



[www.chcapacita.cl](http://www.chcapacita.cl)

*GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA  
CONSTRUCCIÓN.*

## **MODULO 2**

### **CONTENIDO**

#### **UNIDAD 1: COSTOS Y GESTION DE PROYECTOS**

##### **TEMA 1: PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS**

- 1.- DEFINICION Y FUNDAMENTOS
- 2.- COSTOS
- 3.- CONCEPTO COSTOS VS TIEMPO Y DEFINICION DE COSTOS
- 4.- FUNDAMENTOS DE COSTOS
- 5.- BALANCES
- 6.- CARACTERISTICAS DE LOS COSTOS
- 7.- DEFINICIONES GENERALES DE LOS COSTOS
- 8.- CONTROL DE COSTOS
- 9.- MARCO TEORICO CONCEPTUAL

##### **TEMA 2: CONCEPTOS Y ESTIMACIÓN DE COSTOS EN LOS PROYECTOS**

- 1.- MARCO REFERENCIAL
- 2.- RESULTADOS Y ANALISIS EN LA ESTIMACIÓN DE COSTOS
- 3.- COSTOS Y CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

#### **UNIDAD 2: COSTOS ASOCIADOS EN LA CONSTRUCCIÓN**

##### **TEMA 1: ANALISIS DE PRESUPUESTOS Y PRECIOS UNITARIOS**

- 1.- COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN
- 2.-CLASIFICACION DE COSTOS
- 3.- PRECIOS UNITARIOS
- 4.- INTEGRACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS
- 5.- EL COSTO DIRECTO

6.- EL COSTO INDIRECTO

7.- EL COSTO POR FINANCIAMIENTO

8.- EL CARGO POR UTILIDAD

9.- LOS CARGOS ADICIONALES

10.- PRECIOS UNITARIOS EN LAS OBRAS Y PRESUPUESTOS

11.- PRESUPUESTOS

12.- DEFINICIÓN Y PRINCIPALES ASPECTOS DE UN PRESUPUESTO

13.- CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS PRESUPUESTOS

14.- IMPORTANCIA BASICA DE LOS PRESUPUESTOS

15.- INTRODUCCIÓN A LA ELABORACIÓN DE LOS PRESUPUESTOS

**TEMA 2: ADJUDICACIÓN DE UN PROYECTO Y PAGOS**

1.- ADJUDICACIÓN DE UN CONTRATO

2.- BASES DEL CONCURSO

3.- PROCESO DE ADJUDICACIÓN

4.- EJEMPLO DE CONTRATO, EMPRESA METRO

**TEMA 3: LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN COMO SISTEMA INTEGRADO**

1.- SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

2.- NORMAS DE SEGURIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN PARA LOS TRABAJADORES

3.- MEDIDAS DE PREVENCION EN LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

**UNIDAD 3: COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA 1: CRITERIOS DE SELECCIÓN Y DEPRECIACIÓN**

1.- LA IMPORTANCIA DE LA ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MAQUINAS

2.- ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MAQUINAS

3.- EQUIPOS Y MAQUINAS, DEFINICION Y CLASIFICACION

4.- CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS Y MAQUINAS

5.- RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD: EL OPERADOR DEL EQUIPO

**TEMA 2: COSTOS DE OPERACIÓN Y CICLOS DE VIDA DE LOS EQUIPOS**

1.- COSTO TOTAL DE UN EQUIPO O MAQUINARIA

2.- EL COSTO DE LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

3.- COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS Y DE POSESIÓN

4.- COSTOS DE POSESIÓN

5.- DEPRECIACIÓN

6.- PRECIO DE ENTREGA DEL EQUIPO POR EL PROVEEDOR

7.- VALOR RESIDUAL DE REEMPLAZO DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS

9.- GASTOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE (G)

10.- GASTOS DE CONSUMO EN LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS (LAG)

11.- OTROS GASTOS DE OPERACIÓN

12.- CICLO DE VIDA O VIDA ÚTIL DE UNA MAQUINA O EQUIPO.

## **MODULO 2: GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

### **UNIDAD 1: COSTOS Y GESTIÓN DE PROYECTOS EN LA CONSTRUCCIÓN**

#### **TEMA 1: PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS**

##### **1. DEFINICIONES Y FUNDAMENTOS**

Los imprevistos al momento de construir suelen ser muy costosos. Sin embargo, esto se puede evitar, si se considera todos los costos desde sus inicios en un presupuesto base, lo cual permitirá conseguir una mejor economía en obra. Y para manejar fácilmente a estos recursos económicos es necesario contar con conocimientos del ambiente y la gestión en la construcción.

Lo anterior implica la importancia de conocer el significado de fundamentar los costos, y explicar esto constituye el propósito de administrar mejor los costos en una obra de construcción. Cuando evaluamos, manejamos internamente y aprobamos los costos indirectos, hallamos un indicador de las políticas de administración características de las empresas y de sus obras. En este comienzo del Módulo, se examina la fundamentación e interés de los costos indirectos y los costos de obra, partiendo del hecho de que las obras difieren en inversiones, tiempos de ejecución, localización, accesos, riesgos, personal técnico, personal administrativo, comunicaciones, fletes, oficinas de terreno, bodegas, consumos y gastos numerosos y diversos.

##### **2. COSTOS**

Los costos asociados a un proyecto inmobiliario guardan relación con la magnitud de los recursos materiales, laborales y financieros necesarios para alcanzar un cierto objetivo de producción con una determinada calidad y en un tiempo pre establecido.

En términos generales los distintos tipos de construcciones generan un costo a lo largo de toda su vida útil, ya sea en la etapa de diseño y creación del proyecto, mientras el proyecto esté en uso y también cuando este deje de cumplir su función.

La etapa de diseño y construcción de un proyecto de construcción, podría ser de menor costo, desde el punto de vista del ciclo de vida, pero no así la de menor importancia, ya que es en esta instancia donde se puede planificar eficientemente tanto la construcción misma del proyecto como un uso más eficiente y de mejor calidad para los usuarios o clientes.

### 3. CONCEPTOS COSTO VS TIEMPO Y DEFINICIONES DE COSTOS

El tiempo y el costo de un proyecto de construcción, están decididamente unidos. Es fácil ver que la variable 'costo' responde a cualquier modificación de la variable 'tiempo'. Un cambio de plazo de un proyecto, implica un cambio de costo y viceversa. Si se acelera el proyecto, el costo se afecta debido a la necesidad de horas extras y por el despliegue adicional de personal y de equipo. Por otra parte, si se aumenta el plazo del proyecto, el costo también se ve afectado, debido a la ineficiencia que conlleva el retraso.

La implementación de un proyecto, está muy condicionada por aspectos financieros, es decir, por el costo que implica su desarrollo. Cualquier actividad requiere el uso de personas, equipos, materiales o pagos a terceros, en el caso de trabajos subcontratados, que requieren pagos y determinan el resultado financiero y económico del proyecto.

A efectos del comportamiento de los costos para la aceleración de un proyecto, estos se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- Costos directos.
- Costos indirectos.
- Costos contractuales.

