

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Programa de Maestría en Gerencia de Proyectos  
Escuela de Ingeniería en Construcción  
Escuela de Ingeniería en Computación  
Escuela de Administración de Empresas



Constructora Integratec CR S.A.

" Métodos de control de costos para Constructora Integratec CR S.A "

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el grado de Máster en Gerencia  
de Proyectos

Ing. Paola María Ortiz Rodríguez

San José, Octubre 2009

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado a todas las personas que me colaboraron a lo largo de este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas las personas que me ayudaron y me dieron su apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

## INDICE – CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
INDICE – CONTENIDO.....	iv
INDICE DE CUADROS .....	vi
INDICE DE GRAFICOS.....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	viii
ABREVIATURAS.....	ix
1. METODOS DE CONTROL DE COSTOS PARA CONSTRUCTORA INTEGRATEC CR S.A. ....	1
2. METHODS OF COST CONTROL FOR CONSTRUCTORA INTEGRATEC CR S.A.2	
3. Introducción .....	3
4. Capítulo I. Generalidades de la investigación .....	5
A. Referencia Empresarial.....	5
Figura 1. Estructura Holding Codisa .....	5
Antecedentes .....	5
Figura 2. Características de Constructora Integratec CR SA.....	7
Tomado de Plan Estratégico Empresa Integratec CR SA.....	7
B. Justificación del Estudio .....	8
C. Planteamiento del Problema .....	8
Objetivos .....	8
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos .....	9
A. Alcances y Limitaciones .....	9
Alcances.....	9
Declaración del alcance del proyecto:.....	9
Limitaciones: La limitación principal fue lograr coordinar la reuniones con el cliente.....	10
5. Capítulo II. Marco teórico, Métodos de control de costos .....	11
1. COSTO REAL.....	15
2. COSTO COMPROMETIDO .....	15
3. COMPARACION DEL COSTO REAL CON EL COSTO RESUPUESTADO .....	15
4. DETERMINACION DEL VALOR DEL TRABAJO REALIZADO .....	16
5. ANALISIS DE DESEMPEÑO DE COSTO .....	17
6. INDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO .....	17
7. VARIACION DEL COSTO .....	18
8. COSTO PRONOSTICADO .....	18
9. CONTROL DEL COSTO.....	19
10. ADMINISTRACION DEL FLUJO DE EFECTIVO.....	20
6. Capítulo III. Metodología de ejecución.....	21

4.A.1 PLANEACION .....	21
GESTIÓN DE COSTOS.....	21
ESTIMACION DE LOS COSTOS .....	21
Figura 3. Proceso de Estimación de costos .....	22
ENTRADAS .....	22
Estructura de Desglose del Trabajo (EDT): .....	23
HERRAMIENTAS Y TECNICA .....	24
Figura 4. Preparación de la Estimación de Costos .....	27
CONTROL DEL CRONOGRAMA .....	32
Figura 5. Control del Cronograma.....	34
Figura 6. Diagrama de barras comparativo .....	38
Figura 7. Proceso control de costos PMBok .....	41
Técnica de valor ganado.....	44
7. Capítulo IV. Marco Metodológico .....	47
Figura 8. Estructura de división de trabajo (WBS) .....	49
8. Capítulo V. Métodos de control de costos para Constructora Integratec CR S.A, solución construida .....	50
A. Descripción general de la solución .....	50
B. Estrategia escogida.....	50
C. Supuestos y restricciones.....	50
D. Descripción detallada de la solución .....	51
9. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones .....	66
7A Conclusiones .....	66
7B Recomendaciones.....	67
7. literatura consultada.....	68
8. APENDICES .....	69
APENDICE A. ....	70
9. ANEXOS .....	71
ANEXO 1. ....	72
ANEXO 2. ....	73
ANEXO 3. ....	74
ANEXO 4. ....	75
ANEXO 5. ....	76
ANEXO 6. ....	77
ANEXO 7. ....	78
ANEXO 8. ....	79
ANEXO 9. ....	80
ANEXO 10.....	81
ANEXO 11.....	82
ANEXO 12.....	83
ANEXO 13.....	84

## INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Consideraciones del cronograma.</i>	35
--------------------------------------------------	----

## INDICE DE GRAFICOS

<i>Gráfico No. 1. Curva de Costo</i>	14
<i>Gráfico No. 2 Costo Presupuestado</i>	16

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Estructura Holding Codisa</i>	5
<i>Figura 2. Características de Constructora Integratec CR SA</i>	7
<i>Tomado de Plan Estratégico Empresa Integratec CR SA</i>	7
<i>Figura 3. Proceso de Estimación de costos</i>	22
<i>Figura 4. Preparación de la Estimación de Costos</i>	27
<i>Figura 5. Control del Cronograma</i>	34
<i>Figura 6. Diagrama de barras comparativo</i>	38
<i>Figura 7. Proceso control de costos PMBok</i>	41
<i>Figura 8. Estructura de división de trabajo (WBS)</i>	49

## **ABREVIATURAS**

PMI: Project Management Institute

EDT: Estructura de desglosada de trabajo

WBS: Work breakdown structure

PMBOK: Project Management Body of Knowledge

NAF: Núcleo administrativo y financiero

CTP: Costo total presupuestado

CPA: Costo presupuestado acumulado

CRA: Costo real acumulado

VDA: Valor devengado acumulado

ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica

CV: Costo variable

# 1. METODOS DE CONTROL DE COSTOS PARA CONSTRUCTORA INTEGRATEC CR S.A.

## Resumen:

La idea de estandarizar la gestión de costos de proyectos de construcción de viviendas y edificios, para una empresa constructora; que como parte de un sistema no está al margen de esta realidad y debe enfrentar retos y demandas que le permitan mantenerse dentro de la competitividad del sistema. Esto significa un cambio radical, que debe ser aceptado en un medio que empieza a conocer los conceptos relacionados con la gestión de la administración profesional de proyectos, tema bastante innovador en la construcción en Costa Rica. Esto implica un reto para implementar su uso y es necesario que la empresa conozca las nuevas alternativas, las analice y se prepare para una implementación exitosa. Lograr que Constructora Integratec sea una empresa sostenible en este campo requiere algo más que conocimientos técnicos, requiere de una administración de los recursos y para ello la metodología de la administración profesional de proyectos. El propósito de este informe es establecer una metodología estándar para la gestión de costo en proyectos de construcción de edificios y viviendas para maximizar los beneficios para el cliente de la empresa Constructora Integratec CR S. A.

**Palabras claves:** Administración profesional de proyectos, administración de los recursos, control de costos, programa de erogaciones, valor ganado, control de cambios.

## 2. METHODS OF COST CONTROL FOR CONSTRUCTORA INTEGRATEC CR S.A.

### **Abstract:**

The idea of a costs standardization management in house and buildings projects for a construction company as a part of a system, is not out of a reality and the company must facing challenges and market request for assure the permanency according to the competitive of the system. This means a radical change, that should be accepted in a environment who start to know the concepts related with professional Project management, theme so innovator in construction sector in Costa Rica. This implicated a challenge for implement the use and is necessary for companies, to know new alternatives, analyze it and be prepared for a success implementation. Achieve Constructora Integratec a sustainable company in this field require more than technical skill, it need a management resources and for it, a methodology of a professional project management. The purpose of this report is to establish a standard methodology for the cost administration in projects of construction of buildings and housings to maximize the benefits for the client of the company Constructora Integratec CR S. A.

**Keywords:** professional project management, resources management, cost control, cash flow, earned value, change control.

### 3. Introducción

Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, ya sea estética, de abrigo, de alimento o 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 se puede afirmar que las nuevas disciplinas de programación permiten realizar casi cualquier obra en condiciones que anteriormente se consideraban imposibles.

No obstante, respecto al costo o sea los recursos que están intrínsecamente ligados a anteriores elementos de base, tiene un valor sustancial hasta cierto punto inmovible, es decir que otros factores están supeditados al costo. En la época actual es más usual encontrar que una obra es incosteable que irrealizable o inalcanzable, pero no puede dejarse de lado que si el elemento costo de cualquier obra está dentro de los rangos lógicos, es posible realizar la misma reduciendo los tiempos de ejecución y aún supliendo en muchos casos las carencias técnicas.

Es por ello que esta investigación se genera, con el propósito de determinar procedimientos, técnicas y herramientas para programar y controlar adecuadamente el costo de los proyectos de construcción de viviendas y edificios. Sin dejar de lado que la base son los estándares del *Project Management Institute (PMI, 2008)*, con el fin de confinar en lo posible el elemento costo a través de una técnica adecuada y óptima de los proyectos.

El comportamiento de los mercados, la integración de los países especialmente en el campo económico y el desarrollo tecnológico, entre otros factores son parte de

las condiciones actuales que obligan a las organizaciones a buscar constantemente alternativas que permitan hacer más eficiente su accionar.

Ante esta problemática se genera la idea de estandarizar la gestión de costos de proyectos de construcción de viviendas y edificios, para una empresa en particular denominada Constructora Integratec CR SA; empresa que como parte de un sistema no está al margen de esta realidad y debe enfrentar retos y demandas que le permitan mantenerse dentro de la competitividad del sistema.

Esto significa un cambio radical, que debe ser aceptado en un medio que empieza a conocer los conceptos relacionados con la gestión, por medio de la administración de proyectos, tema bastante innovador en Costa Rica. Esto implica un reto para implementar su uso y es necesario que la organización conozca las nuevas alternativas, las analice y se prepare para una implementación exitosa.

Este estudio es importante y se justifica su análisis dado que la construcción es una actividad que se ha desarrollado por muchos años, no obstante, lograr una empresa sostenible en este campo requiere algo más que conocimientos técnicos, requiere de una administración de los recursos y para ello la metodología de Administración de Proyectos (PMI, 2008) resulta ser una excelente herramienta que permite dar un valor agregado a la construcción tradicional, lo cual se puede convertir en factor clave de éxito para una empresa. Y por ello, es que se realizará el planteamiento de una metodología estándar para la gestión de costo en proyectos de construcción de edificios y viviendas.

## 4. Capítulo I. Generalidades de la investigación

### A. Referencia Empresarial

A continuación se procede a presentar la estructura de negocio a la cual pertenece la empresa Constructora Integratec S.A

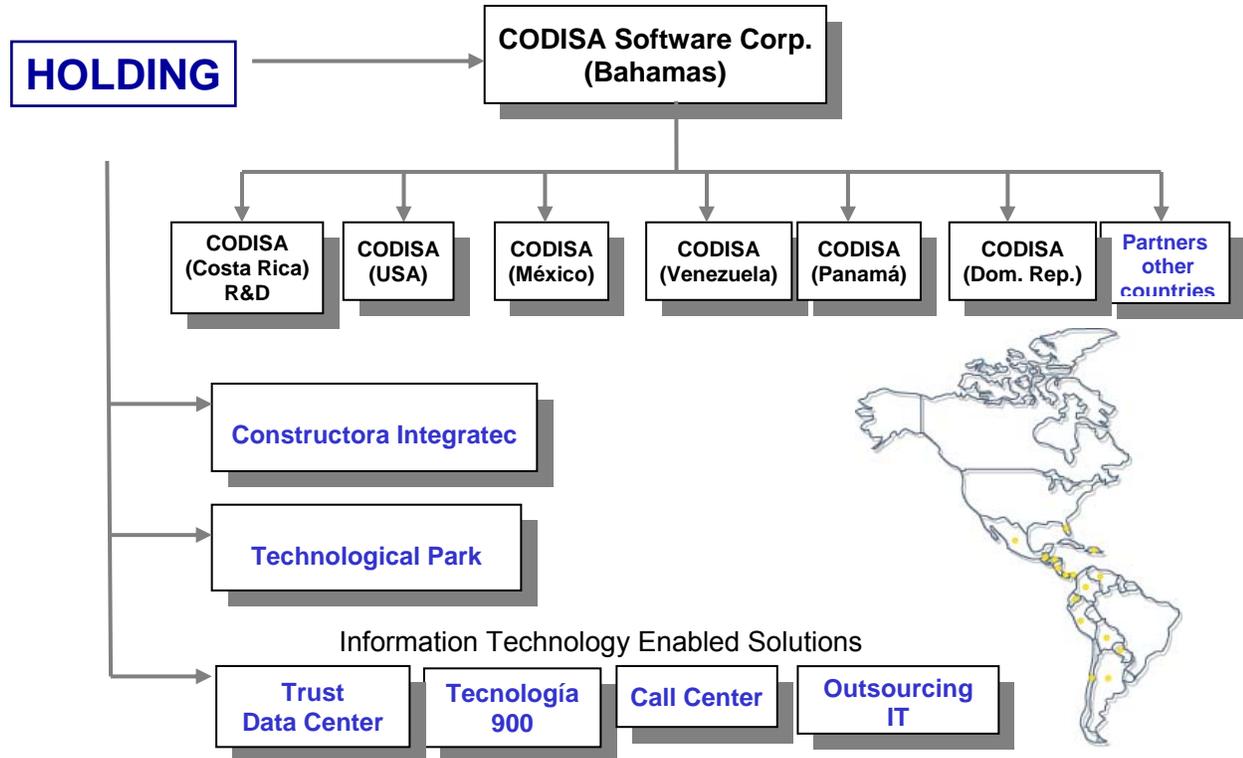


Figura 1. Estructura Holding Codisa

### Antecedentes

Actualmente la empresa Constructora Integratec CR SA nace de la unión de dos grupos empresariales ICV y Codisa, que de alguna manera están relacionadas con la construcción o desarrollo inmobiliario y unen sus esfuerzos, generando sinergias para crear una empresa constructora confiable, transparente y profesional

que de la seguridad en el campo económico y técnico que los clientes merecen y necesitan.

