los criterios de los estimadores lo que implica mejorar los datos y técnicas en que se apoyan. De esta manera el contratista tiene menor presión al fijar el margen de utilidad y no tiene que hacer gran referencia a la rentabilidad existente en su compañía, porque de esta manera se reducirían los contratos que generan pérdidas. A su vez por el contrario existen graves consecuencias para un contratista que permita un deterioro en su precisión de estimación.

Además no olvidemos que la estimación de los costos de un proyecto de construcción es de primordial importancia para un buen control administrativo, sea que se administre para el cliente, el diseñador, constructor o usuario de la instalación, las estimaciones exactas y pertinentes reducen el desperdicio administrativo proporcionando una revisión constante. La estimación, proporciona la base para todos los pronósticos económicos y financieros así como para el control.

El que se presente una adecuada estimación del costo de una obra, que cumpla tanto en tiempo, calidad, como con la partida presupuestal, no solo depende del contratista sino del cliente y su equipo de colaboradores. Que deben de tomar en cuenta que no porque existan diversas modalidades de contratación, estas se tomen como pretexto para no definir claramente el proyecto pues la indefinición de este solo nos indica un subdesarrollo en los proyectos que lo único que ocasionara será inconformidades Cliente Vs. Contratista.

El contrato a precio alzado ofrece muchas ventajas para el cliente en cuanto al aseguramiento de no rebasar la partida presupuestal, pero para tal efecto se requiere de un catalogo completo. Cuando por diversas circunstancias el estimador de costos se ve obligado a pedir cotizaciones de un diseño incompleto , entregando por tal razón catálogos incompletos de conceptos , obliga a los oferentes a incluir consideraciones en

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



los costos que no están descritas ni diseñadas, o lo más grave, tener propuestas con grandes faltantes de costos. Desde luego que en un diseño incompleto, sólo se podrá cotizar a precio alzado la parte de la obra que tenga el 100% de información.

Además es importante que tomen las precauciones necesarias para evitar que su concurso sea más de forma que de fondo, es frecuente que en nuestro país se cuide más la forma que el fondo y así en el protocolo del concurso, la rigurosidad es grande: no permite que las propuestas salgan del patrón solicitado; exige que los documentos se entreguen; que se llegue puntualmente a la entrega. En cambio, hay descuido en el fondo del concurso, el catálogo de conceptos con el que se participa no se parece en nada a la obra que se quiere representar y no hay restricciones para cancelar las propuestas, que desde el punto de vista de costos tiene errores por los que merecieran ser descalificados simplemente; bajo el nombre de propuestas solventes resuelven todo el aspecto técnico.

Por otro lado, es normal que en todo proyecto se generen cambios, pero en la medida en que el propietario ordene formalmente cambios en el proyecto y no se proceda con rapidez, por ambas partes, a hacer todas las actualizaciones presupuestarias de tiempos y de pagos, se perderá el control general de la obra día con día hasta quedar en manos de otros actores la imposición de condiciones para concluir los trabajos y los pagos. Con lo cual se estará echando en tierra el trabajo realizado en la adecuada estimación del costo y tiempo.

La evaluación y el control de tiempos de un proyecto, requieren de un programa maestro y de subprogramas, tanto en las diferentes etapas de diseño, como en la construcción. En la medida en que los programas sean realistas y estén bien diseñados, se podrá, con un buen seguimiento, tener seguridad en el cumplimiento de los tiempos. Recordemos que una parte integral del costo esta en función del tiempo de ejecución, por tanto cualquier medida que se tome para una aceleración de obra repercutirá en el costo total de la obra y por ende en decremento de la utilidad.

Ejecutar las obras con gastos debajo de la propuesta aprobada para la ejecución de las obras, implica para el estimador de la constructora, haber elaborado correctamente el estimado de costos y haber llevado también una buena administración que permita el amplio y oportuno control de costos. En el caso de que los gastos de la obra superaran los valores fijados por el estimador en su propuesta, se estará afectando las utilidades de la empresa, y la magnitud de esta afectación podría llegar a provocar pérdidas.

La metodología para el análisis de un precio unitario esta perfectamente definida y no vamos a buscar el hilo negro en lo que a esto refiere. Pero si debemos poner atención en detalles que pueden parecer insignificantes y que asumimos se sobreentienden pero a la vez ya sea por descuido u otra razón los olvidamos. Es decir nos olvidamos de las características básicas que debe contener el análisis de un precio unitario para considerarse balanceado.

Si nos entregan un catálogo base y sus cantidades de obra no representan la magnitud del proyecto, ni las actividades por desarrollar; esto es si se entrega un mal catalogo por estas irregularidades, es posible usar la experiencia y astucia de los oferentes para

detectar las fallas y manejarlas, de tal manera que a la larga pueda traerles algunos beneficios.

Otro aspecto de vital importancia para la posible contratista, el analizar a fondo la factibilidad de la obra sujeta a licitación debido a que ofertas muy atractivas pueden resultar ser todo lo contrario o puede suceder que con tal de conseguir la obra se hagan ofertas muy peligrosas por los rangos de incertidumbre que se manejen, que en lugar de resultar beneficioso para la empresa se convierten en un verdadero conflicto.

Y finalmente, aunque en el presente solo se menciona superficialmente dado que no es su objetivó, es importante revisar los contratos pues pueden convertirse en verdaderas bombas de tiempo. Si el alcance y la precisión de la calidad de las obras, los tiempos parciales y totales de ejecución, y la forma de pago de los trabajos acordados entre el propietario y el constructor no son precisos o en alguna medida se asientan de otra manera en el contrato, las partes estarán contrayendo compromisos monetarios que se podrán revertir contra las economías de ambas partes y/o el monto final de las obras.