#### **Costos directos**

Un proyecto implica una gran cantidad de costos, que se distribuyen en la ejecución de las diversas actividades, en la supervisión de los trabajos y en los gastos de funcionamiento de la empresa, entre otros muchos costos de diversas actividades.

Se llaman costos directos (CD) o internos a los que dicen relación con la ejecución de las actividades facturables al cliente. Los costos directos, incluyen, el costo de la mano de obra que participa directamente en la ejecución del proyecto, los materiales consumidos y el equipamiento utilizado. Los costos directos, se pueden calcular a partir de las descomposiciones de costos unitarios correspondientes a las unidades de la obra en ejecución.

Por ejemplo, en una unidad de obra de albañiles, los costos directos, incluyen el albañil, el ayudante, los ladrillos y el mortero. En el caso de un movimiento de tierra, los costos directos incluyen la excavadora, los camiones y sus respectivos operadores.

Los costos directos se suelen clasificar por lo que se denomina su naturaleza u origen.

#### **1.- Mano de obra**

Horas de trabajo de los operarios y trabajadores, incluidas las cargas sociales y beneficios adicionales (peligrosidad, trabajo nocturno, etc.).

#### **2.- Materiales**

Productos, sistemas e insumos que quedan incorporados a la obra. Normalmente incluyen el suministro y transporte en la obra, más impuestos, gastos de aduanas, y otros.

#### **3.- Maquinaria**

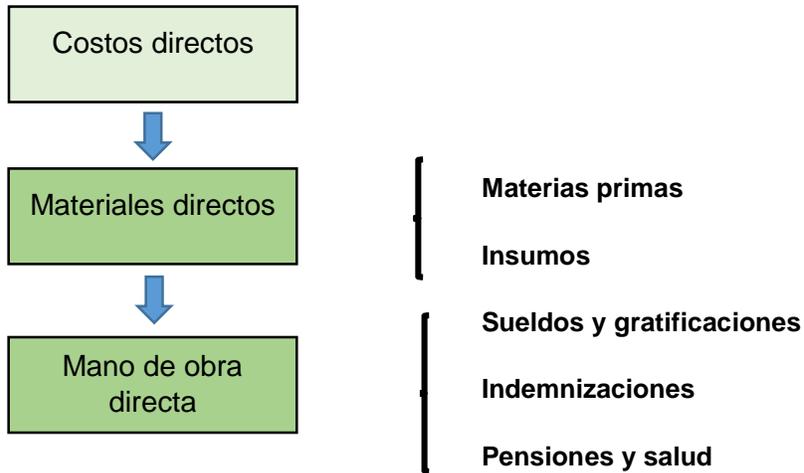
Costo de la propiedad (amortización e intereses), costos de operación (combustible, lubricante, operador) y de mantenimiento (seguros, revisiones, reparaciones, piezas y repuestos).

A veces se utiliza también una naturaleza denominada equipos medios auxiliares, que se refiere a maquinaria y equipos de utilidad temporal, cuyo costo se asigna como un porcentaje del resto de los costos directos, como andamios y puntales.

Es importante observar que solo hay costo directo cuando se ejecutan actividades de producción, es decir, actividades y tareas que forman parte del presupuesto o contrato establecido con el cliente y que se abonan directamente como tales.

Hoy en día las inmobiliarias no invierten en la etapa de diseño de un edificio, desechando la oportunidad de que estos sean de mejor calidad y mayor eficiencia, dándole mayor importancia al producto y no al proceso para lograr ese producto.

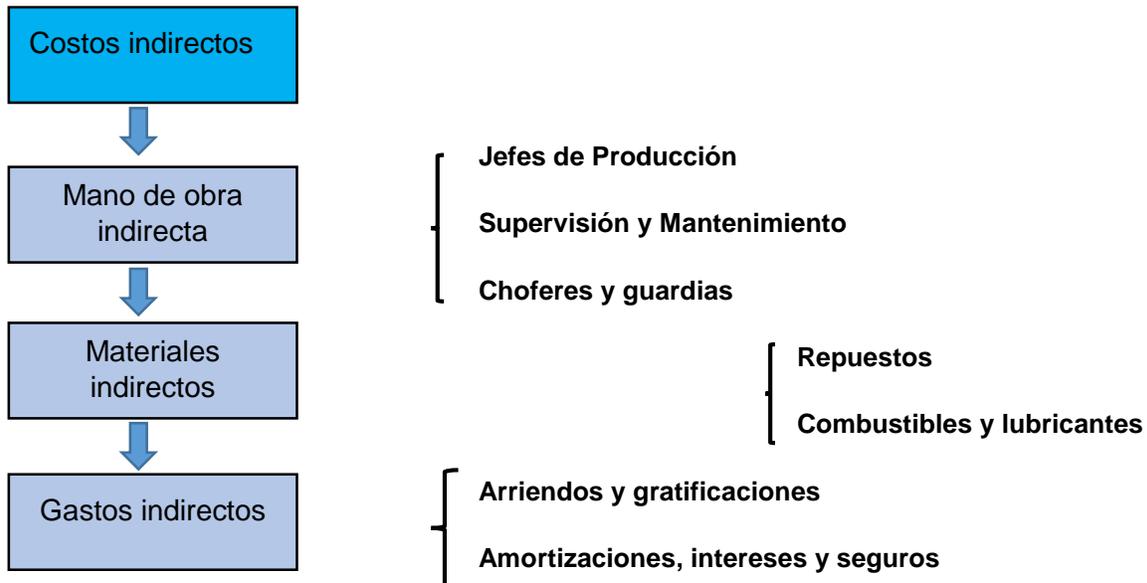
## COSTOS DIRECTOS



### Costos Indirectos

Están constituidos por los gastos que no son identificables con una producción o servicio dado, relacionándose con éstos en forma indirecta. Los costos indirectos corresponde a gastos necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, estos se producen tanto en sus oficinas centrales como en la faena misma y comprenden los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales, transporte de maquinaria y equipo de construcción, arriendo de oficinas móviles y espacios modulares, entre otros. Los cuales se ejecutan con la finalidad de apoyar la actividad que se realiza.

## COSTOS INDIRECTOS



### Costos asociados a desviaciones

La desviación es la diferencia que surge entre el costo presupuestado y el costo que finalmente ocurre o se logra. Este costo guarda relación con los imprevistos, y es sabido que en toda obra siempre existen situaciones sobre las cuales no podemos tener control, lo que conlleva en un costo adicional que se debe absorber en caso que ocurra.

La desviación puede presentarse en cualquier etapa de un proyecto inmobiliario y estas pueden ser tanto positivas como negativas. La inmobiliaria o constructora podrían gastar más de lo presupuestado o menos, así como también los ingresos pueden ser más de los presupuestados o menores a lo presupuestado.

Dentro de los factores más comunes por los que se produce la desviación se encuentran:

- La variación del costo unitario de los materiales, mano de obra, servicios, etc. Finalmente el precio de venta puede ser mayor o menor al presupuestado.

- Diferencia en el consumo unitario de materiales previsto, el consumo real puede ser mayor o menor al presupuestado.
- La capacidad de producción, la empresa prevé producir una cantidad determinada, pero la producción final resulta ser mayor o menor.