Los dos grupos de empresas involucrados son Grupo ICV, formado por las firmas: Ingenieros Civiles Valuadores ICV SA, Avalúos Agropecuarios y Civiles BMJ de Costa Rica SRL, Ingeniería BMJ SA, Bienes Raíces J B y M SA, Consultores en Ingeniería y Arquitectura CIASA SA; todas empresas dedicadas al diseño, diseño estructural, avalúos de bienes inmuebles, construcción y asesorías crediticias. Empresas que cuentan con un grupo interdisciplinario formado por ingenieros civiles, agrónomos, electromecánicos y arquitectos, quienes cuentan con un gran conocimiento del mercado inmobiliario por realizar avalúos a los principales bancos del país, tanto públicos como privados.

Codisa es líder en la exportación de software con oficinas en los países de América Latina, cuyos socios cuentan con gran capacidad de negociación y conocimiento del mercado latinoamericano. Subsidiaria de Codisa nace la firma Ideas Gloris SA como inmobiliaria, y cuyo proyecto principal es el complejo de oficinas denominado Oficentro Tecnológico ubicado en Tibás – San José.

La unión de ambos grupos genera una nueva empresa denominada Constructora Integratec CR SA, con el propósito de incorporar conocimiento y tecnología en la administración profesional de proyectos de construcción.

Tomado del Plan Estratégico de la Empresa, se rescatan los siguientes aspectos:

- a) Misión: “Solucionar las necesidades de construcción de inversionistas mediante calidad, transparencia y profesionalismo, proporcionando seguridad en sus inversiones con la asesoría de un equipo interdisciplinario.”

- b) Visión: “Ser la empresa más confiable en el desarrollo de inversiones inmobiliarias generando satisfacción a través del cumplimiento de las expectativas de los clientes mediante compromiso, comunicación constante e innovación tecnológica.”
- c) Valores: “Profesionalismo, innovación, transparencia, honradez y compromiso.”
- d) Objetivo general: esta empresa es dar satisfacción a los clientes a través de una asesoría integral, con el aporte de un grupo interdisciplinario con experiencia en diseño estructural, arquitectónico y electromecánico, así como experiencia en valuación, desarrollo inmobiliario, créditos bancarios, software, construcción y administración de proyectos. Lo anterior se resume en la Figura No. 1:



Figura 2. Características de Constructora Integratec CR SA

Tomado de Plan Estratégico Empresa Integratec CR SA

## **B. Justificación del Estudio**

Debido a la crisis económica mundial originada en el sector financiero & inmobiliario de Estados Unidos, el sector construcción, tanto en éste país como en Costa Rica ha debido reorganizar y replantear sus esquemas de negocio y estrategias de competitividad, es así como la gestión de costos en el sector de construcción ha tomado relevancia para asegurar la permanencia de las empresas constructoras, inmobiliarias, desarrolladoras y demás actores del mercado.

## **C. Planteamiento del Problema**

Debido a que una gestión eficiente de los costos en la construcción de viviendas y edificios asegura en éstos momentos de crisis mundial la permanencia de las empresas constructoras, Constructora Integratec se enfrenta al cuestionamiento de si, “Es posible diseñar e implementar un modelo de gestión de costos basado en los estándares del Project Management Institute (PMI,2008).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

El objetivo general que plantea este proyecto es establecer una metodología estándar para la gestión de costo en proyectos de construcción de edificios y viviendas con el propósito de maximizar los beneficios para el cliente de la empresa Constructora Integratec CR S. A.

## **Objetivos Específicos**

- a. Mejorar los beneficios de los clientes de Constructora Integratec CR S.A. mediante el desarrollo de procedimientos, técnicas, herramientas, plantillas tales como: control del programa de erogaciones, tabla control presupuesto, desempeño del proyecto respecto al costo, reporte de valor ganado, y control de cambios, de acuerdo con los términos de la administración profesional de proyectos, y el Project Management Institute (PMI, 2008).

### **A. Alcances y Limitaciones**

#### **Alcances**

A continuación se procede a presentar los alcances técnicos del proyecto y las limitaciones.

#### **Declaración del alcance del proyecto:**

- Confección de un machote para el control del programa de erogaciones.
- Confección de una tabla para el control del presupuesto.
- Confección de un machote para verificar el desempeño del proyecto respecto al costo.
- Confección de un reporte de valor ganado.
- Confección de un machote para el control de los cambios.

**Criterios de Aceptación:** La aceptación de estos entregables será determinada por el cliente, en este caso el gerente general y presidente de Constructora Integratec CR S.A.

**Limitaciones:** La limitación principal fue lograr coordinar la reuniones con el cliente.

## **5. Capítulo II. Marco teórico, Métodos de control de costos**

Este trabajo busca estandarizar todos los procesos de control de costos por medio de tablas y machotes que se aplicarán en adelante en todos los procesos, siempre dentro de la estrategia de mejoramiento continuo,

Es importante, definir algunos términos relativos a los costos, antes de definir algunas técnicas, herramientas y procedimientos. La contabilidad en general acepta y señala como integrantes del costo, las siguientes divisiones:

**Costo directo:** son aquellos gastos que tienen aplicación a un producto determinado. Son los costos aplicados al concepto de trabajo, son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramientas e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar cualquier trabajo.

**Costos indirectos:** son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado. Son gastos producidos por la necesidad de una organización técnica y administrativa que dé a la empresa la posibilidad de realizar las obras y trabajos que constituyen su producción. Dentro de estos costos se incluyen honorarios profesionales, permisos, impuestos, seguros, cargas financieras.

“La planeación del costo se inicia con la propuesta para el proyecto, los costos se estiman durante el desarrollo de la propuesta por el contratista o el equipo de proyecto. La sección de costos de una propuesta consiste en tablas con algunos elementos como los siguientes:

1. Mano de obra, esta parte proporciona los costos estimados para diversas clasificaciones de personas que se espera que trabajen en el proyecto: albañiles,

peones, maestro de obras. Pueden incluir horas estimadas y tarifa por hora para cada persona incluida en la clasificación.

2. Materiales, en esta se proporciona el costo de los materiales que necesita comprar el contratista o el equipo para el proyecto, como arena, piedra, cemento, formaleta, etc.

3. Subcontratistas y asesores, cuando los contratistas o equipos de proyecto no tienen el conocimiento o los recursos para hacer ciertas tareas del proyecto se subcontratará el trabajo o se contratará asesores para que lo realicen, como por ejemplo: estructura metálica, hojalatería, cielo raso, paredes livianas, ventanería, etc.

4. Alquiler de equipo e instalaciones, en ocasiones el contratista quizá necesite de algún equipo, herramientas o instalaciones especiales tan solo para el proyecto, en estos casos el contratista quizá decida alquilar el equipo por el tiempo que se necesita para el proyecto o si el contratista contará con el equipo debería cargarse una depreciación del mismo por el uso.” Guido y Clements pp. 60 (2007).

Además, es posible incluir algunos rubros como contingencias o imprevistos así como los costos indirectos, tales como: conexiones, permiso de construcción, administración, etc.

Los costos estimados deben ser agresivos pero realistas, no deben ser rellenos o inflados para que incluyan fondos de contingencia para cualquier cosa que pueda presentarse o salir mal.

Si los precios son extremadamente conservadores es probable que el costo total estimado para el proyecto sea más de lo que está dispuesto a pagar el cliente y más alto que el de otros contratistas competidores. Por otro lado, si los cálculos son exageradamente optimistas y se necesita hacer un gasto inesperado es probable que

el contratista pierda dinero en caso de un contrato de costo fijo o deba renegociar con el cliente para cubrir los excesos de costos.

Para la elaboración de presupuesto en este proyecto, se definirá una plantilla estándar de presupuesto donde se incluyen todos los gastos posibles para la construcción de viviendas o edificios, incluyéndose también lista de materiales unitarios por cada actividad y/o costos posibles de mano de obra.

Es importante para control de gastos generar una serie de plantillas donde se indique para cada proyecto la cantidad de materiales presupuestados y el precio utilizado en el presupuesto para a la hora de comprar los materiales determinar si hay desfase e incorporar las medidas correctivas del caso como negociar precios, búsqueda de otros proveedores de precios más bajos, etc.

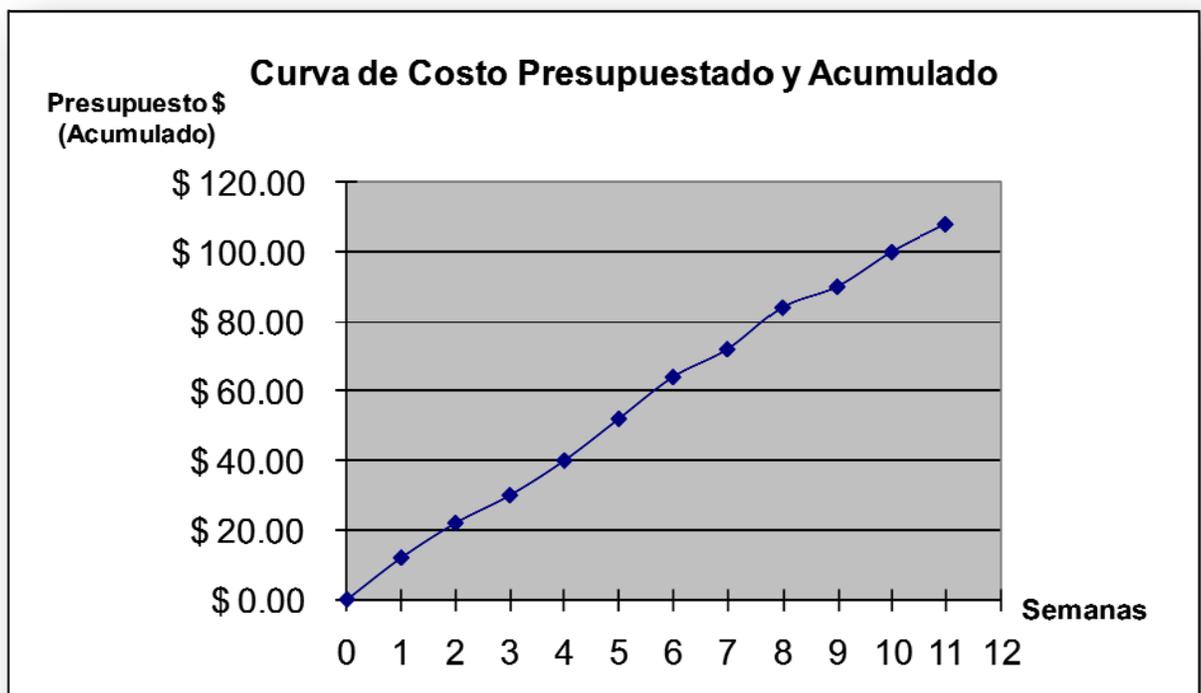
Asignar los costos totales del proyecto para los diversos elementos como mano de obra, materiales y subcontratistas a los paquetes de trabajo apropiados en la EDT establecerá un costo total presupuestado (CTP) para cada uno.

Hay dos enfoques para establecer el CTP, uno es un enfoque de arriba hacia abajo en el cual los costos totales del proyecto se revisan con relación al alcance del trabajo para cada paquete de trabajo y se asigna una parte del costo total a cada uno. El otro es un enfoque de abajo hacia arriba que se basa en una estimación de los precios para las actividades detalladas relacionadas con cada paquete.

Una vez que se ha definido las tareas se puede hacer estimaciones de los recursos y costo para cada una. El CTP para cada paquete de trabajo será la suma de los costos de todas las actividades que integran ese paquete. El siguiente paso es distribuir cada CTP a lo largo de la duración de su paquete, se determina un costo para cada período sobre la base de cuando están programadas a realizarse las actividades que la integran, de esta manera puede generarse un flujo de efectivo y se

puede obtener el costo acumulado presupuestado (CPA), que es la suma de todos los costos presupuestados para cada período para ese momento. El CPA es la línea base que se utilizará para analizar el desempeño del proyecto.

Conociendo los valores del CPA es posible dibujar una curva del costo presupuestado acumulado para mostrar los gastos presupuestados a lo largo de la duración del proyecto, tal como se muestra en el gráfico No.1:



**Gráfico No. 1. Curva de Costo**

Tomado de *Administración Exitosa de Proyectos*, Guido y Clements (2007), pp. 259

Para mantener el seguimiento del costo real de un proyecto es necesario establecer un sistema para recopilar de manera periódica y oportuna información sobre los fondos realmente gastados. Es sistema puede incluir procedimientos y

formas para recopilar información, se debe establecer una estructura contable con base en el sistema de numeración del EDT para que pueda cargar el paquete de trabajo apropiado cada partida del costo real.

Para obtener esta información se utilizará un software de la empresa Codisa llamado NAF en el módulo de inventarios, en el cual con ayuda de un asistente se incorporará tanto los materiales que entran a bodega como los que salen cargándolos a un centro de costos.

Una de las herramientas más comunes que permiten dar un seguimiento del costo del proyecto es la llamada Valor Ganado y a continuación se anotan una serie de definiciones de conceptos relacionados, tomados de Gido y Clements (2007).

#### **1. COSTO REAL**

Todo proyecto debe dar seguimiento al costo real, para lo cual se debe establecer un sistema que permita la recopilación periódica y oportuna de los fondos realmente gastados a fin de compararlo con el costo presupuestado.

#### **2. COSTO COMPROMETIDO**

También conocido como compromisos o costos afectados y se generan cuando se ordena un material o servicios para pagarse a futuro, por lo tanto, al momento del pedido los fondos quedan comprometidos y ya no están disponibles pero no son reales hasta que se materialice el uso del material o servicio.