Definitivamente la oferta competitiva basada en documentos de oferta, preparados por los asesores profesionales del propietario, sigue y seguirá siendo el método más popular para distribuir contratos de construcción entre los contratistas dispuestos a realizar el trabajo. Variaciones tales como contratos negociados o acuerdos por paquetes sólo constituyen una pequeña parte de los contratos ofrecidos a la industria. La aceptación por parte de la mayoría de los clientes, de que los concursos de licitación son justos y que producen los precios de oferta comercialmente viables más bajos, en las condiciones que prevalecen en el mercado, asegura que este tipo de distribución de trabajo seguirá existiendo durante mucho tiempo.

Debemos estar consientes que parte de la aceptación por parte del cliente del sistema de licitación es el conocimiento de que dada la naturaleza aleatoria del proceso de oferta se asegura que las constructoras no puedan planificar las actividades de su empresa con mucha certeza; también que muchos contratos se seguirán ofertando con precios demasiado bajos, no reales. Sin embargo con lo analizado vemos que no es del todo así, que si como posibles contratistas nos empeñamos en la aplicación adecuada de los métodos concernientes podemos para nuestro beneficio dar un giro de 180° en lo que a esto respecta a nuestro favor.

Finalmente me gustaría compartir la frase que un Ingeniero que fue mi Jefe, dijo;

“Cualquiera pega tabiques, el detalle es saber ¿cómo, cuando y en cuanto? es adecuado pegarlos”

He allí la diferencia de construir como albañil o como Ingeniero Civil.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

<i>Figura 1.1</i> Proceso de la preparación de estimaciones	5
<i>Figura 2.1</i> Interrelación entre las funciones gestoras del contratista.	10
<i>Figura 2.2:</i> Gráfico de barras tipo.	11
<i>Figura 2.3:</i> Diagrama de barras entrelazado y de agrupación de recursos.	12
<i>Figura 2.4:</i> Uso de una flecha ficticia para mantener la lógica correcta.	14
<i>Figura 2.5:</i> Una red mostrando plazos, mimeros y plazos de acontecimientos.	15
<i>Figura 2.6:</i> Uso de flechas ficticias en la identificación única de actividades.	16
<i>Figura 2.7:</i> Cuadros de agregación de recursos (basados en la red de la figura 2.4).	19
<i>Figura 2.8</i> Histograma de recursos limitados y tabla de fechas programadas de comienzo.	20
<i>Figura 2.9</i> Asignación de recursos para dos tipos de recursos.	21
<i>Figura 2.10</i> Lista de procedencias y diagrama de precedencias	22
<i>Figura 2.11</i> Ajustes a redes de flechas para lograr traslapes entre actividades.	23
<i>Tabla 2.12</i> Base para la elaboración de una línea de equilibrio.	24
<i>Figura 2.13</i> programa tipo línea de equilibrio basado en datos sustraídos de la tabla 2.11.	25
<i>Figura 2.14</i> programa de tipo línea de equilibrio basado en datos de la tabla 2.1	26
<i>Figura 3.1</i> Diagrama del balance de una obra.	28
<i>Figura 3.2:</i> Integración del costo en edificación.	30
<i>Figura 4.1</i> Distribución de insumos e influencia de variación del costo en la utilidad.	40
<i>Tabla 4.2</i> Repercusión de la definición del proyecto.	42
<i>Figura 4.3:</i> Importes Teóricos no considerados en presupuesto.	55
<i>Tabla 4.4</i> Ajuste de presupuestos por consideraciones de estimado inicial.	56
<i>Tabla 4.5:</i> Resultados de obra	56
<i>Figura 4.6:</i> Programa de ejecución "Planta de tratamiento".	59
<i>Figura 4.7:</i> Apoyo a la prórroga solicitada por la contratista, por causas no imputables a la misma.	60
<i>Figura 5.1</i> Asignación adecuada de recursos técnicos al proyecto.	61
<i>Figura 5.2</i> programación funcional.	63
<i>Figura 5.3:</i> La ruta crítica se entiende en una buena gráfica de barras.	64
<i>Figura 5.4.</i> La mejor manera de estudiar los costos	68
<i>Figura 5.5.</i> Precisión en la estimación en licitación.	71

## BIBLIOGRAFÍA

- ◆ **AHIRAN N. AHUJA, MICHEL A. WALSH**  
**INGENIERÍA DE COSTOS Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**  
**ED. ALFA OMEGA. COLOMBIA, AÑO 1995**
- ◆ **ALVAREZ FELIX**  
**PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**  
**ED. CEAC.SA, BARCELONA ESPAÑA, AÑO 1980**
- ◆ **BOLIVAR VILLAGOMEZ HECTOR**  
**INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA CIVIL**  
**ED. ALHAMBRA, MÉXICO D.F., AÑO 1985**
- ◆ **CROOME, DEREK J.**  
**CALIDAD Y COSTE TOTAL EN LA CONSTRUCCIÓN**  
**ED. ALFA OMEGA. COLOMBIA, AÑO 1998**
- ◆ **PUYANA GERMAN**  
**CONTROL INTEGRAL DE LA EDIFICACIÓN VOL III**  
**ED. ESCALA, MÉXICO D.F., AÑO 1997**
- ◆ **SUÁREZ SALAZAR**  
**COSTO Y TIEMPO EN LA EDIFICACIÓN**  
**ED. LIMUSA. MÉXICO D.F., AÑO 2000**
- ◆ **WAGNER, GERHARD**  
**LOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN CPM Y PERT APLICADOS A LA**  
**CONSTRUCCIÓN**  
**ED. CEAC.SA, BARCELONA ESPAÑA, AÑO 1987**

NEGRO ED ATVE  
FALTA DE ORIGEN  
TESIS CON