### **Costos Financieros**

Los costos financieros son las retribuciones que se deben pagar a las instituciones financieras o a los bancos, como consecuencia de la necesidad de contar con fondos para mantener en el tiempo activo que permita el funcionamiento operativo de la compañía o el desarrollo de un proyecto de construcción.

Dichos activos requieren financiamiento, y así existen terceros (acreedores) o propietarios (dueños), que aportan dinero (pasivos y patrimonio neto, respectivamente, según la óptica contable) quienes demandan una compensación por otorgarlo, dado que el dinero tiene un valor en el tiempo. Dicha compensación se llama interés y para la empresa que recibe los fondos representa un costo. Costo de financiamiento es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio. Por ejemplo: Intereses pagados por préstamos. Comisiones y otros gastos bancarios. Impuestos derivados de las transacciones financieras etc.

## **4. FUNDAMENTOS DE COSTOS**

Para una obra de construcción es elemental hacer uso de todas las estrategias de contabilidad y administración, pues resulta un hecho que el cuidado de los costos indirectos en dicha obra es indispensable para su realización y la proyección de su imagen.

Los arquitectos deben saber que estos costos al momento de construir son, por lo general, muy altos, a menos que se tengan contemplados en los presupuestos y ellos nos sirvan de base para mejorar la economía en la obra. Estos recursos económicos resultan fáciles de manejar si se posee un conocimiento del ambiente de la industria de la construcción.

Por lo anterior, un buen ejecutor de obra necesita ser realista y contemplar acciones con las cuales enfrentar los costos indirectos; pero, se debe insistir, el recurso económico es primordial en la realización de una idea, de un concepto nuevo o de un proyecto.

Al evaluar, manejar internamente y aprobar los costos indirectos encontramos un indicador de las políticas de administración características de las empresas y de sus obras.

Comúnmente, los constructores dedican muchas horas-hombre al cálculo de los costos directos, mientras que esto no sucede así cuando se trata de costos indirectos, no obstante que la proporción económica entre ellos no es tan marcada. Por otra parte, quien desee saber de costos indirectos necesita entender, primero, lo relativo a presupuestos anuales o planeación anual, como se puede decir también y costos fijos y variables.

Pues, en efecto, en el presupuesto anual de indirectos de una empresa constructora aparecen costos fijos, como son los arriendos, la depreciación del inmueble y los sueldos, y en las obras hay costos fijos como son las oficinas, bodegas y servicios, entre otros. Así, en la medida en que se construyan diseños ejecutivos a suma alzada, algunos costos aparentemente variables se tornarán en fijos, caso de los sueldos de empleados y operarios.

## 5. BALANCES

**Balance técnica-tiempo-costo:** Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, para satisfacerla, se requiere de una técnica de planeación, un tiempo de construcción y todos los recursos necesarios. La técnica hace referencia a una tecnología hoy disponible, y el desarrollo de los procesos constructivos ha remontado como nunca antes imaginados.

En relación con el tiempo, las nuevas disciplinas de programación brindan al hombre la posibilidad de realizar cualquier obra en óptimas condiciones de tiempo. En cuanto a los recursos, o bien, al costo, es este un factor al cual los dos anteriores se hallan supeditados. En principio, el costo de una obra cabe en los rangos lógicos propios de una época histórica determinada, reduciendo con los tiempos de ejecución y supliendo las carencias técnicas.

Por tanto, el elemento costo es vital, y se lo debe coordinar con una técnica adecuada y un tiempo de realización óptimo.

**Balance especificaciones-cuantificación-análisis:** Hablar de costo es hablar de especificaciones, cuantificaciones, análisis, en otras palabras, discutir el qué, el cuánto y el cómo de lo referente al capital empleado para la construcción. Un costo balanceado es aquel cuyas especificaciones, tanto gráficas como escritas, definen sin lugar a duda qué es lo que se desea construir; dichas especificaciones permiten cuantificar, con la mayor exactitud, los volúmenes de conceptos que se pretende hacer intervenir y sus características detalladas; conocidos el qué y el cuánto es también indispensable analizar el procedimiento constructivo propuesto y la cuestión del costo parcial que tendrá cada uno de los procesos citados para el proyecto y sus actividades.

Sin embargo, para efectuar este análisis, no basta con utilizar análisis de costos unitarios, pues de hacerlo así es muy posible que el encargado de los costos, quiera manejar todos sus presupuestos a través de conceptos de trabajo, con volúmenes cuya determinación es prácticamente imposible.

Conviene más al encargado, tener un instrumental variado para el cálculo de los costos, de acuerdo a información del proyecto y en atención a los fines que se propone alcanzar en función de los procesos constructivos propuestos.

Por otro lado, el encargado de los costos deberá manejar las técnicas de cuantificación de obra, análisis de precios, integración de costos, parámetros cuantitativos, índices, recursos unitarios y programación de obra, entre otros.

**Balance material-mano de obra-equipos como resultado óptimo:** Cuando desglosamos el concepto de análisis de costos en todos los integrantes, descubrimos la importancia del balance del material, la mano de obra y el equipo a emplearse con el fin de lograr su óptimo aprovechamiento e integrar el diagrama general de balance de una obra determinada.

## 6. CARACTERÍSTICAS DE LOS COSTOS

**El análisis de costo es aproximado:** La habilidad de los trabajadores, las condiciones del consumo de materiales, insumos y escombros, permite asegurar que la evaluación financiera del costo no puede ser matemáticamente exacta.

Debemos tomar en cuenta, además que el precio unitario se obtiene luego de sumar el costo directo más el indirecto más la utilidad, sin embargo, lo cierto es que la competencia en el mercado de la construcción determina los niveles de precios a través de la oferta y la demanda, y los constructores tienen que modificar sus componentes de costos y buscar que en la ejecución se deban cumplir los presupuestos originales.

**El análisis de costo es específico:** Cada proceso en la construcción, se integra con base en sus condiciones de tiempo de ejecución, lugar y secuencia de eventos. El costo no puede ser genérico.

**El análisis del costo es dinámico:** El mejoramiento constante de los materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección y control, nos permite una actualización constante de los análisis de costos. Es importante comprender que este análisis puede elaborarse, ya por inducción o por deducción. Si de los hechos inferimos el resultado, estaremos analizando nuestro costo inductivamente. En cambio, si partimos del razonamiento y vamos de lo general a lo particular, estaremos analizando nuestro costo deductivamente. Todo costo se halla precedido por un costo anterior, y éste, a su vez, integra costos posteriores.

## 7. DEFINICIONES GENERALES DE LOS COSTOS

**Costo indirecto:** Gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado.

Normalmente es la suma de gastos técnicos-administrativos.

**Costo indirecto de operación:** Suma de gastos para obras efectuadas en un tiempo determinado (año fiscal, año calendario, ejercicio, etc).

**Costo indirecto de obra:** Suma de todos los gastos por conceptos de una obra en particular.

**Costo directo:** Gastos que tienen aplicación a un producto determinado. Suma de material, mano de obra, equipos y herramientas en un proceso productivo.