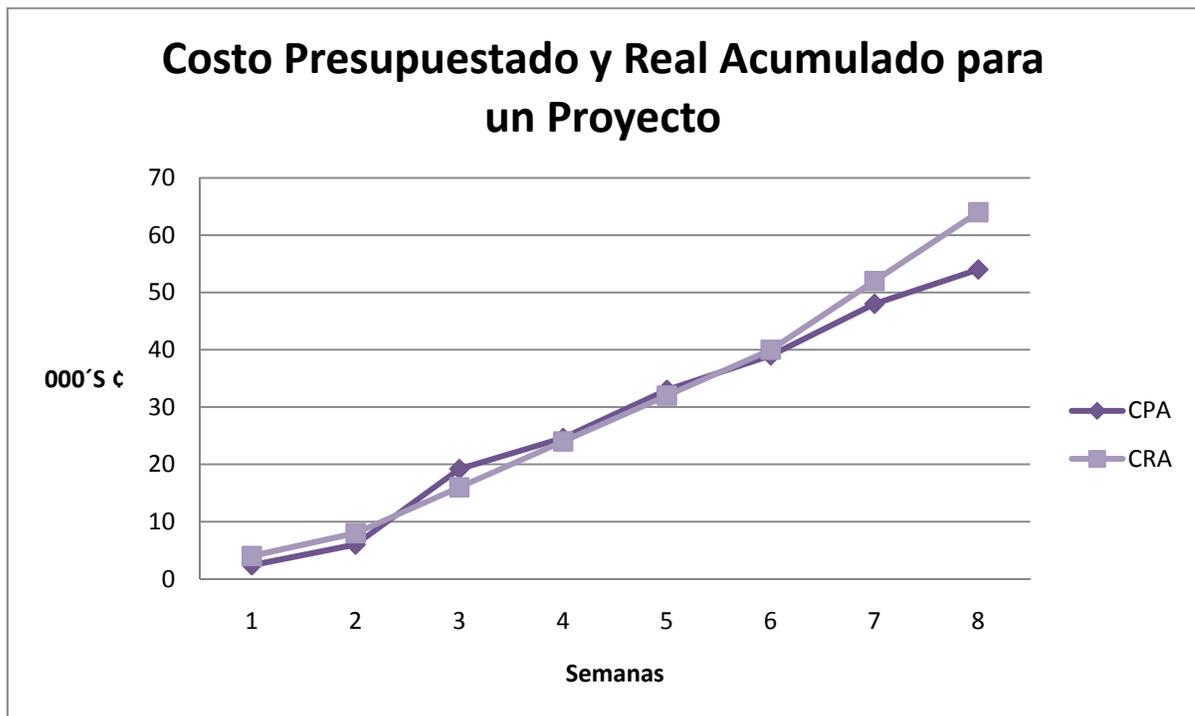
#### **3. COMPARACION DEL COSTO REAL CON EL COSTO RESUPUESTADO**

Es necesario recopilar el costo real incluyendo los fondos comprometidos para hacer la comparación con el costo acumulado presupuestado, lo cual permite analizar las desviaciones entre lo real y lo presupuestado y tomar las medidas

necesarias a fin de garantizar el éxito del proyecto o generar bases de datos para efectos de presupuestos futuros más certeros.

#### 4. DETERMINACION DEL VALOR DEL TRABAJO REALIZADO

El valor devengado (VD), el valor del trabajo realizado, es un parámetro clave que se debe conocer durante el desarrollo del proyecto, lo cual incluye conocer sobre el porcentaje de avance o terminación de las actividades a fin de determinar el costo con base en el avance de obra y poder garantizar el cumplimiento de las proyecciones. Un ejemplo se muestra en el Gráfico No. 2:



**Gráfico No. 2 Costo Presupuestado**

Tomado de Administración Exitosa de Proyectos, pp. 262

## 5. ANALISIS DE DESEMPEÑO DE COSTO

“Las cuatro mediciones siguientes, relacionadas con el costo, se usan para analizar el desempeño del costo del proyecto:

CTP (costo total presupuestado)

CPA (costo presupuestado acumulado)

CRA (costo real acumulado)

VDA (valor devengado acumulado)

Se usan para determinar si el proyecto se está realizando dentro del presupuesto y si el valor realizado está de acuerdo con el costo real.” Gido y Clements (2007).

El propósito de analizar estas variables es poder determinar la mejoría o deterioro en el desempeño del costo.

## 6. INDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO

Otro indicador que permite conocer acerca del desempeño del costo es el Índice del Desempeño del Costo (IDC) que se define como “la medición de la eficiencia del costo con que se está realizando el proyecto” Guido y Clements (2007). La fórmula para el cálculo de este indicador es:

Índice de desempeño del costo =

$$\frac{\text{Valor devengado acumulado}}{\text{Costo real acumulado}}$$

$$\text{IDC} = \frac{\text{VDA}}{\text{CRA}}$$

## 7. VARIACION DEL COSTO

El desempeño del costo también se puede medir por el indicador denominado variación del costo (VC) que es definido como “la diferencia entre el valor devengado acumulado y el costo real acumulado” Guido y Clements (2007) Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Variación del costo} &= \text{Valor devengado acumulado} - \text{Costo real acumulado} \\ \text{VC} &= \text{VDA} - \text{CRA} \end{aligned}$$

Este indicador permite conocer el margen entre el valor del trabajo realizado y el costo real en términos monetarios.

## 8. COSTO PRONOSTICADO

Conociendo el comportamiento real del costo durante el proyecto se puede predecir o pronosticar el costo final del proyecto y para ello se pueden utilizar tres métodos:

a. Supone que la parte restante del proyecto se hará con la misma tasa de eficiencia que se ha tenido en la obra hasta el momento de analizar. La fórmula de cálculo es la siguiente resto del proyecto se hará conforme el presupuesto. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{CPAT} = \frac{\text{Costo pronosticado a la terminación} \times \text{Índice del desempeño del costo}}{\text{Costo total presupuestado}}$$

$$\text{Costo pronosticado a la terminación} = \frac{\text{Costo real acumulado} + (\text{Costo total presupuestado} - \text{Valor devengado acumulado})}{\text{Índice del desempeño del costo}}$$

$$\text{CPAT} = \text{CRA} + (\text{CTP} - \text{VDA})$$

c. Otra alternativa es volver a estimar los costos para todo el trabajo por realizar y sumar al costo real acumulado. Se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{CPAT} = \text{CRA} + \text{nueva estimación del costo restante a realizar}$$

Se recomienda su uso cuando hay desviaciones persistentes del plan o grandes cambios de la propuesta inicial.

El propósito de utilizar este análisis es tomar las medidas correctivas necesarias durante el desarrollo del proyecto y lograr subsanar las desviaciones oportunamente a fin de garantizar el éxito del proyecto.

## **9. CONTROL DEL COSTO**

El propósito de controlar el costo es tomar oportunamente las medidas correctivas requeridas y para ello es necesario un control periódico y oportuno. El control del costo incluye:

1. Analizar el desempeño del costo para determinar cuáles paquetes de trabajo probablemente requieran de acción correctiva.
2. Decidir qué acción correctiva se debe llevar a cabo.

3. Revisar el plan del proyecto, de los costos estimados, para incorporar la acción correctiva planeada”. Guido y Clements (2007)

Debe prestarse especial atención a los resultados con variación negativa a fin de reducir costos y mejorar eficiencia, especialmente las actividades que se realizarán en el corto plazo o las actividades que tienen un estimado en costo muy grande. Es indispensable enfrentar las variaciones negativas en el costo y las ineficiencias a fin de no afectar el alcance ni el programa.

Algunas formas de reducir costos son sustituir materiales, asignar personas con mayores conocimientos o experiencia para la realización de las actividades, disminuir el alcance, aumentar la productividad mediante uso de técnicas o tecnología mejorada.

#### **10. ADMINISTRACION DEL FLUJO DE EFECTIVO**

De acuerdo a los autores Guido y Clements (2007) la clave para administrar el flujo de efectivo es asegurarse que el dinero entre con más rapidez de lo que sale. Debe tenerse la garantía de recibir el pago inicial al comienzo del proyecto, recibir pagos mensuales de acuerdo con la duración del proyecto y recibir pagos frecuentes.

El uso del crédito comercial o financiero encarece los proyectos. Clave para manejar recursos es recibir los recursos cuanto antes y posponer en lo posible los pagos sin que signifique un aumento en el costo de los recursos.

## **6. Capítulo III. Metodología de ejecución**

### **4.A.1 PLANEACION**

#### GESTIÓN DE COSTOS

El objetivo de la administración del costo es asegurar que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado. La Gestión de costos del proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y durante el proceso “control”, el cual analizaremos posteriormente, se controlará los costos de manera que el proyecto se concluya dentro del presupuesto planificado y aprobado.

#### ESTIMACION DE LOS COSTOS

Estimar los costos de un proyecto implica determinar los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Se debe considerar los riesgos y las posibles causas de variación del presupuesto, o dejar un “colchón” para posibles imprevistos, que son aquellas causas de incrementos en costos que no pudieron verse durante el proceso de planeación, como por ejemplo, problemas de suelos no observados en el estudio de suelos, problemas de nivel freático, etc. Deberá incluirse los costos directos (materiales y mano de obra) y los costos indirectos como permisos, pólizas de seguros, cargas sociales, consultoría, etc.



Figura 3. Proceso de Estimación de costos

## ENTRADAS

Factores ambientales de la empresa: Se deberá considerar que productos, servicios y resultados están disponibles en el mercado, quién los tiene y en qué términos y condiciones. Se considerará además listas de precios de diferentes proveedores con que cuenta la empresa. Se puede utilizar también los rendimientos

de mano de obra, que junto con los salarios por hora de cada uno de los trabajadores, nos daría un costo unitario de mano de obra para cada actividad.

Activos de los procesos de la organización: Estas son políticas, procedimientos y las guías formales e informales existentes relacionadas con la estimación de costos. Esta propuesta metodológica nos sirve como guía para determinación de costos, así como algunas políticas de la empresa y su plan estratégico que define algunas pautas a seguir, como por ejemplo el pago de todas las garantías sociales de los empleados, sin excepción etc.

Se analizará también la información histórica documentada de proyectos anteriores, la cual aumentará a medida que se realicen más proyectos de construcción. Dentro de esta guía se propone la documentación de los rendimientos de mano de obra, con el fin de mejorar los registros iniciales y puedan ser utilizados en la realización de futuros presupuestos. Se deberá utilizar además, el desglose de materiales, en el cual se desglosa hasta el último nivel algunos insumos como concretos de diferentes resistencias, cubierta de techo, morteros, paredes de bloques de concreto, etc.

Enunciado del Alcance del proyecto: Proporciona información importante acerca de los requisitos del proyecto que se debe tomar en cuenta en la estimación de costos.

Estructura de Desglose del Trabajo (EDT):

Diccionario de la EDT: Proporciona una identificación de los productos entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada producto entregable.

Plan de Gestión del proyecto: Suministra el plan general para ejecutar, supervisar y controlar el proyecto, e incluye planes subsidiarios que proporcionan orientación e instrucciones para la planificación el control de la gestión de costos. Se podrá utilizar el plan de gestión del cronograma ya que el tipo y la cantidad de los recursos necesarios para concluir el proyecto es muy importante en la determinación del costo del proyecto, el plan de gestión del personal donde se indican las condiciones para selección del personal y el registro de riesgos, los cuales son muy importantes de tomar en cuenta para la determinación de costos.

## HERRAMIENTAS Y TECNICA

Estimación por analogía: Implica usar el costo real de proyectos anteriores similares para calcular el costo del proyecto actual. Este método nos ayuda a estimar de una manera preliminar el costo de una edificación, por ejemplo una casa, utilizando el resultado de costo final de una casa similar construida con anterioridad. También se puede utiliza para estimaciones preliminares los datos que suministra el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos para diferentes tipos de edificaciones.

Determinación de Tarifas de costos de Recursos: Se debe conocer los costos de los recursos, tales como el costo del personal por hora, el costo de los materiales de cada actividad. Reunir cotizaciones es una manera de obtener el costo de los recursos. Se deberá solicitar al menos 3 cotizaciones de materiales y subcontratos para determinar la oferta más apropiada. Se puede utilizar las listas de precio de materiales suministrada por “Lógica Tropical”, herramienta con la que cuenta la empresa.

Estimación ascendente: Se estima los costos de cada paquete de trabajo individual con el nivel más bajo de detalle y luego se acumulan los costos hasta los niveles superiores para determinar el costo de la actividad del cronograma.

Estimación Paramétrica: Utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables, por ejemplo, costos por metro cúbico de cimientos incluyendo acero, formaletas etc. o costos unitarios por metro cuadrado de pared de bloques de concreto, incluyendo concreto de relleno, acero, bloques de concreto etc., con lo que se estima el costo de las actividades del cronograma. Se puede obtener el costo, multiplicando la cantidad planificada de trabajo a realizar por el costo histórico por unidad, a fin de obtener el costo estimado.

Software de Gestión de proyectos: Se deberá utilizar toda la ayuda disponible en cuanto a software, tales como hojas electrónicas, aplicaciones hechas a la medida de la empresa.

Análisis de Reserva: Se deberá incluir en el presupuesto algunas reservas para contingencias, en proyectos normales se incluirá un rubro de imprevistos en la mayoría de los casos de un 5 %, para aquellas situaciones que no fueron analizadas en la planeación. Sin embargo, este rubro podría bajar dependiendo del detalle de los planos constructivos, de la cantidad de estudios realizados y de la estabilidad del mercado en cuanto a precios de los materiales.

Costo de la calidad: Deberá incluirse el costo de todas las actividades que aseguren la calidad de la construcción, tales como estudios de suelos, pruebas de laboratorio compactaciones, pruebas de infiltración, pruebas de calidad de los concretos y el acero, entre otras.

## SALIDAS

Estimación de Costos de las Actividades: Consiste en una evaluación cuantitativa de todos los costos probables de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Puede presentarse en forma de detalle o resumen,

se deberá utilizar costos de materiales, mano de obra, equipo, obras temporales y costos indirectos.

Información de respaldo de la estimación de costos de las actividades: La memoria de cálculo donde se debe describir la manera en que se obtuvieron los costos, se debe incorporar como respaldo, ya que servirá para revisión o información histórica en futuros proyectos. Servirá también como control durante la ejecución para revisar cualquier error de cálculo y tomar las medidas correctivas del caso.

Cambios solicitados: Este proceso puede generar cambios aprobados.