**Costo directo preliminar:** Suma de gastos de material, mano de obra y equipos.

**Costo directo final:** Suma de gastos de material, mano de obra, equipo y subproductos para la realización de un producto.

### **Costos (indirectos) de operación:**

La industria de la construcción se relaciona con el diseño, reajuste, restauración, construcción y operación de instalaciones comerciales, institucionales y residenciales. Muchos tipos de organizaciones diferentes están implicados en el proceso, así como empresas de arquitectura e ingeniería, consultores y especialistas de ingeniería, compañías de construcción y dueños-operadores.

Los negocios clave incluyen:

- El diseño y construcción de mejores instalaciones de construcción que permiten a las organizaciones entregar más y mejores productos y servicios
- La compresión de los calendarios de planificación del proyecto para reducir el tiempo de mercado de estos productos y servicios.
- La reducción de costos de operación y construcción, para incrementar el retorno de la inversión.

**La organización central:** En una empresa constructora, la organización u oficina central proporciona el soporte técnico para ejecutar obras de diversa índole, según la forma porcentual y con base en tiempo y costo.

La estructura organizativa de una empresa constructora suele variar dependiendo de su localización, volumen, tipo y continuidad de ventas, y se la puede subdividir en tres áreas básicas:

1. Área de producción (realización y construcción de las obras).
2. Área de control de producción (control de resultados, avances y cumplimiento de los requerimientos legales).
3. Área de producción futura (generación de ventas y evaluación de resultados).

Una empresa constructora debe contemplar la posibilidad de ser siempre flexible, es decir, crecer cuando crece la demanda y disminuir asimismo en igual proporción a la demanda hasta alcanzar un límite mínimo de eficiencia; por lo anterior, tenemos que la estructura de una organización central debe estar acorde con su volumen de ventas.

**Costo de la oficina central:** Para evaluar el costo de una oficina u organización central, con independencia de su organigrama, debemos agrupar los gastos generales de las oficinas, en cinco grupos principales:

1. Gastos técnicos y administrativos que involucra, la estructura ejecutiva, técnica, administrativa, de staff de una empresa y honorarios profesionales.
2. Arriendos y depreciaciones, gastos por concepto de bienes, inmuebles, muebles y servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas, administrativas y de staff; arriendos de oficina y bodega, gastos de mantenimiento.
3. Obligaciones y seguros, gastos obligatorios para la operación de la empresa.
4. Materiales de consumo, gastos en artículos de consumo, combustibles, papelería impresa, artículos de oficina y copias.

5. Capacitación, puesto que la empresa constructora mediana y pequeña tiene una carga de trabajo múltiple y difícil de sustituir, la capacitación debe garantizarse inclusive, invirtiendo en el tiempo de descanso del trabajador.
6. Promoción, estos costos ocurren, por ejemplo, cuando se participa en concursos de proyectos (servicios profesionales) o de obras, independientemente de que se gane o no el concurso. Cuando se imparten cursos a personal técnico y empleados, y en casos de atención a los clientes en ciertos eventos sociales.

### **Costos (indirectos) de obra**

Considerando que cada obra tiene diferentes importes en los costos, tiempos de ejecución, localización, accesos, riesgos, personal técnico, personal administrativo, comunicaciones, fletes, oficinas en terreno, bodegas, consumos, etc. y gastos tales como los financieros por retraso en la tramitación y cobro de las estimaciones por los avances de capital de trabajo, es injusto proponer condiciones de promedios en los gastos para todas las obras, antes bien se tiene que analizar cada obra en sus particulares condiciones. La estructura organizativa de la obra también es variable, pero hay que distinguir su área de producción de su área de control de costos.

### **Costo de la oficina de obra en terreno**

Para la evaluación del costo de una organización en el lugar de la obra, independientemente de su organigrama y cantidad de personal, podemos agrupar sus gastos en 5 grupos principales:

1. Gastos técnicos y administrativos de equipos de gestión electrónica, de oficina, papelería, etc.
2. Traslado y movilización de personal en caso de obras lejanas o fuera del área.
3. Comunicaciones y fletes de maquinaria, equipos, y construcción de áreas provisionales para obras.
4. Construcciones temporales o provisionales (bodegas, campamentos, servicios, etc.).
5. Consumos varios de electricidad, telefonía, internet y otros.

### **Imprevistos o contingencias de la construcción**

Éstos deben limitarse a las acciones que caen bajo el control y responsabilidad del constructor, que la provisión por indeterminaciones debe considerarse contingencia previsible y manejarse fuera del imprevisto (ocasionado por falta de información) y de la suma alzada.

Contingencias imprevistas de fuerza mayor: Se destacan las siguientes:

1. Naturales, tales como terremotos, maremotos, inundaciones, tormentas eléctricas cuyas consecuencias resultan desastrosas, etc.
2. Económicas, tales como salarios oficiales de emergencia, cambios de jornada oficial de trabajo y devaluaciones.
3. Humanas, tales como guerras, revoluciones, motines, golpes de estado, colisiones, incendios, explosiones, huelgas contra fabricantes y proveedores de artículos estratégicos.

Contingencias previsibles: Se pueden distinguir las siguientes:

1. Naturales, tales como inundaciones cíclicas y periodos de lluvia intensa, temporales.
2. Económicas, tales como inflación no esperada, recesión y atrasos en pagos al contratista.
3. Humanas, tales como ausencias de trabajadores, cambios y modificaciones en el proyecto, suspensiones de obra y errores en las especificaciones.

Contingencias imprevistas: Se distinguen las siguientes:

1. Naturales y efectos del clima, por ejemplo, la prolongación de la época de lluvias y nieve.
2. Económicas, por ejemplo, las variaciones o reajustes menores al 5% en los precios de adquisición de materiales, mano de obra, equipos y subcontratos.
3. Humanas, por ejemplo, problemas de huelgas y suspensión de faenas de los subcontratistas.

## **8. CONTROL DE COSTOS**

### **Control de costos**

En la industria de la construcción, merece una especial atención el control de los costos debido que es una actividad muy importante en la economía de los países y que, especialmente en países en desarrollo, contribuye en forma muy importante en la generación y la mantención del empleo. La construcción, además de ocuparse en las grandes obras viales y de infraestructura, contribuye en los desarrollos urbanos mediante la construcción de viviendas, edificios, infraestructura pública de servicios y en forma muy especial en las otras industrias como lo son, la minería, industria química, generación eléctrica entre otras industrias importantes.

El control de los costos lo podemos analizar desde cuatro visiones principales:

- Análisis funcional de los factores de costo: Contenido, componentes y puntos críticos.
- Planteamiento teórico del control de los costos.
- Metodologías del cálculo de los costos.

- Tratamiento particular de los costos estándar.

### 1. Análisis funcional de los factores de costo

La sistematización aplicada en el tratamiento de cada elemento del costo, se basa en los siguientes puntos:

- Concepto del factor de costo.
- Factores que intervienen en su formación como costo.
- Características de los costos.
- Identificación de los puntos críticos determinantes de las debilidades sobre los que se han de aplicar medidas de corrección.

A modo de ejemplo citaremos lo siguiente:

#### **Costos de suministro.**

Concepto: Servicios que son generados en el exterior de la empresa constructora y que no responden a la habitual relación cliente proveedor, pues soportan el principio de los contratos que lo rigen:

1. Reparaciones y conservación de la maquinaria y otros elementos patrimoniales del activo fijo de la empresa.
2. Costos de Agua, gas y electricidad.
3. Combustibles y lubricantes.
4. Teléfono, comunicaciones y métodos análogos.
5. Arriendos y seguros.

Un aspecto más relevante del material y equipos del activo fijo, es el relativo a los gastos de reparación, conservación y mantenimiento de los equipos. Los costos derivados del consumo de energía, teléfono y comunicaciones suelen ser de gran importancia, por lo que deben ser objeto de una vigilancia y control especial. La importancia y relevancia de este factor de costo se deriva no sólo de la capacidad o posibilidad de reducción del costo, sino de la necesidad de que este fenómeno se produzca, como consecuencia del cambio en los parámetros en los que se debe desenvolver la empresa.

Puntos críticos: evolución y variación de los precios de la energía, función de producción de la empresa, medidas de seguridad, comunicaciones, planes de amortización, telefonía, ubicación y localización.

## 2. Planteo teórico del cálculo de los costos.

En cualquier empresa, sea cual fuere su proceso productivo y en especial las empresas constructoras, los consumos son de diversa naturaleza:

1. Mano de obra: Gastos de personal, cualquiera sea su especialidad y forma de contratación.
2. Materias primas: Compras de material de consumo, de cualquier naturaleza, que se consume y reemplaza.
3. Inmovilizado: Objetos inmovilizados, de consumo diferido o temporal.
4. Gastos de funcionamiento: Otros consumos varios, no incluidos en los anteriores.

Para un análisis puntual, el costo de cualquier producto “i” viene dado por la expresión:

$CT=CD+CI$ , como lo veremos más adelante.

En este caso, y para efectos de resolver parcialmente el problema, recurrimos a la división clásica, que ya hemos definido, entre costos directos (fijos o variables) y costos indirectos (fijos o variables). Pero el concepto que encierra no es fácil de resolver. Medir correctamente cada uno de dichos costos, es muy complejo, no sólo porque hay que determinar el elemento portador de cada factor de costo y su unidad de medida, sino por la dificultad de calcular el costo de cada unidad de medida del elemento portador de costo o variable independiente.

Con nuestro planteamiento a continuación, pretendemos resolver este problema planteado.

Para ello, operamos bajo la hipótesis de que para cada producto „i” su costo es el siguiente:

$$CT=CD+CI$$

Donde su significado es:

T = Total

D = Directo

I = Indirecto.

C= Costo

Se puede apreciar fácilmente que la asignación del costo directo (CD) no ofrece ninguna dificultad, ni en su identificación, ni en su cálculo. Pero ello no ocurre fácil con el costo indirecto (CI). Para obviar este problema, en nuestro caso nos planteamos convertir todo el costo indirecto en costo directo ligado al tiempo que dedica a cualquier actividad, cada uno de los trabajadores de la empresa, utilizando un mecanismo intercalado, el costo estándar parcial para cada uno de los trabajadores de la empresa.

Para ello, en el análisis previo de los gastos hemos de distinguir los costos directos de los indirectos para, con posterioridad, distribuir dichos costos indirectos mediante la variable de tiempo vinculada a su elemento portador, el personal de línea.

Como el sistema de costos que se diseña se plantea en forma generalizada, válido para todos los supuestos, a nivel global de empresa habrá trabajadores de la línea de producción y trabajadores de

la línea de administración, lo que también ocurrirá a nivel de obra, de consultoría, de promoción o de cualquier otra actividad.

La única complicación que surge es que cada uno de los subniveles de producción absorberá costos de apoyo de su nivel, más los costos de apoyo del nivel superior.

Por ejemplo, en una obra, además de los trabajadores en la obra, de línea, pueden existir técnicos, integrados en una oficina técnica, y administrativos, preparando documentación para los servicios centrales. Los tratadistas especializados, suelen considerar estos gastos como indirectos o gastos generales de obra.

En cuanto a los costos de la maquinaria (incluidos los vehículos de transportes), si ésta es de carácter genérico y puede ser utilizada por cualquier trabajador vinculado al trabajo productivo se distribuirá entre ellos como un costo indirecto más; mientras que si la máquina o el vehículo queda unido al chofer (donde va la máquina o el vehículo, va el chofer), lo vincularemos al tiempo del chofer.

Por otra parte, incorporamos como elementos clave los conceptos de tiempo y actividad y sus costos. Factor tiempo: la producción como una función del tiempo. Consideramos esencial ese planteamiento, dada la singular importancia que adquiere el FACTOR TÉCNICO como elemento clave en la producción. El personal técnico, por su condición de trabajador protegido por el derecho laboral, presta sus servicios profesionales a cambio de un sueldo. En el cálculo del sueldo no sólo tiene importancia la cualificación y experiencia del técnico, sino que es determinante el tiempo de trabajo, pues en cuestiones laborales todos los convenios se refieren a una jornada legal de trabajo. Por ello consideramos que en una empresa de este tipo hay tres tipos de tiempo:

Esta afirmación la representamos de la forma siguiente: **TT= TU+TM**

TT = Tiempo total.

TU = Tiempo útil.

TM = Tiempo muerto u ocioso.

A su vez, el tiempo total se puede descomponer en:

TP = Tiempo productivo.

TA = Tiempo administrativo (no productivo).

De tal forma que:

$TT=TP+TA$

$TU+TM= TP+TA$

$TT=TUP+TMP+TUA+TMA$

Actividad y su costo: Variable independiente, exógena o explicativa de la función de producción. Es el tiempo que el personal de obra dedica a la ejecución de la actividad. La unidad de medida es la hora-hombre. La capacidad de producción deriva de la disponibilidad de horas-hombre-básico. Se extiende al cálculo e imputación de los costos de maquinaria.

Cualquier sistema de control de costos viene determinado por los elementos que lo componen, las relaciones que interactúan entre ellos y la capacidad del sistema de auto controlarse. En nuestro caso, el sistema se configura en torno al costo estándar parcial por actividades asignado directamente en función del tiempo consumido por cada trabajador, mientras que la materia prima (materiales de construcción) y las subcontrataciones se vincularán directamente con la actividad. En cuanto a los costos estándar haremos el siguiente planteamiento:

Costo estándar: Previsión de costo singular, pues los gastos de personal no se calculan como previsión del gasto, sino que se calculan individualmente en función de la relación laboral o del servicio contratado. Sólo se incorpora como previsión los restantes gastos.

Actividad portadora de costos: Se adopta como tal, para poder imputar a las actividades, la variable horas-hombre línea, en función del tiempo consumido por cada actividad.

Capacidad de producción individual de cada empleado: Se calcula en base a las horas laborales anuales contratadas por cada trabajador de línea.

Potencial de producción de la empresa, área o departamento y obra: Viene dado por la suma de las horas-hombre-línea para un año del personal que trabaja en la línea de producción.