Plan de Gestión de Costos (actualizaciones): Se debe analizar e incluir cualquier impacto en la gestión de costos generado por este proceso en el plan de gestión de costos.

## PREPARACION DE LA ESTIMACION DE COSTOS

Este proceso implica sumar los costos estimados de las actividades del cronograma o paquetes de trabajo individual para generar la línea base que permita controlar la ejecución del proyecto. En este proceso se debe hacer el “cierre de la estimación del costo”, incluyendo todos los costos indirectos del proyecto.

En algunas industrias se le llama presupuesto tanto al presupuesto como al estimado de costos. Es fundamental diferenciarlos claramente: Se le llama “estimado de costos”, a solicitar cotizaciones, mientras que “presupuesto” solo se refiere al monto con el que cuenta el cliente para realizar el proyecto. Por lo tanto definiremos “presupuesto” como el monto máximo autorizado para el proyecto, contra el cual mediremos el desempeño de los costos incurridos en la realización del proyecto. Es lo que tengo para gastar o invertir, o lo que puedo llevar a cabo con los medios disponibles.

El “estimado de costos”, se utiliza para calcular el costo del proyecto, que servirá como soporte para desarrollar el presupuesto base. Una vez que el estimado de costos sea autorizado, se integra la estimación base y no se altera a menos que existan órdenes de cambio autorizadas. Es lo que se considera que el proyecto puede llegar a costar en un momento dado. Es el monto que se estima que cuesta el proyecto.

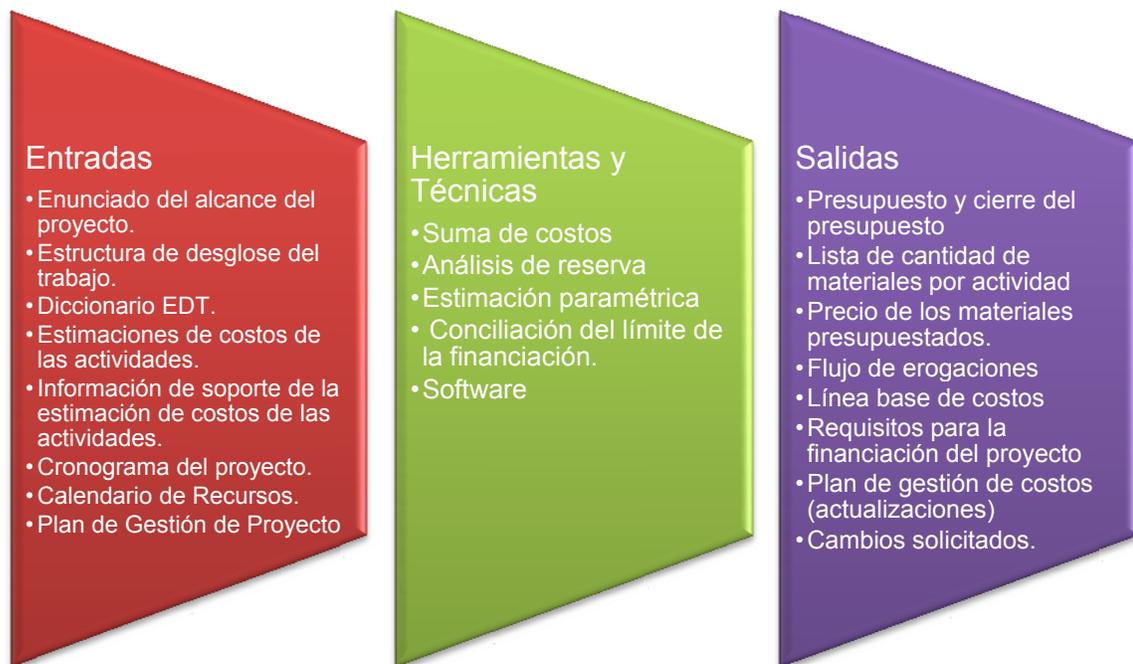


Figura 4. Preparación de la Estimación de Costos

## ENTRADAS

Enunciado del alcance del proyecto: Las limitaciones en el flujo de efectivo que dependerá de las fuentes de financiamiento, se deben tomar en cuenta en este

proceso, ya que no se puede tener un flujo de erogaciones mayor al capital disponible.

Estructura de desglose del trabajo: Proporciona la relación entre los componentes del proyecto y los productos entregables.

Diccionario de la EDT: Proporciona una identificación de los productos entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada producto entregable.

Estimación de costos de las actividades: La suma de los costos de todas las actividades nos dará el costo total del proyecto.

Información de Respaldo de las estimaciones de los costos de las actividades: Lo forma la memoria de cálculo del presupuesto, donde se indica el precio presupuestado de cada material, así como el proveedor y las condiciones de compra (adelantos, forma de pago etc.).

Cronograma del proyecto: Describirá la duración y fechas de inicio y finales de cada actividad, así como los períodos en que se deben hacer las erogaciones. De esta manera se puede obtener, junto con los costos de cada actividad, un flujo de erogaciones.

Calendario de recursos: Define los días laborables y no laborables y es útil para determinar la línea base y el flujo de erogaciones.

Plan de gestión de costos: Durante la preparación del presupuesto de costos se consideran los planes de gestión de costos y del proyecto.

## HERRAMIENTAS Y TECNICAS

Suma de costos: Las estimaciones de costos de las actividades se suman por paquetes de trabajo de acuerdo a la EDT. Luego se suman las estimaciones de costos de paquetes de trabajo hasta los niveles superiores del EDT para obtener el costo total del proyecto.

Análisis de reserva: Se deben establecer las reservas para contingencias, los cuales son presupuestos reservados para cambios no planificados. Determinar si el 5 % de imprevistos de uso común en construcción, es suficiente para el proyecto que se está analizando, o existen riesgos e incertidumbres que podrían generar gastos por imprevistos mayores a este.

Estimación paramétrica: Implica el uso de parámetros para determinar los costos del proyecto.

Conciliación del límite de la financiación: Se debe programar un proyecto de tal manera que los flujos de erogaciones sean cubiertos con los flujos de efectivo con que se cuenta. Se deberá ajustar el cronograma y asignar recursos de acuerdo a la disponibilidad de dinero.

Software: Se hará uso de diferentes paquetes de computación, como son: Microsoft Project, Excel y otros paquetes con que cuenta la empresa, con el fin de automatizar el cálculo y de realizar cambios con facilidad.

## SALIDAS

Presupuesto y cierre del presupuesto: Consiste en la estimación detallada del costo de los recursos necesarios para realizar todas las actividades. Se desglosará

en costos unitarios, cantidades y costos totales de materiales, mano de obra y subcontratos. El cierre del proyecto o resumen consiste en el cálculo de costos directos (Mano de obra y materiales) y costos indirectos, algunos de los cuales consisten en porcentajes de los costos calculados de mano de obra o de materiales. En este cierre se obtendrá el costo total del proyecto.

Lista de cantidad de materiales por actividad: Se obtendrá una lista de materiales detallado por actividad, que permita durante el control de la obra, que sería el siguiente proceso, controlar la compra de materiales y darse cuenta de alguna desviación en las cantidades de materiales calculado o comprados. Deberá detallarse por ejemplo la cantidad de materiales de los cimientos, como cemento, arena, piedra, varilla, formaleta, etc. la cual no deberá ser inferior a la que en realidad se tenga que comprar durante la construcción.

Precio de materiales presupuestado: Se deberá indicar que precios se utilizaron en el presupuesto de cada uno de los recursos, para que durante la ejecución de la obra, se trate en la medida de los posible, de conseguir mejores precios.

Flujo de erogaciones: Con el cronograma de actividades y el costo de cada actividad, se puede generar el flujo de erogaciones, el cual nos dará el detalle de la necesidad de recursos financieros, para ser aprobado por el cliente y de esta manera asegurar el desarrollo planeado.

Línea base de costos: Consiste en los flujos de erogaciones acumulados, distribuido en el tiempo. Es decir, representa el gasto que tendrá el proyecto durante el ciclo de vida del mismo. También se le llama curva "S". Puede prepararse una línea base para todo el proyecto en general, pero también pueden generarse las líneas base de cuanta actividad se requiera, es decir, puede ser que convenga tener una línea base para obra gris, otra para acabados, otra para sistema eléctrico, otra

para sistema mecánico, dividiendo el proyecto en subsistemas más fáciles de controlar.

Requisitos para financiación del proyecto: Tomando como base el flujo de erogaciones y la línea base, se puede calcular la necesidad de financiación de manera que este último sea superior a la necesidad de dinero, para tomar en cuenta algunos desfases de la programación o sobre costo. Normalmente este dato es que se le presenta a los entes que financian el proyecto, con el fin de que se programe el desembolso del crédito y el profesional a cargo de la fiscalización de la construcción controle la obra y los desembolsos autorizados.

Plan de gestión de costos (actualizaciones): Se actualiza el plan de gestión de costos si el proceso de preparación del presupuesto genera algún cambio.

Cambios solicitados: Se pueden generar cambios aprobados, los cuales serán procesados a través del proceso de Control integrado de cambios.

## CONTROL

Durante la ejecución de la construcción se debe controlar el costo, con el fin de concluir la obra de acuerdo al presupuesto base. La ejecución y el control son las dos caras de la misma moneda. La ejecución comienza durante el desarrollo de la planeación y el control inicia y termina junto con la ejecución. Puesto que control implica el comparar lo ejecutado contra el plan, podemos concluir que si no hay ejecución, no hay control. Asimismo, si no contamos con una planeación adecuada, el control no nos arroja datos de valor, si no hay planeación no hay control.

## CONTROL DEL CRONOGRAMA

Este proceso sirve para monitorear el apego al programa de proyecto e identificar desviaciones, proponiendo estrategias para corregir y llevándolas a cabo, haciendo participar al equipo de proyecto.

El control del cronograma implica:

1. Determinar el estado actual del cronograma del proyecto
2. Influir sobre los factores que crean cambios en el cronograma
3. Determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado
4. Gestionar los cambios reales a medida que suceden.

Durante la planeación establecimos el programa de proyecto, donde incluimos la definición de todo el trabajo por desarrollar, desglosando los entregables (EDT) en tareas. Además, definimos la duración de las actividades y sus interdependencias, estableciendo las fechas de inicio o terminación del proyecto, basándonos en el método de la ruta crítica. Al igual que se estableció el presupuesto base partiendo del estimado de costos autorizado, definimos también el programa base una vez que este haya sido autorizado.

Este programa base o cronograma nos sirve como referencia contra la cual comparamos el avance real para actuar oportunamente al identificar las desviaciones. Este programa base no se debe modificar, ya que fue el plan inicial que fue aprobado y nos interesa además de tener un objetivo bien definido, también tener un punto de partida. Sin embargo, si existen cambios aprobados que tendrán un impacto en el costo, se deberá actualizar la línea base, generando una segunda curva "s", para no llamarla línea base, por no ser la línea base inicial. Esta segunda curva "s", será con la que comprobamos el avance real y determinar cambios en el avance de la obra.

En este trabajo se recomienda el control de esta segunda curva “s”, debido a que en ocasiones existen cambios aprobados grandes desde el inicio del proyecto, los cuales se pueden producir por problemas no previstos, tales como problemas en los suelos que no fueron analizados en las perforaciones realizadas en el estudio de suelos, y por lo tanto, debe realizarse sustituciones de suelos, utilizar pilotes o cambiar el tipo de cimientos, lo que podría tener un impacto importante en el costo y duración del proyecto. En este caso, si siguiéramos controlando el proyecto a partir de la línea base, se nos presentaría desfases desde el inicio, durante todo el proyecto, desfase que no es real ya que los cambios fueron aprobados. Por esta razón se recomienda, no modificar la línea base, pero tener otra segunda curva “s”, o “programa real”, la cual podría ir variando durante el proyecto, para controlar las desviaciones en el plan de proyecto que no fueron ocasionados por cambios aprobados. Se debe comparar este programa real contra la base para identificar diferencias y plantear la acción correctiva, sobre todo en las etapas tempranas del proyecto, cuando aún es factible y económicamente viable el recuperar o reducir la duración total del proyecto.