Función de producción de la empresa: Consideramos que la producción de las empresas constructoras es una función del tiempo de trabajo del personal de línea, siendo su variable independiente las horas productivas, que son la suma de las horas-hombre-línea (hasta que dispongamos del número de horas útiles de todo el personal).

El costo estándar por unidad de tiempo (hora-hombre): Se calcula mediante la sucesiva agregación de los gastos fijos (de línea y de apoyo), como se describe en el siguiente proceso.

Reclasificación de gastos: Se reclasifican todos los gastos del ejercicio anterior, separando los gastos directos de los indirectos, en cinco grupos como los indicamos a continuación:

- Nivel 0: Gastos de personal
- Nivel 1: Gastos de infraestructura.
- Nivel 2: Gastos de funcionamiento.

- Nivel 3: Gastos de material utilizado.
- Nivel 4: Gastos financieros.
- Nivel 5: Gastos directos (materiales y subcontrataciones).

Primer reparto: Se reparten todos los gastos de personal (nivel 0) entre los empleados de la plantilla, asignando a cada uno los que le correspondan de acuerdo con las contratos suscritos y la previsible revisión de los salarios o sueldo.

Segundo reparto: Se distribuyen los gastos de infraestructura, funcionamiento, material utilizado o consumido y el costo de oportunidad (niveles 1, 2, 3 y 4) entre todos y cada uno de los empleados de la plantilla de la empresa en función de las características del puesto de trabajo que desempeñen o la actividad más significativa. Se obtiene el costo estándar anual y por horas, con la inclusión total de los costos históricos (del año anterior).

Tercer reparto: Los costos calculados de la forma indicada del personal administrativo se distribuyen entre las horas-hombre del personal básico. Después de este reparto queda determinado el costo estándar por hora-hombre, que se imputa a cada actividad, en función del tiempo consumido por ella.

Cuarto reparto: Mediante este reparto se obtiene el costo de cada actividad realizada.

En el cuarto reparto se asignan los gastos variables directos, o sea, los gastos externos derivados de subcontrataciones perfectamente asignables a la actividad correspondiente.

Coste de oportunidad: Se imputa como concepto de lucro cesante de la inversión realizada en cada puesto de trabajo, además de los gastos financieros devengados.

Factor de producción fundamental: Se considera que es el tiempo de trabajo de los trabajadores básicos, ya que son el fundamento de la empresa.

Factor de producción administrativo: Es un factor de producción subordinado al profesional básico, por su propia condición.

Factor de producción básico: Costo del personal básico más el reparto de los costos del personal administrativo.

### 3. Metodología del cálculo de costos

Continuando con una descripción clara sobre la metodología del cálculo de costos en la industria de la construcción, debemos especificar que estamos en presencia de un tipo de empresas que trabaja por encargo o por pedido, siendo la obra, el encargo individualizado en la unidad de producción que da respuesta a la demanda del cliente.

Aun siendo ardua la cuestión de la división de los costos en directos e indirectos, el problema del cálculo de costos en estas empresas no radica en los materiales de construcción, ni en la maquinaria, ni en el personal de obra. La cuestión surge cuando se considera el centro de costos; si es la obra, hay un planteamiento; si son las actividades, las unidades de obra, la situación es muy diferente, pues en ese caso, casi todos los gastos de personal se convierten en indirectos, sean técnicos, administrativos o de obra. El personal de servicios administrativos, se convierte en gasto fijo, indirecto, respecto a cada obra y unidad de obra; pero el personal de obra, gasto variable y directo respecto de la obra, cambia de naturaleza al considerarlo respecto a las actividades, a las unidades de la obra. Otra situación de costo fijo e indirecto lo constituye la bodega común de materiales y el parque de las maquinarias.

Dado que los gastos de estructura e infraestructura, por su propia naturaleza son gastos fijos, habría que concluir que todos los gastos del personal de obra son gastos variables. Planteado así, parece evidente la respuesta, pero en la realidad no lo es. El personal técnico de alta especialización, dada su condición de profesional especializado, no se improvisa.

El mercado no es fluido en este terreno, de tal forma que se contrata el personal cuando hace falta y se desecha al terminar el contrato o la obra. El personal especializado, de facto, dadas las rigideces del mercado laboral y del mercado de especialistas, se convierte en un factor de gran rigidez, dada su difícil sustitución e imposible improvisación.

Finalmente, el personal de obra, es un gasto genuinamente directo y variable si entendemos cada obra como único centro de costos, pero tal argumento cae por su propio peso desde el momento que el control de costos en la obra se pretende realizar por actividades, por unidades de obra, por lo que todo el personal de obra se convierte en gasto fijo e indirecto al referirlo a las unidades de obra en las que se ha descompuesto cada una de ellas al realizar el presupuesto y la contratación de la obra. Por lo tanto, los gastos del personal técnico de alta especialización como el personal de obra, por las razones indicadas, que por su naturaleza son costos variables y directos, se convierten en costos fijos, en costos indirectos, por lo que sólo quedan como genuinos gastos variables y costos directos.

Las subcontrataciones externas y el material de la construcción, dada su condición de utilizable o consumibles, si se puede medir el consumo a nivel de actividad. Dado que estos últimos a su vez tienen escasa relevancia en el cómputo total de los gastos y tienen gran dificultad para medir, podemos concluir que el carácter fijo de la mayor parte de los gastos incorporados al proceso productivo de las empresas constructoras tienen la consideración de gastos variables, ocurriendo lo contrario en los gastos de los servicios administrativos, que serán considerados, fijos indirectos.

En consecuencia el reparto de costos, los hacemos por los cinco niveles descritos en el punto 2 anterior y por razones prácticas de identificación, medida y distribución, y considerando los siguientes criterios:

1. Los niveles 0, 1, 2, 3 y 4 son asignables a cada puesto de trabajo, dado que es perfectamente identificable la persona (sea técnico o administrativo) y las características materiales del puesto que ocupa, permite a su vez identificar los gastos de infraestructura que absorbe, los gastos de funcionamiento y el material que consume. Si se identifica la inversión que requiere cada puesto de trabajo, sería perfectamente asignable el costo de oportunidad que entraña la inversión realizada por el empresario en cada puesto de trabajo. El nivel 5 se imputa directamente.
2. Una vez obtenido el costo por puesto de trabajo, como costo estándar por absorción total de los gastos correspondientes a los niveles 1, 2, 3 y 4, incurridos en los doce meses anteriores, más los gastos de personal individualizados previstos anticipadamente, hay que repartir el costo del personal administrativo entre el personal técnico, mediante el cual se imputará a cada actividad principal el costo indirecto de la empresa mediante la asignación de tiempos individuales de dedicación del personal técnico. Para calcular el costo de cualquier actividad realizada, se utilizan los cuatro repartos descritos en el párrafo anterior. Los tres primeros calculan el costo estándar; el cuarto, determina el costo total de la actividad medida, una vez computado el tiempo consumido por el personal técnico.
3. 1er REPARTO: Se imputan todos los gastos del personal de cada puesto de trabajo, en función de la expectativa de futuro, o sea, el nivel 0.
4. 2º REPARTO: Se imputa a cada puesto de trabajo, de obra o central, los niveles 1, 2, 3 y 4, en función de costos históricos por absorción total.

5. 3er REPARTO: Se imputa a cada puesto de trabajo de obra el costo de los puestos administrativos obtenido en el punto anterior.
6. 4º REPARTO: Se imputa a cada actividad, productiva o administrativa, el tiempo consumido por cada puesto de trabajo, utilizando como medida de tiempo el minuto y como unidad portadora de costo estándar el costo horario calculado en el 2º reparto para las actividades administrativas y el obtenido en el 3er reparto para las actividades principales, primarias o productivas.

Con posterioridad se le agregan todos los gastos directos, o sea, el nivel 5.

Determinado el costo interno por actividad, al agregarle los gastos de aprovisionamiento (externos), costos directos, obtendremos el costo total de cada actividad en desarrollo o realizada.

#### **4. Procedimiento de cálculo del costo estándar.**

Para definir el procedimiento de cálculo del costo estándar, se deben establecer cuatro grupos de costos:

**V** = Costos horas-hombre de los niveles 1, 2, 3 y del año (n-1). Se toman los gastos del año anterior

- 1) como presupuesto para el año n (año en curso) con el objetivo de limitar el crecimiento de los gastos fijos indirectos.

**X** = Costos salariales del personal, horas-hombre, a nivel individual, del año n (nivel 0). Se toman los datos del año n (año en curso) por las exigencias de los contratos laborales en curso, sometidos a una legislación laboral derivada de la aplicación de los convenios colectivos.

Nivel 1: Gastos de infraestructura, Nivel 2: Gastos de funcionamiento, Nivel 3: Gastos de material utilizado, Nivel 4: Gastos financieros.

**Y** = Costo complementario, formado por la suma de V y X correspondientes al personal administrativo.

Esta suma se convertirá en horas-hombre al dividirlo por el total de horas que corresponden al personal técnico.

**Z** = Costos directos, formados por el nivel 5, que no se incorporan al costo estándar por ser un costo de imputación directa. Es el caso de los materiales y la subcontratación.

Se definen dos conceptos de costo estándar horas-hombre:

**CSAH(X)** = Costo estándar horario de apoyo de cada empleado. Con este tipo de costo se pretende, controlar la productividad del personal y departamentos de apoyo. Por ejemplo, gerencia, administración, servicios generales, informática.

**CSPH(X)** = Costo estándar productivo horas-hombre para cada empleado de línea. Con este tipo de costo se determinan los costos de las actividades productivas (contratos), que constituyen el producto final de la empresa y permite también controlar la productividad del personal técnico.

Ambos costos se calculan mediante el siguiente proceso:

**CPH(x) (X)** = Se asigna a cada empleado los costos de personal que corresponde a cada uno de ellos (nivel 0), de acuerdo con los contratos suscritos. Incluye las cargas sociales. Determina el costo salarial (horas-hombre) personalizado de todos los trabajadores de la empresa.

**CSGH (V)** = Es el resultado de distribuir V entre los trabajadores de la empresa, según la jornada laboral de cada uno de ellos. Determina el costo del activo material fijo-indirecto por horas-hombre de todo el personal de la empresa, según su jornada laboral.

**CC (Y)** = Es la suma de V y X correspondientes al personal de apoyo.

**CCH** = Es el cociente de dividir el CC por el número de horas disponibles de todo el personal técnico (HT), al que denominaremos costo complementario horas-hombre.

**CSAH(X)** = Es el costo de cada trabajador de apoyo, formado por V y X personalizado para cada uno de dichos empleados.

**CSPH(X)** = Es el formado por la suma de los V e Y más el costo salarial individualizado de cada trabajador de línea productiva (X). De este modo se obtiene el costo horas-hombre del personal de línea, al que denominaremos **costo estándar productivo horas-hombre**. Una vez calculado permite que el personal de línea productiva impute en tiempo real las horas y/o fracciones que diariamente dedica a cada actividad que realiza, sea productiva o no lo sea, en función del tiempo dedicado a ella.

**Procedimiento:**

Vamos a concretar los pasos que han de seguirse para poder calcular el costo estándar de las actividades de costo, así como para distribuirlos por áreas, personal y actividades.

- Paso 1: Identificar y reclasificar todos los gastos históricos del último ejercicio completo, por tipos de gastos, agrupándolos por capas o **niveles de costos**.
- Paso 2: Realizar el listado básico de todo el personal de la empresa. Se consideran actividades de costo para estos efectos:
  - Para el personal, las horas.
  - Para los inmuebles, los metros cuadrados.
  - Para el mobiliario, los elementos que conforman cada puesto de trabajo.
  - Para informática, los elementos que la componen (computadores, trazadores, impresoras, software, etc.).
  - Paso 4: Crear una base de datos multiusuario, multifunción y multinivel, interactiva y en tiempo real, para la captura individual de datos asignados a las actividades productivas y administrativas
  - Paso 5: Definir la interrelación entre contabilidad general, contabilidad analítica y toma de tiempos individualizada, para poder controlar los costos estándar y los costos por actividades.
  - Paso 6: Tomar tiempos de dedicación concreta de todo el personal, mediante acceso directo a la base de datos, con validación y supervisión de los responsables respectivos.
  - Paso 7: Clasificar y codificar las actividades como productivas, primarias o principales (las que consideran un producto terminado y facturable) y como administrativas, secundarias o subordinadas, que sirven de apoyo y desarrollo de la actividades primarias, productivas o principales.
  - Paso 8: Asignar costo por actividades, sean éstas productivas o no. Las primeras, por razones de rentabilidad y productividad; las segundas, por razones de productividad.

## 9. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### 1.- La importancia del control de costos en la gestión de proyectos de construcción

Para entender el control de costos en la gestión de proyectos de construcción, es necesario definir la gestión de proyectos: La gestión de proyectos consiste, en definir los requisitos de trabajo, el establecimiento de la medida de trabajo, la asignación de los recursos necesarios, la planificación de la ejecución de la obra, el seguimiento del avance del trabajo y los ajustes a las desviaciones del plan original.

Por otro lado: La administración de proyectos es la planeación, organización, coordinación, dirección y control de los recursos para lograr el objetivo del proyecto. El proceso de administración de proyectos consiste, en planear el trabajo y luego trabajar el plan.



Es importante especificar en qué consisten la planificación, la organización, la dirección y el control como pilares esenciales en la gestión de proyectos.

La planificación de los proyectos consiste en definir completamente todos los posibles trabajos requeridos a través del desarrollo de un proyecto documentado en un plan determinado.

La organización implica la obtención de los recursos adecuados y personal suficiente para desempeñar el trabajo y la organización de las tareas; como también un buen ambiente de motivación laboral que incite al trabajo en equipo.

La dirección consiste en la implantación de los planes necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto, teniendo en cuenta personal calificado, capacitación de este y asignación de las responsabilidades.

El control consiste en comparar y rastrear el avance real con lo planeado; el monitoreo de las tareas asignadas al equipo; la presentación de los avances reales, los programas, los costos y valor agregado del trabajo desempeñado y la implementación de acciones correctivas.

Para la aplicación de las acciones correctivas es importante identificar los problemas a tiempo antes de que se agraven y la solución debe ser inmediata.