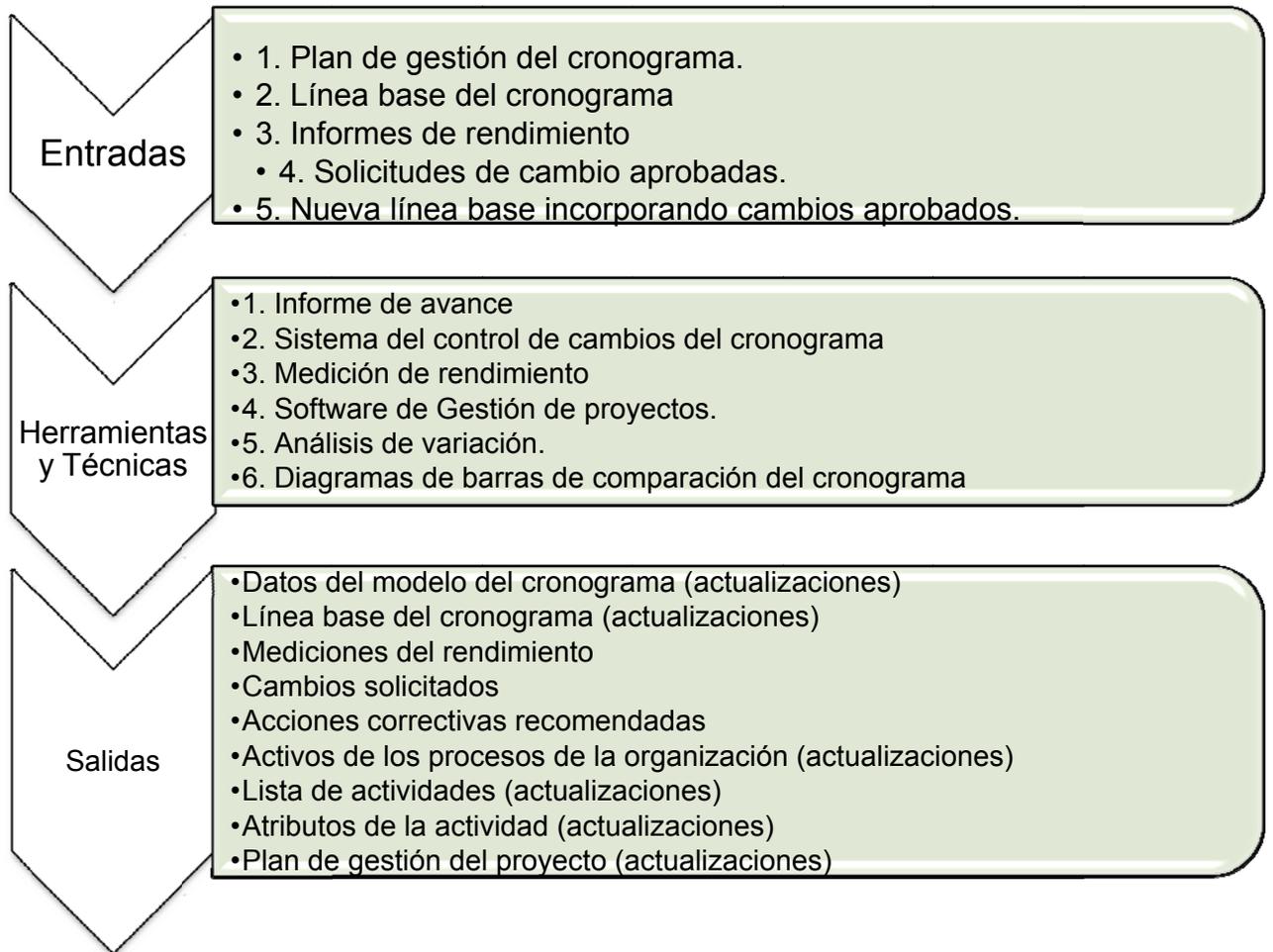


Figura 5. Control del Cronograma

## ENTRADAS

**Plan de gestión del cronograma:** Determina como se gestionará y controlará el cronograma del proyecto.

**Línea base del cronograma:** Es un componente del plan de gestión del proyecto. Proporciona la base para medir e informar el rendimiento del cronograma como parte de la línea base para medición del rendimiento.

Informes de rendimiento: Proporcionan información sobre el rendimiento del cronograma, como por ejemplo que fechas planificadas se han cumplido y cuáles no.

Los informes de rendimiento también pueden alertar al equipo del proyecto sobre temas que pueden causar problemas en el rendimiento del cronograma en el futuro. En cada proyecto el equipo de trabajo deberá la frecuencia de los informes de rendimiento, estos pueden ser semanales, quincenales o mensuales, y dependerá de la complejidad del proyecto, de los recursos disponibles y de la necesidad del cliente o del ente que financia el proyecto. Deberán incluir al menos lo siguiente:

Cuadro 1. Consideraciones del cronograma.

Actividades terminadas	Fecha real de inicio
	Duración Real
	Fecha real de término
Actividades en proceso	Fecha real de inicio
	Fecha revisada de término (pronóstico en función de la información disponible en ese momento.
	Duración revisada (pronóstico en función de la información disponible en ese momento.
Actividades por ejecutar	Fecha revisada de inicio (pronóstico en función de la información disponible en ese momento.
	Fecha revisada de término (pronóstico en función de la información disponible en ese momento.
	Duración revisada (pronóstico en función de la información disponible en ese momento
Documentación de eventos fuera del plan	Retraso en asignación de recursos (pagos, personal, equipos, etc.
	Desfase en tomas de decisiones.
	Ordenes de cambio aprobadas
	Cambio al alcance original del proyecto.
	Otros

Para cada atraso o adelanto en las actividades, se debe determinar por medio del software, el impacto que tendrá en la duración total del proyecto.

Solicitudes de cambio aprobadas: Como se mencionó anteriormente, si las solicitudes de cambio aprobadas generan un impacto en el costo, deberá actualizarse la línea base, haciéndose otra nueva. Es importante no perder de vista la línea base, ya que podríamos, dependiendo de la etapa del proyecto en que nos encontremos, podríamos tomar medidas correctivas, para que a pesar de que se generaron cambios aprobados que podrían aumentar el costo del proyecto, podríamos reorganizar para no desfazar mucho el proyecto del presupuesto base.

Nueva línea base con cambios aprobados: Se determinará una nueva curva “S”, en la cual se incluyen los cambios aprobados. Esta curva, será la que se utilizará en “valor ganado” para determinar los desfases con el avance real, pero nos ayudará también a tomar medidas correctivas para mantenernos siempre en el plan inicial.

## HERRAMIENTAS Y TECNICAS

Informe de avance: incluye información sobre las fechas de inicio y finalización reales, y las duraciones restantes para las actividades del cronograma no completadas. Se utilizará la herramienta “valor ganado” para medir el desempeño del proyecto, por lo que para cada corte, deberá llenarse una plantilla, lo cual, junto con el programa real (línea base afectada por los cambios aprobados), se medirá el desempeño del proyecto de acuerdo a la metodología de “valor ganado”, explicada en el marco metodológico de este trabajo.

Sistema del control de cambios del cronograma: El sistema de control de cambios del cronograma define los procedimientos mediante los cuales se puede modificar el cronograma del proyecto. Incluye los formularios, sistemas de seguimiento y niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios. Para cada cambio solicitado y aprobado por medio de la plantilla de cambios, se debe

medir el impacto en la duración y el costo del proyecto, actualizando el cronograma, el flujo de erogaciones y el programa real (línea base más cambios aprobados), de manera automática con ayuda al software utilizado (Microsoft Project).

Medición del rendimiento: Deberá analizarse cuales atrasos en actividades tendrían un impacto negativo en el costo presupuestado del proyecto, ya que no necesariamente un atraso en una actividad representará un costo adicional del proyecto. Esto se debe a que las actividades que no son ruta crítica tienen alguna holgura que permitiría atrasos sin perjudicar el proyecto. Una manera de hacerlo es actualizar el cronograma con los tiempos reales y determinar de esta manera como se afecta al proyecto total.

Software de Gestión de proyectos: Con esta herramienta se puede modificar el cronograma, el flujo de erogaciones, dar un seguimiento de las fechas planificadas en comparación con las fechas reales y de pronosticar el efecto real o potencial de los cambios en el cronograma.

Análisis de variación: Se debe medir el impacto que tiene en el cronograma el atraso o adelanto en las fechas de inicio, duración y fechas de terminación de las actividades. Con el software de Microsoft Project, se puede medir este impacto automáticamente.

Diagramas de barras comparativas del cronograma: Se recomienda utilizar un diagrama de barras comparativo, que muestra dos barras para cada actividad del cronograma. Una barra muestra el estado real actual y la otra muestra el estado de la línea base aprobada del cronograma del proyecto. Esto muestra gráficamente donde el cronograma ha avanzado según lo previsto o donde se ha producido un retraso. En la siguiente figura, se muestra un ejemplo, sin embargo, el Microsoft Project lo hace de manera automática.

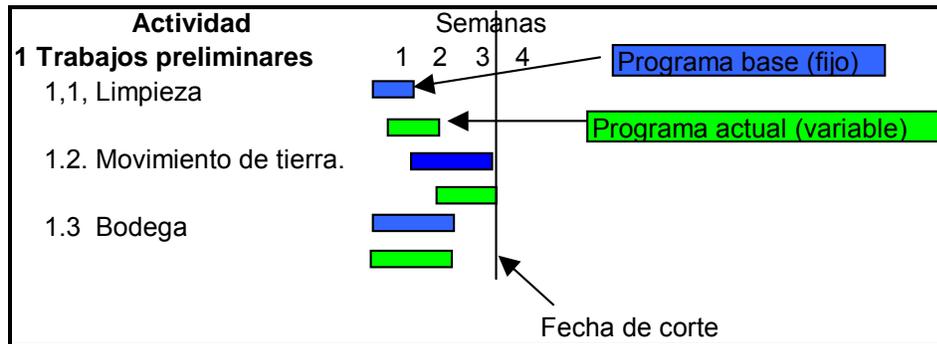


Figura 6. Diagrama de barras comparativo

## SALIDAS

Datos del modelo del cronograma (actualizaciones): A medida que se realizan modificaciones importantes, se debe actualizar el cronograma y comunicarse a los interesados correspondientes. Se deberá realizar nuevos diagramas de red del cronograma para mostrar las duraciones restantes aprobadas y las modificaciones al plan de trabajo. En algunos casos, las demoras en las actividades, pueden ser tan graves que se deberá desarrollar un nuevo cronograma objetivo con fechas de inicio y finalización objetivo revisadas para proporcionar datos realistas para medir el rendimiento y el avance.

Línea base del cronograma (actualización). Se deberá actualizar la línea base en caso en que los cambios aprobados generen cambios en el plan original, generándose así, lo que llamamos en este trabajo "Programa real". Sin embargo, la línea base deberá mantenerse tal y como se programó y aprobó para tratar de que por medio de medidas correctivas, consigamos ajustarnos a ella, a pesar de los cambios. Además se debe evitar la pérdida de datos históricos del cronograma del proyecto.

Mediciones de rendimiento: Se debe calcular el impacto que tiene en la duración del proyecto, los atrasos y adelantos en las fechas de inicio, así como la variación en la duración de las actividades para tomar las medidas correctivas y comunicarlo a los involucrados.

Cambios solicitados: Se ajustará el cronograma de acuerdo a los cambios aprobados.

Acciones correctivas recomendadas: Son todas aquellas medidas que se toman para alinear el rendimiento futuro del proyecto. La acción correctiva dependerá de cada caso particular, pero podría consistir en alguna de las siguientes alternativas:

- ✓ Definir y monitorear el presupuesto base.
- ✓ Programar horas extras o dobles turnos.
- ✓ Monitorear de cerca actividades críticas para facilitar desempeño.
- ✓ Analizar y determinar la factibilidad de reducir la duración de actividades subsecuentes, que podrían reducir el costo final del proyecto.
- ✓ Abrir simultáneamente varios frentes de trabajo.
- ✓ Ayudar a reforzar a los proveedores que presentan retrasos.
- ✓ Reprogramar cambiando la logística y/o la secuencia de las actividades.
- ✓ Otras.

Activos de los procesos de la organización (actualizaciones): Se deberá documentar todas las lecciones aprendidas con respecto a la gestión de costo, tales como rendimientos reales de mano de obra, resultado de medidas correctivas etc. con el fin de utilizarse los datos en futuros proyectos y la mejora continua. La duración real de cada actividad, con los recursos utilizados se determina la duración unitaria, por ejemplo, duración por cada metro cúbico de concreto colocado, duración en la armadura de cada kg. de acero, etc.

Lista de actividades (actualizaciones): Descrita en la sección

Atributos de la actividad (actualizaciones). Descrita en la sección

Plan de gestión del proyecto (actualizaciones) Se debe actualizar para reflejar los cambios aprobados, que resulten del proceso de control del cronograma y la forma en que será gestionado el cronograma del proyecto.

## **CONTROL DE COSTOS**

Según el PMBOK 2008, el control de costos del proyecto, incluye:

- ✓ Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de costo.
- ✓ Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados.
- ✓ Gestionar los cambios reales a medida que se produzcan.
- ✓ Asegurar que los posibles sobrecostos no exceden la financiación autorizada periódica y total para el proyecto.
- ✓ Realizar el seguimiento del rendimiento del costo para detectar y entender las variaciones con respecto a la línea base de costo.
- ✓ Registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de costo.
- ✓ Evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados en el costo o en el uso de los recursos informados.
- ✓ Informar los cambios aprobados a los interesados pertinentes.
- ✓ Actuar para mantener los sobre costos esperados dentro de límites aceptables.

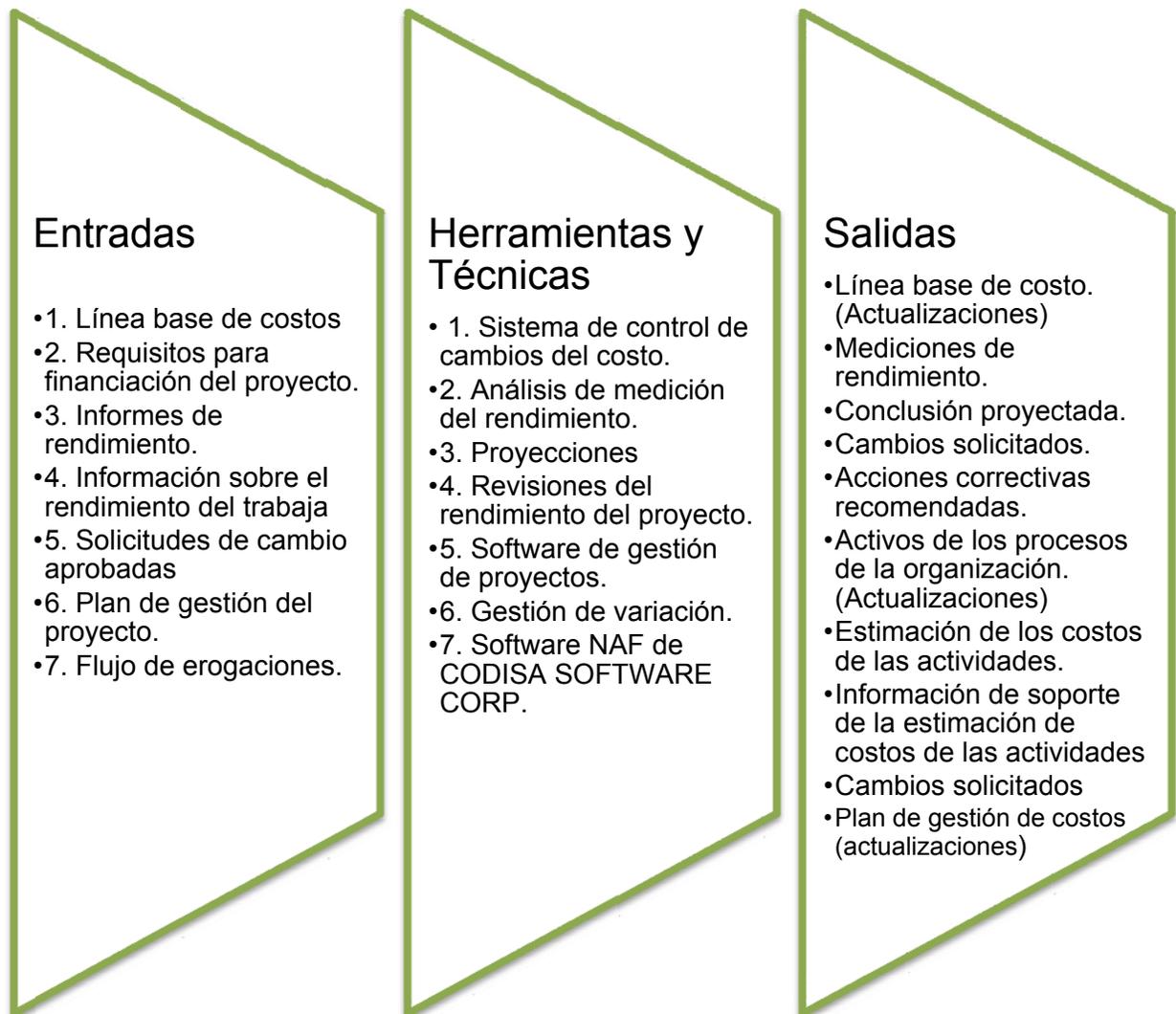


Figura 7. Proceso control de costos PMBoK

## ENTRADAS

**Línea base de costo:** Es una gráfica del presupuesto acumulado a lo largo del tiempo y sirve como base contra la cual comparar el desempeño del proyecto en tiempo y costo, mediante la herramienta llamada “valor ganado”.

**Requisitos de financiación del proyecto:** La disponibilidad de recursos financieros a lo largo del período de ejecución del proyecto, debe exceder los flujos de erogaciones, con el fin de cubrir el avance temprano o los sobre costos, o contar

con un fondo para contingencias que permita cubrir estas situaciones. Los flujos de erogaciones deberán ser aprobadas por el cliente previo a la ejecución del proyecto, o de lo contrario, deberá revisarse la programación.

Informes de rendimiento: Proporcionan información sobre el rendimiento del costo y de los recursos como resultado del avance real del trabajo.

Información sobre el rendimiento del trabajo: Se debe obtener la información necesaria para determinar el rendimiento del trabajo que corresponda a la fase actual del trabajo, tales como entregables que se han completado y los que no se han completado, costos autorizados e incurridos, estimaciones hasta la conclusión de las actividades del cronograma, porcentaje físicamente completado de las actividades del cronograma.

Solicitudes de cambio Aprobadas: Se deberán incluir los cambios aprobados.

Plan de Gestión del proyecto: Para el proceso de Control de Costos se debe tomar en cuenta el plan de gestión del proyecto.

Flujo de erogaciones: Es la cantidad de recurso financiero que se ocupa por períodos iguales, los cuales pueden ser semanales, quincenales o mensuales, aprobados por el cliente y necesario para cumplir con el cronograma planeado. Este flujo de erogaciones debe controlarse para no sobrepasar la cantidad de recurso financiero disponible.

## HERRAMIENTAS Y TECNICAS

Sistema de control de cambios del costo: Define los procedimientos por los cuales la línea base de costo puede ser modificada. Incluye los formularios, la documentación, los sistemas de seguimiento y los niveles de aprobación necesarios

para autorizar los cambios. Los cambios pueden generarse por el cliente, por necesidades del negocio, por solicitudes de los profesionales a cargo del control de calidad, diseño e inspección, por situaciones no tomadas en cuenta en la planeación, entre otros. Cualquiera que sea el motivo, si estos cambios se aprueban y tienen algún impacto en los costos del proyecto, deberán ser incluidos en el plan y el control de los costos.

Análisis de medición del rendimiento: Ayuda a evaluar las variaciones en el plan de proyecto. Con la herramienta “valor ganado”, se puede comparar la línea base o la línea base modificada (incluye cambios aprobados), con los gastos realizados. Se debe tener cuidado en esta herramienta, que el gasto realizado de materiales, por adelantado, que no han sido incorporados en la obra, no deben tomarse en cuenta como gasto, a pesar de que se hayan pagado.

Es decir, se deberá tener cuidado para controlar los materiales utilizados en cada actividad, aunque se compre el acero de cimientos y columnas en un solo pedido, por ejemplo, no deberá tomarse en cuenta el costo del acero de las columnas si esta actividad todavía no se inicia, según el cronograma. Por esta razón, no es lo mismo la facturación, que el costo real, porque algunos materiales pueden estar en bodega y la compra se realizó por adelantado con respecto al cronograma. Para poder determinar el costo real de cada actividad deberá controlarse muy bien el inventario, ya que deberá cargarse a cada actividad para la cual sale el material de bodega. Asimismo, se deberá controlar las horas trabajadas por el personal en cada una de las actividades, para lo cual el encargado, deberá revisar varias veces al día, las actividades en las que están trabajando cada uno de los empleados de la construcción. Esto nos daría el costo real que tiene cada actividad, y se podrá comparar con la estimación de costos. Para el control de inventarios se utilizará el NAF, software que se explicará más adelante.

Proyecciones: Consiste en predecir cuánto va a costar el proyecto, basado en la información obtenida sobre el rendimiento a la fecha del proyecto. Esto nos ayuda a tomar las medidas correctivas para alinear el proyecto en caso de que la proyección sea más alta que lo planeado. Para estas estimaciones también nos ayuda la herramienta de valor ganado.

Revisiones del rendimiento del proyecto: Se comparará el rendimiento del costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma o los paquetes de trabajo que sobrepasan o son inferiores a la estimación de costos, los hitos vencidos y los alcanzados. En las revisiones de rendimiento se evalúa el estado y el progreso de la actividad del cronograma, el paquete de trabajo o la cuenta de costos y se pueden usar con una o más de las siguientes técnicas de informe de rendimientos:

Análisis de variación: Se compara el rendimiento real del proyecto con el planificado o esperado determina los costos planeados y costos reales de cada una de las actividades, así como la diferencia entre ambas, la cual si es negativa, significa que se obtuvo un costo real mayor al planificado y si es positiva, significa un ahorro en la actividad. No necesariamente un valor negativo en una actividad, signifique que el proyecto se desfasa, ya que en otras actividades podríamos tener ahorros que compensarían este desfase y al final el proyecto tenga un buen rendimiento.

Análisis de tendencias: Consiste en analizar el rendimiento a lo largo del proyecto, con el fin de determinar si el rendimiento mejora, empeora o se mantiene igual.

### ***Técnica de valor ganado.***

Software de gestión de proyectos: Se utilizará el Microsoft Project o similar, para control de costos, así como hojas electrónicas adaptadas a cada proyecto y a la

empresa que permitan controlar costos. Las plantillas para control de costos que se presentan en los anexos, son ejemplos de estas aplicaciones.

Gestión de variación: En el plan de gestión de costos deberá indicarse como se reaccionará ante las variaciones en los costos. Aumentos en algunas actividades, nos obligará a disminuir costos en otras actividades sin afectar la calidad planificada.

Software NAF: Este software fue desarrollado por la empresa CODISA SOFTWARE CORP., socia de la empresa constructora y consiste en un paquete de computación administrativo, cuyo uso es muy variado, ya que está formado por diferentes módulos para diferentes usos administrativos. El módulo que nos interesa y utilizaremos es el de CONTROL DE INVENTARIOS y se puede introducir en el sistema los materiales que entran a bodega, se puede también llevar control de los materiales que salen y cargárselos a un centro de costos que coincide con el código y el nombre de cada actividad del cronograma. De esta manera podemos saber con exactitud el costo que tendrá cada una de las actividades al poder definir fácilmente cuales materiales se gastaron en cada una de las actividades del cronograma.

## SALIDAS

Estimaciones de costos (actualizaciones): Se modificarán las estimaciones de costos de las actividades revisadas con datos reales, en cuanto a precios de mercado, rendimientos reales de mano de obra etc. Se deberán revisar los costos unitarios, con el fin de revisar la estimación de costos del proyecto y mejorar los datos para proyectos futuros.

Línea base de costo (actualizaciones): Se incluirán los cambios aprobados en la línea base, para obtener otra curva "s" actualizada, sobre la cual se medirá el rendimiento del proyecto. La línea base se mantendrá con el fin de tenerlo como punto de partida y tratar en la medida de lo posible, a pesar de los cambios

aprobados, tomar medidas correctivas que nos permitan no desfasarnos mucho del plan inicial.

Mediciones del rendimiento: Los valores calculados de CV (Valor ganado menos costo real), SV (Valor ganado menos el valor planificado), CPI (Razón entre EV y AC) y SPI (EV/PV), deberán ser comunicados.

Conclusión proyectada: Se comunicará a los interesados el valor de EAC.

Cambios solicitados: Se pueden generar cambios aprobados, generados por el rendimiento real del proyecto y las medidas correctivas implementadas, los cuales deberán documentarse e incluirse en el plan de proyecto.

Acciones correctivas: Dependiendo del rendimiento real del proyecto, se deberán tomar acciones correctivas para alinear el desempeño al planificado.

Activos de los procesos de la organización (actualizaciones): Se documentarán las lecciones aprendidas con el fin de obtener una mejora continua y una actualización de costos de proyectos de construcción, conforme se van construyendo edificios o viviendas. La documentación de las lecciones aprendidas incluye las causas de las variaciones, las medidas correctivas tomadas, el comportamiento del rendimiento con la medida correctiva adoptada entre otros.

## **7. Capítulo IV. Marco Metodológico**

### **A. Tipo de Investigación**

Aplicación de método del PMI.

### **B. Sujetos y fuentes de Investigación**

De acuerdo al pensamiento del autor Carlos Suárez Salazar (1998) el análisis de un costo es, en forma genérica la evaluación de un proceso determinado, pero es importante aclarar que al no existir dos procesos constructivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario, y el basarse en condiciones promedio de consumos, insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no puede ser matemáticamente exacta.

En consecuencia, si cada proceso constructivo se integra sobre la base de sus condiciones de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico. El mejoramiento constante de materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones, perfeccionamiento de sistemas impositivos, de prestaciones sociales, etc., hace que el análisis de costos deba ser actualizado constantemente.

Sin embargo, a pesar de que en este trabajo se deba buscar algunos datos como rendimientos de mano de obra y cantidades de materiales para cada actividad, como base para realizar los análisis de costo de los primeros proyectos a desarrollar por la empresa, es necesario la documentación y el adecuado manejo de las lecciones aprendidas, para la mejora continua de los procesos. La estrategia a utilizar es estandarizar todos los procesos de control de costos por medio de tablas y machotes que se aplicarán en adelante en todos los procesos, siempre dentro de la estrategia de mejoramiento continuo, por ejemplo algunos machotes a estandarizar son: el

presupuesto base, programa de erogaciones, estimación de costos, todo esto para el control de costos por medio de gráficos y tablas de valor ganado.

Para la ejecución de este proyecto se supondrá que la gerencia está en total acuerdo de tomar y aplicar las propuestas que se generen del presente proyecto.

Y como una restricción se considera que no se puede disponer del equipo de la empresa en horas no laborales.

### **C. Técnicas de Investigación**

Este proyecto está desarrollado bajo la metodología que se ha estudiado durante todo el proceso de formación de la maestría en gerencia de proyectos, por lo que no se aplica ninguna técnica de investigación científica, ya sea pura o aplicada, el objetivo del proyecto es aplicar la metodología del PMI.

Se tomará como base el PMBOK 2008, sin embargo, se adaptará a las condiciones existentes tanto de la empresa, como de la actividad. A continuación se muestra la estructura desglosada:

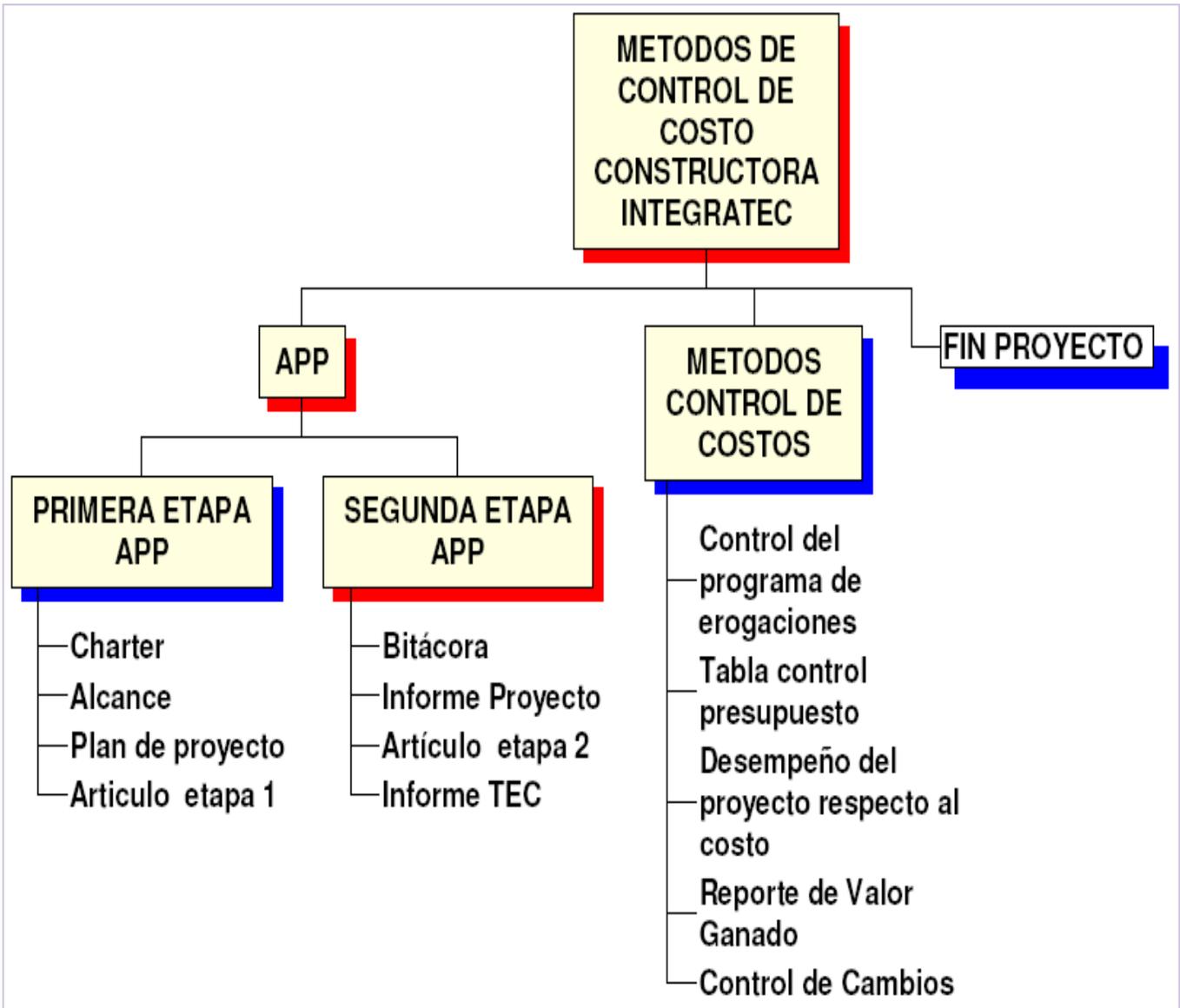


Figura 8. Estructura de división de trabajo (WBS)

## **8. Capítulo V. Métodos de control de costos para Constructora Integratec CR S.A, solución construida**

### **A. Descripción general de la solución**

La solución, se definió los procedimientos para controlar un proyecto, haciendo un listado general de materiales con códigos, una lista general con rendimientos de mano de obra por contrato con precios unitarios, dos opciones de presupuestos base con códigos, con base en los cuales se montaran los informes a los clientes, mediante la técnica de valor ganado, la tabla de control de presupuesto, y el control de erogaciones.

### **B. Estrategia escogida**

La estrategia escogida fue hacer los machotes propuestos, y luego aplicarlos a un proyecto en ejecución para presentárselo a la gerencia para su aprobación, sin embargo estos procesos se empezaran a implementar en la empresa para los proyectos que se inicien en el año 2010.

### **C. Supuestos y restricciones**

Para la ejecución de este proyecto comprobó que la gerencia esta en total acuerdo de tomar y aplicar las propuestas que se generen del presente proyecto.

Se mantuvo la restricción que no se pudo disponer del equipo de la empresa en horas no laborales.

## **D. Descripción detallada de la solución**

La solución, se detalla a continuación para controlar los costos de un proyecto de construcción para Constructora Integratec CR S.A., el primer paso fue establecer dos machotes para la elaboración de los presupuestos base, que incluyen una plantilla general para la determinación de costos, incluyendo un “cierre” o resumen del presupuesto donde se indica tanto los costos directos como los indirectos, (Fig. 8,9,10), que también incluyó una propuesta de un listado base de materiales y sus familias o agrupaciones (Fig. 11y 12).

En la figura 13, se presenta los rendimientos preliminares que se utilizarán en la planeación de proyectos, con el fin de que en el control de la construcción, conforme se aumente la experiencia, se vayan adecuando estos rendimientos de acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto, la idea es utilizar esta base de rendimientos de mano de obra para pagar cada tarea como un pequeño contrato de un precio fijo pero para esto se requiere corroborar en sitio cantidades reales y rendimientos.

Se propone un listado general de actividades o EDT (Fig. 14). La principal propuesta aquí para la gerencia fue trabajar todas las labores por contrato con base en los rendimientos obtenidos para la empresa a lo largo de estos cinco años de ejecución de proyectos, porque la principal preocupación de la gerencia es que se considera que los colaboradores están extendiéndose más tiempo del adecuado en las diferentes etapas del proceso de construcción y la empresa no se tenía métodos para controlar estos procedimientos y estandarizar procesos de control de costos. Todos los machotes se pusieron en práctica, en un proyecto que ya se finalizó para que la gerencia general y presidencia de Integratec pudiera hacer la comparación de la propuesta con lo que se había trabajado anteriormente en el proyecto.

<b>CASA HABITACION</b>		
<b>BASES:</b>		
<b>10</b>	Meses duración	<b>490,00</b>
<b>457</b>	m2 construcción	
<b>CODIGO</b>	<b>A1.H100</b>	<b>TOTAL</b>
<b>00</b>	<b>1 COSTOS DIRECTOS</b>	
	1 Materiales	¢ 57.508.546,69
	2 Mano de Obra	¢ 0,00
	3 Sub Contratos	¢ 100.644.832,44
	4 Contratistas	¢ 0,00
00 010 00 010	5 Maestros Obras	¢ 6.278.500,00
00 010 00 020	6 Bodeguero	¢ 2.024.275,00
00 010 00 030	7 Operad Equipos	¢ 0,00
00 010 00 040	8 Ofici planill	¢ 0,00
00 010 00 050	9 Guardas	¢ 1.871.859,00
00 010 00 060	10 Ing. Residente	¢ 0,00
00 010 00 070	11 Carga Social 2	¢ 0,00
00 010 00 080	12 Viáticos alimentación	¢ 0,00
00 010 00 090	13 Transporte personal	¢ 500.000,00
00 010 00 100	14 Auxiliares Bodega	¢ 0,00
00 010 00 070	15 Carg soc 5-6-7-8-9-14	¢ 5.087.317,00
00 010 00 070	16 Carg soc 10	¢ 0,00
	<b>SEGUNDO SUB TOTAL:</b>	¢ 1.500.000,00
	<b>GRAN TOTAL: (¢)</b>	<b>¢ 184.162.655,13</b>
	<b>COSTO / M2 (¢)</b>	<b>¢ 402.981,74 /m²</b>
	<b>GRAN TOTAL: (\$)</b>	<b>\$ 375.842,15</b>
	<b>COSTO / M2 (\$)</b>	<b>\$ 822,41 /m²</b>

Figura 8. Cierre de un presupuesto, en el anexo 1 se muestra completo.

MACHOTE DE PRESUPUESTO CASA HABITACION

WBS	CODIGO	Descripción	Cantidad	Un.	Total	Total	Total	Total
					Materiales	Mano Obra	Subcontrato	General
1.1	01 010 00 000	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1.3	01 010 00 030	TRAZO						
		Area :	457	m2	365.600	639.800	0	
					365.600	639.800	0	1.005.400
		Costo x m2	2.200					
1.1.1	01 010 00 010	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
		Corte y bote	2.142,23	m3	0	0	15.959.499	
					0	0	15.959.499	15.959.499
		Costo x m3	7.450					

Figura 9. Machote para la elaboración de un presupuesto, en el anexo 2 se muestra completo.

## MACHOTE PRESUPUESTO

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

#### COSTO DIRECTO:

MATERIALES DIRECTOS:	1.058.075,04	}	2.647.903,83
MANO DE OBRA DIRECTA:	405.477,04		
SUBCONTRATOS:	1.184.351,75		
<b>CARGAS SOCIALES:</b>	202.738,52		
<b>SUB-TOTAL CD=</b>	2.850.642,35		A
<b>TOTAL:</b>	<b>2.850.642,35</b>		

#### DETALLE DEL PRESUPUESTO

CODIGO	WBS	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
01	1	<b>OBRA GRIS</b>				
01 010 00 000	1.1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01 010 00 010	1.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	10,71	m3		160.611,75
	2033	CORTE Y BOTE	10,71	M3	15.000,00	160.611,75
		MANO OBRA	0,00	SUBCON	160.611,75	

Figura 10. Otro machote para la elaboración de un presupuesto, este machote a diferencia del machote de la figura 2 incluye también códigos de la lista de materiales, y códigos de la lista de mano de obra, en el anexo 3 se muestra completo.



constructora  
**IntegraTec**

## LISTA DE FAMILIAS PARA CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

CODIGO ARTICULO	NOMBRE ARTICULO	FAMILIA ARTIC
000001	VARIOS	0010
000100	ARTICULOS ELECTRICOS	0020
001000	TUBOS Y ACCESOR HG	0030
002000	TUBERIA CONDUIT	0040
003000	TUBERIA PVC POTABLE	0050
004000	TUBERIA AGUAS NEGRAS URBANIZACION	0060

Figura 11. Lista de familias para agrupar los materiales, en el anexo 4 se muestra completa.

### LISTA GENERAL DE LOS MATERIALES

CODIGO ARTICULO	NOMBRE ARTICULO	FAMILIA ARTIC	UNIDAD	FECHA ULT COMPR	PRECIO PUB	PRECIO INTEG
002001	CURVA CONDUIT 18MM PVC	0040	UNIDAD	15-10-09	¢ 41,97	¢ 35,67
002002	CURVA CONDUIT 25MM PVC	0040	UNIDAD	15-10-09	¢ 58,74	¢ 49,93
002003	CURVA CONDUIT 32MM PVC	0040	UNIDAD	15-10-09	¢ 146,65	¢ 124,65
002004	CURVA CONDUIT 38MM PVC	0040	UNIDAD	15-10-09	¢ 315,84	¢ 268,46
002005	CURVA CONDUIT 50MM PVC	0040	UNIDAD	15-10-09	¢ 352,09	¢ 299,28

Figura 12. Listado base de materiales, en el anexo 5 se muestra completo.

**LISTA GENERAL PARA MANO DE OBRA Y SUBCONTRATOS**

**LISTA DE PRECIOS ACTUALIZADA al: 15/10/2009**

CODIGO	DESCRIPCION	UNID	MONTO	TIPO
1079	CARP HECHURA CERCHA mad vert. @ 90 sin maestra	ML	283,13	MO
1080	CARP HECHURA CERCHA madera vert. @ 90	ML	235,95	MO
1081	CARP HECHURA CERCHA metal vert @ 90	ML	283,14	MO
1082	CARP HECHURA CERCHA metal vert @ 90 sin maestra	ML	339,77	MO
1083	CARP MARCO PUERTA Madera	ML	232,49	MO
1084	CARP MARCO VENTANA Madera	ML	362,74	MO
1085	CARP Montaje CERCHA madera	ML	353,53	MO
1086	CARP Montaje CERCHA metal	ML	406,56	MO
1087	CARP PICAPORTE DE EMPOTRAR	C/U	1.084,46	MO
1088	CARP PRECINTA FIBROLIT	ML	282,47	MO

Figura 13. Lista de rendimientos de mano de obra para pagar cada tarea como un contrato de precio fijo, en el anexo 6 se muestra completa.



<b>EDT GENERAL</b>		
<b>WBS</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>CONSTRUCCION</b>
<b>1</b>	<b>01</b>	<b>OBRA GRIS</b>
<b>1.1</b>	<b>01 010 00 000</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>
1.1.1	01 010 00 010	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.1.2	01 010 00 020	LIMPIEZA GENERAL
1.1.3	01 010 00 030	TRAZOS
1.1.4	01 010 00 040	BODEGA
<b>1.1.5</b>	<b>01 020 00 000</b>	<b>ACCESOS Y ACERAS</b>
1.1.5.1	01 020 00 010	ARMADURA
1.1.5.2	01 020 00 020	FORMALETA
1.1.5.3	01 020 00 030	CHORREA
1.1.5.4	01 020 00 040	DESFORMALETEAR
1.1.6	01 010 00 050	EXCAVACION TUBERIA CLOACA
1.1.7	01 010 00 060	EXCAVACION TUBERIA PLUVIAL

Figura 14. Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) en forma de lista, en el anexo 7 se muestra completa.

Una vez que se tienen todos los elementos para obtener un presupuesto lo más aproximado a la realidad posible, se procede a realizar el Programa de Erogaciones, en la figura 15 se muestra ejemplo de un flujo de erogaciones de un proyecto que ya terminó.



<b>FLUJO EROGACIONES</b>						
	<b>Oct-09</b>	<b>Nov-09</b>	<b>Dic-09</b>	<b>Ene-10</b>	<b>Feb-10</b>	<b>Total</b>
RESUMEN PROYECTO						<b>\$ 0.00</b>
CASA HABITACION						<b>\$ 0.00</b>
COSTOS INDIRECTOS						<b>\$ 0.00</b>
Maestro de Obras						<b>\$ 0.00</b>
Bodeguero	\$ 499.71	\$ 575.86	\$ 610.29	\$ 596.73	\$ 631.15	<b>\$ 6,196.78</b>
Guarda	\$ 462.08	\$ 532.50	\$ 564.34	\$ 551.80	\$ 583.63	<b>\$ 5,730.20</b>
Transporte del personal	\$ 82.29	\$ 94.83	\$ 100.49	\$ 98.26	\$ 103.93	<b>\$ 1,020.41</b>
Acarreos						<b>\$ 0.00</b>
Andamios	\$ 244.24	\$ 281.46	\$ 298.28	\$ 291.66	\$ 308.48	<b>\$ 3,028.73</b>
Cabaña Sanitaria	\$ 231.06	\$ 266.27	\$ 282.19	\$ 275.92	\$ 291.84	<b>\$ 2,865.32</b>
Bodega	\$ 918.37					<b>\$ 918.37</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 42,084.35</b>	<b>\$ 24,607.84</b>	<b>\$ 30,637.88</b>	<b>\$ 91,073.17</b>	<b>\$ 48,515.46</b>	<b>\$ 427,145.74</b>

Figura 15. Programa de Control de Erogaciones, en el anexo 8 se muestra completo.

Posteriormente una vez elaborados los presupuestos, cierres de presupuesto, el programa de control de erogaciones, se procede a hacer la tabla de control de presupuesto (Fig. 16) con base en la cual se hace el grafico de valor ganado.

									
<b>PROYECTO: CASA DE HABITACION</b>									
<b>TABLA CONTROL DEL PRESUPUESTO</b>									
CODIGO	DESCRIPCION	MAT + SUB	% AVANCE MAT+SUB	MANO OBRA CON CS	% AVANCE MANO OB	VALOR DEVENGADO	COSTO REAL ACUMULADO	% PLANIFICADO	COSTO PLANIFICADO ACUMULADO
0	RESUMEN PROYECTO								
1	CASA HABITACION								
00	COSTOS INDIRECTOS								
00 010 00 000	Otros								
00 010 00 005	Mano Obra					\$ 0,00			\$ 0,00
00 010 00 010	Maestro de Obras					\$ 0,00			\$ 0,00
00 010 00 020	Bodeguero	\$ 6.196,76	0,00%	\$ 0,00		\$ 0,00		6,00%	\$ 371,81
00 010 00 030	Operad Equipos					\$ 0,00			\$ 0,00

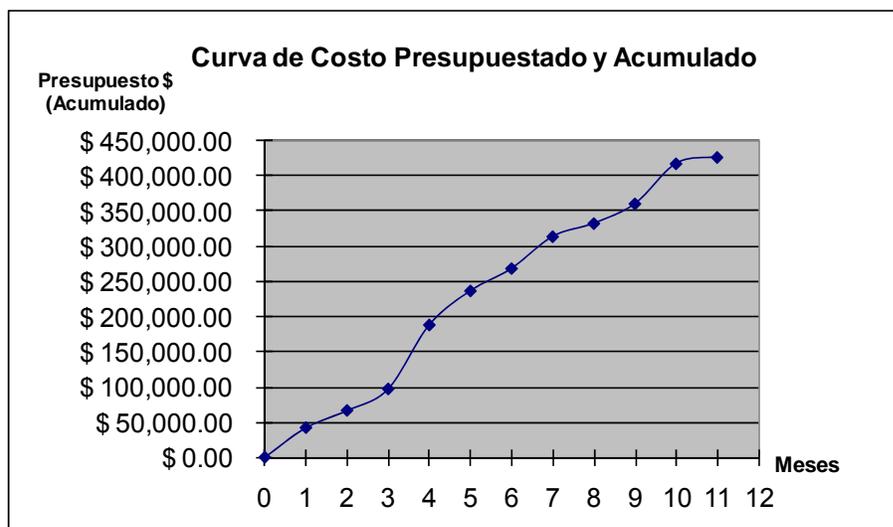


Figura 16. Tabla de Control de Presupuesto, en el anexo 9 se muestra completa.

Con los datos de la tabla de control de presupuesto ya se tiene todo lo necesario para hacer el gráfico de valor ganado (Fig. 17), este gráfico se diseñó de acuerdo a las necesidades que se requiere mostrar a los clientes de Constructora Integratec CR S.A., el periodo de los avances para los gráficos de valor ganado se definen con el cliente dependiendo de la particularidad de cada proyecto. Sin embargo es importante aclarar varios términos que se utilizan en el gráfico, mostrados en la tabla 1.

<b>ABREVIATURA</b>	<b>Descripción</b>
CTP	Costo total presupuestado
CTP1	Costo total presupuestado tomando en cuenta cambios aprobados
CRA	Costo real acumulado
VDA	Valor Devengado acumulado
CPA	Costo Planificado acumulado

Tabla 1. Nomenclatura del gráfico de valor ganado, en el anexo 10 se muestra completo.

Es importante incluir varios parámetros para verificar los resultados del gráfico de valor ganado que se muestran en la tabla 2.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	PARAMETRO CONTROL
IDC	Indice desempeño del costo= $VDA$ (Valor devengado acumulado)/ $CRA$ (Costo real acumulado)	Si $IDC > 1$ , indica un costo inferior al presupuestado. Si $IDC < 1$ indica sobrecosto
IDCR	Indice desempeño del cronograma= $VDA$ (Valor devengado acumulado) / $CPA$ (Costo planificado acumulado)	% realizado del trabajo planeado >1 bien <1 Se debe analizar
VC	Variación del costo $VC = VDA - CRA$	
Vcr	Variación del cronograma $Vcr = vda - CPA$	
CPAT1	Costo pronosticado a la terminación $CPAT = CTP1 / IDC$	Se calcula el costo de la obra suponiendo que la obra restante se hará con la misma tasa de eficiencia
CPAT2	Costo pronosticado a la terminación $CPAT = CRA + (CTP1 - VDA)$	Considera el desfase actual pero el resto del proyecto se ejecutará conforme al presupuesto
CPAT3	Costo pronosticado a la terminación. $CPAT3 = CTP1 / IDC / IDCR$	Estima el costo final del proyecto, suponiendo se mantenga el rendimiento del costo y del cronograma
VP	Variación en lo planeado ( $VDA - CPA$ )	

Tabla 2. Parámetros para la interpretación de resultados del gráfico de valor ganado, en el anexo 11 se muestra completo.

<b>VALOR GANADO</b>							
<b>LINEA BASE</b>							
Programado	MES						Costo total presupuestado (CTP)
CTP (costo total presupuestado)	0	1	2	3	4	5	
Neto	\$0	\$42.084	\$24.608	\$30.638	\$91.073	\$48.515	\$427.146
Acumulado	\$0	\$42.084	\$66.692	\$97.330	\$188.403	\$236.919	

<b>NUEVA CURVA "S" (INCLUYE CAMBIOS APROBADOS)</b>							
Programado	MES						Costo total presupuestado1 (CTP1)
CTP1 (costo total presupuestado)	0	1	2	3	4	5	
Neto	\$0	\$42.084	\$24.608	\$40.638	\$91.073	\$48.515	\$437.146
Acumulado	\$0	\$42.084	\$66.692	\$107.330	\$198.403	\$246.919	

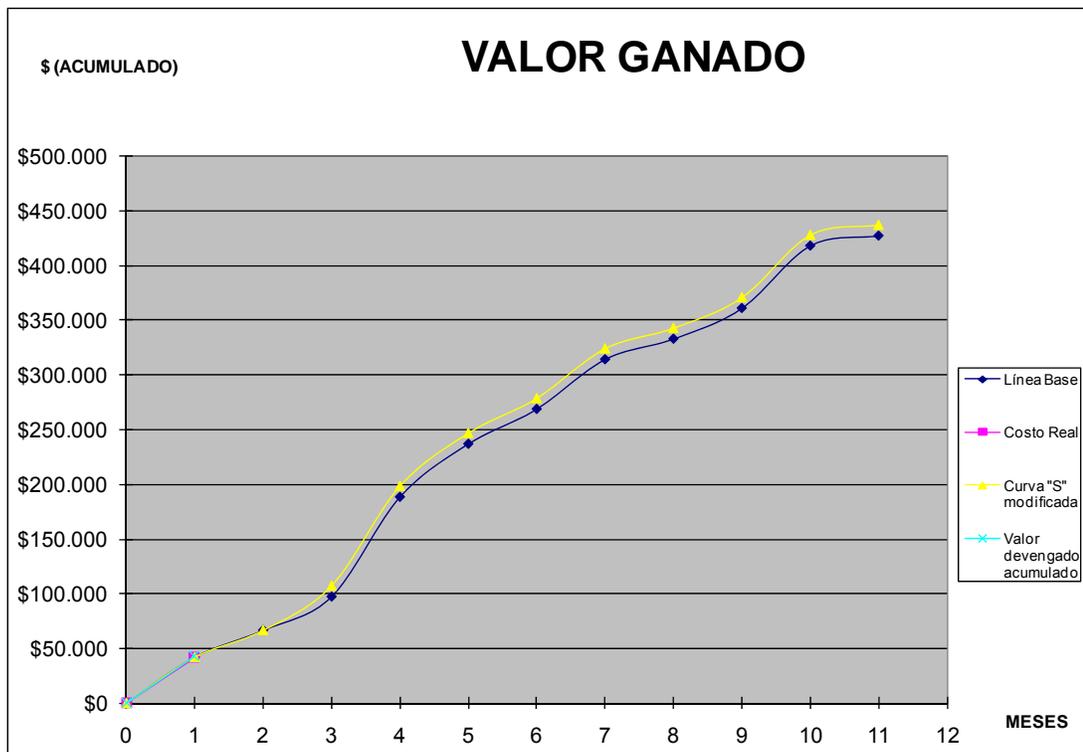


Figura 17 Gráfico de valor ganado, en el anexo 12 se muestra completo.

En construcción al igual que en cualquier tipo de proyectos, uno de los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta, es el control de los cambios, debido al alto porcentaje de proyectos que no han sido exitosos debido al mal control de los cambios solicitados, en la mayoría de los casos sin un respaldo económico para realizarlos.

Para administrar los cambios acontecidos se propone un machote. (Fig. 18) de tal manera que:

- Añadan valor al proyecto.
- Que se logre la autorización de los cambios como sus efectos en tiempo, costo, calidad y alcance.
- Que se actualicen todos los documentos correspondientes

			
<b>PLANTILLA PARA SOLICITUD DE CAMBIOS</b>			
<b>INFORMACION DEL PROYECTO</b>			
Fecha de la Solicitud	N° Proyecto	Nombre Proyecto	
Patrocinador del Negocio:			
Administrador de Programas:			
Administrados de Proyectos:			
<b>Descripción cambios de requerimientos y justificación del proyecto:</b>			
Nombre de la persona que solicita el cambio:		Puesto:	
<b>Motivo de solicitud de cambio</b>	<b>Marque X</b>	<b>Descripción / comentarios</b>	
Requerimientos regulatorios			
Necesidades del Negocio			
Requerimientos omitidos			
Errores programación / Omisión			
Errores de diseño / omisión			
Imprevisto			
Otros			
<b>Descripción de las soluciones técnicas</b>			
Requerimiento pasos a seguir:			
<b>IMPACTO GENERADO POR EL CAMBIO</b>			
<b>Area de Impacto</b>	<b>Monto</b>	<b>Descripcion detallada:</b>	
Costo: ¢			
Tiempo: ¢			
Calidad: ¢			
Alcance: ¢			
Responsable Análisis:			
Disposiciones requeridas:			
Fecha de inicio recomendada:			
Fecha de Finalización:		Aprobado:	Rechazado:
<b>AUTORIZACIONES</b>			
<b>Persona que solicita el cambio</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>	
Cliente:			
Director de proyecto:			
Fecha de aprobación:			

Figura 18 Solicitud de cambios, en el anexo 13 se muestra completa.

## **9. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones**

### **7A Conclusiones**

El proceso de desarrollo e implementación de costos para la empresa Constructora Integratec por si solo tiene un valor agregado para la empresa. Siempre se debe mantener el proceso de mejora continua y mantener el proceso de lecciones aprendidas.

A partir del gráfico de valor ganado no es posible tomar decisiones, es necesario analizar a fondo los datos fuente de éstos gráficos.

Una de las claves importantes es contar con un presupuesto base lo más aproximado a la realidad del proyecto.

Es necesario contar con un buen programa de erogaciones porque el dinero tiene un costo financiero en el tiempo, adicionalmente el uso de este recurso es clave para el éxito del proyecto y por tanto incide en la reputación de la empresa, asegurando de esta forma clientes a futuro.

Es muy importante contar con un cronograma base, ya que el cronograma base es un parámetro de control del tiempo, lo que asegura uno de los factores claves de la calidad de un proyecto.

Es necesario tener respaldo por escrito y aprobado por el cliente, el control de cambios con sus impactos en costo, tiempo, calidad y alcance.

En una etapa de mejora se debe analizar los procesos y no a las personas que los realizan.

## **7B Recomendaciones**

Ambos machotes de presupuestos se pueden utilizar, sin embargo se recomienda el uso del que posee códigos de materiales y códigos de mano de obra.

Se recomienda pagar cada una de las actividades de la EDT por contrato, para evitar el sobre costo del proyecto y evitar que los colaboradores gasten más tiempo del cronograma base en las actividades.

Ninguna acción individual o grupal hace que los resultados mejoren, si la alta gerencia no cree en un sistema de administración profesional de proyectos, por lo tanto se recomienda a la gerencia general de Constructora Integratec que se siga trabajando como un equipo de proyecto y apoyando la gestión para lograr el proceso de mejora continua.

## 7. Literatura consultada

Gido, Jack y Clements, James. "**Administración Exitosa de Proyectos**". Tercera edición. México, DF. Edamsa Impresiones, S.A. de C.V. 2007.

Chamound Nicolás, Juan Yamal. "**Administración Profesional del Proyectos La Guía**". Edición 2002, México DF. McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2002

Project Management Institute. "**Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos**". Edición 2008. PA, USA, 2008.

## **8. APENDICES**

## **APENDICE A.**

**Tablas de rendimientos para cálculos de presupuestos.**

## **9. ANEXOS**

**ANEXO 1.**

**Cierre de un presupuesto.**

## **ANEXO 2.**

**Machote para la elaboración de un presupuesto.**

### **ANEXO 3.**

**Otro machote para la elaboración de un presupuesto.**

**ANEXO 4.**

**Lista de familias para agrupar los materiales.**

**ANEXO 5.**

**Listado base de materiales.**

**ANEXO 6.**

**Lista de rendimientos de mano de obra para pagar cada  
tarea como un contrato de precio fijo.**

**ANEXO 7.**

**Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) en forma de lista.**

**ANEXO 8.**

**Programa de Control de Erogaciones.**

**ANEXO 9.**

**Tabla de Control de Presupuesto.**

**ANEXO 10.**

**Nomenclatura del gráfico de valor ganado.**

## **ANEXO 11.**

**Parámetros para la interpretación de resultados del gráfico  
de valor ganado.**

**ANEXO 12.**

**Gráfico de valor ganado.**

**ANEXO 13.**

***Solicitud de cambios.***