El control de costos hace parte de la gestión de proyectos como una función importante en la determinación para el éxito. En este sentido, el control de costos es definido como el registro y análisis de los datos con el fin de tomar medidas correctivas anticipadas. El control de costos implica gestión en la estimación de los mismos; la contabilidad de los costos, el flujo de caja del proyecto; el flujo de caja de la empresa; los costos directos e indirectos.

## **2. Control de costos y su función**

El control de los costos, consiste en analizar el desempeño de los costos con el fin de reducirlos. Para ello hay que revisar el plan del proyecto, incluyendo estimaciones de tiempos y costos, identificando variaciones negativas y definiendo acciones correctivas para estas con el fin de mejorar la eficiencia del proyecto. Para el control de costos eficiente en los proyectos de construcción es necesario la elaboración de los presupuestos conformados en paquetes de trabajos denominados capítulos, subcapítulos y análisis de precios unitarios, de una forma lógica y en componentes manejables que ayudan a asegurar que los trabajos se realicen en los tiempos y con los costos planeados y por las personas cuyas responsabilidades tengan asignadas de acuerdo a los programas de trabajo establecidos durante la planeación del proyecto para contribuir al alcance de este.

Similar a la estructura de división del trabajo, la cual es una descomposición jerárquica, planeada en función de los entregables del proyecto, en paquetes y programas de trabajo que producen los entregables del proyecto.

## **10. PRONÓSTICO A TÉRMINO DE PROYECTO.**

El pronóstico es uno de los pasos más significativos en el control de proyectos. Esta predicción le dará la posibilidad al jefe de proyecto y su equipo mejorar los resultados o llevar a cabo acciones correctivas en el proyecto, todo con el fin de que el desempeño final se acerque, o mejore, lo planificado, sobre todo en lo relacionado con el control de los costos.

### **1. Pronóstico de cumplimiento del programa.**

Este punto debe focalizarse en dos ámbitos, el primero es el pronóstico de la fecha de término del proyecto y el segundo es el cumplimiento de los hitos intermedios y de las actividades claves. Para esto la revisión de las tendencias de productividad y desempeño, los histogramas de mano de obra, y cuadros de disponibilidad de equipos principales es el punto de partida para pronosticar la fecha de término del proyecto.

El programa debe mantenerse actualizado incorporando todas las modificaciones de contrato y tener especial análisis en la ruta crítica y sub-críticas ya sea de construcción o de suministros.

El pronóstico general del proyecto debe ser precedido por un pronóstico preliminar que suponga que las tendencias actuales se mantienen, de la misma forma, las tendencias de desempeño asociadas a los hitos intermedios deben suponerse que continúan para la primera evaluación del programa, así con esta primera visión de las fechas de término se deben revisar en profundidad las áreas que presenten una mayor desviación respecto del programa y lograr identificar acciones correctivas posibles. Los resultados esperados de las medidas correctivas se deben incorporar en el pronóstico, este proceso se puede requerir varias revisiones, hasta que el equipo del proyecto haya validado la factibilidad de adoptar algunas de las medidas correctivas identificadas.

## **2. Pronóstico de costos.**

Para el pronóstico de los costos a término, el PMI (Project Management Institute), sugiere que se capturen los cambios que resulten del desarrollo y desempeño del proyecto, y los cambios que han ocurrido hasta la fecha de preparación del pronóstico. El pronóstico se genera a partir de los costos reales incurridos a la fecha de control, a éstos se les agrega una extrapolación de las tendencias que surgen de las actividades del proyecto y/o de una evaluación independiente del trabajo que falta por ejecutar. Todo pronóstico debe ser un reflejo completo y realista del costo final esperado del proyecto sin caer en optimismos ni pesimismo indebidos.

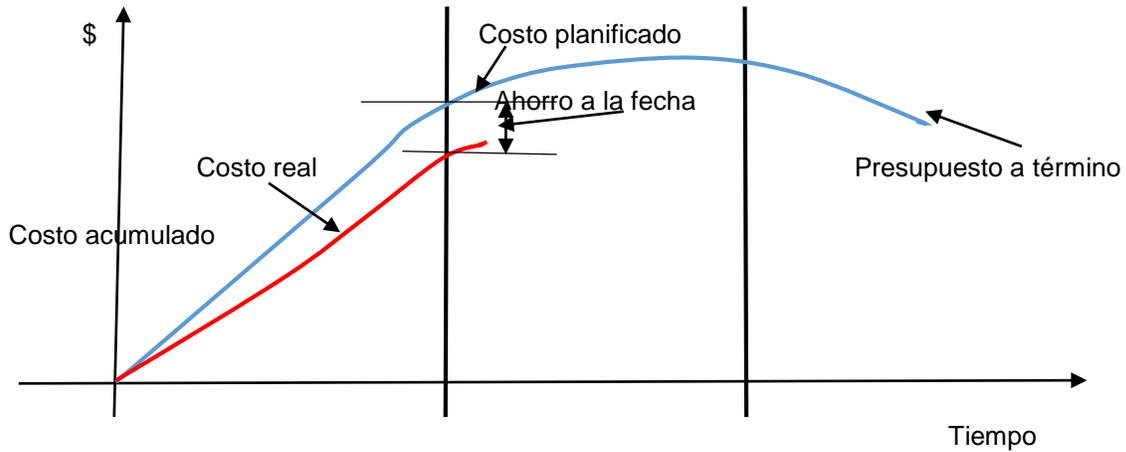
## **3. La gestión del valor ganado.**

La Gestión del Valor Ganado es una herramienta de análisis de desempeño, determinación de tendencias y elaboración de pronósticos que combina las variables de plazos y costos. Así, esta técnica permitirá controlar la ejecución de un proyecto a través de su presupuesto y de su programa de ejecución. Ésta técnica principalmente cubre las tres áreas más importantes de conocimiento de la Gestión de Proyectos: Gestión del Alcance, Gestión del Costo y Gestión del Tiempo. Así, unifica esas tres áreas en un marco conceptual común que permite representar matemáticamente las relaciones entre ellas. Puede ser usada para mejorar dramáticamente la tasa de éxito en proyectos cuando es complementada con otras técnicas de la Gestión de Proyectos.

## **4. Costo Real vs Costo Planificado.**

Si el costo acumulado real de un proyecto ha sido menor que el valor acumulado planificado ¿Va bien el proyecto? La respuesta común es sí, pero no necesariamente, siempre dependerá del avance real del proyecto. El gasto planificado está asociado a una medida del avance. Si el avance ha sido muy bajo, un costo real menor que el gasto planificado podría estar plenamente justificado. Una alta velocidad de ejecución del proyecto puede tener como consecuencia un alto costo, que dependiendo del tipo de contrato del proyecto, podría ser beneficioso o no para el resultado esperado. Las comparaciones entre el costo real y el costo programado de un proyecto basado en un cronograma con un avance agresivo y tiempo limitado, frecuentemente puede ser un error si no se considera la variable de avance, no así en los contratos de operaciones continuas que son contratos extensos y uniformes.

### COSTO REAL VS COSTO PLANIFICADO

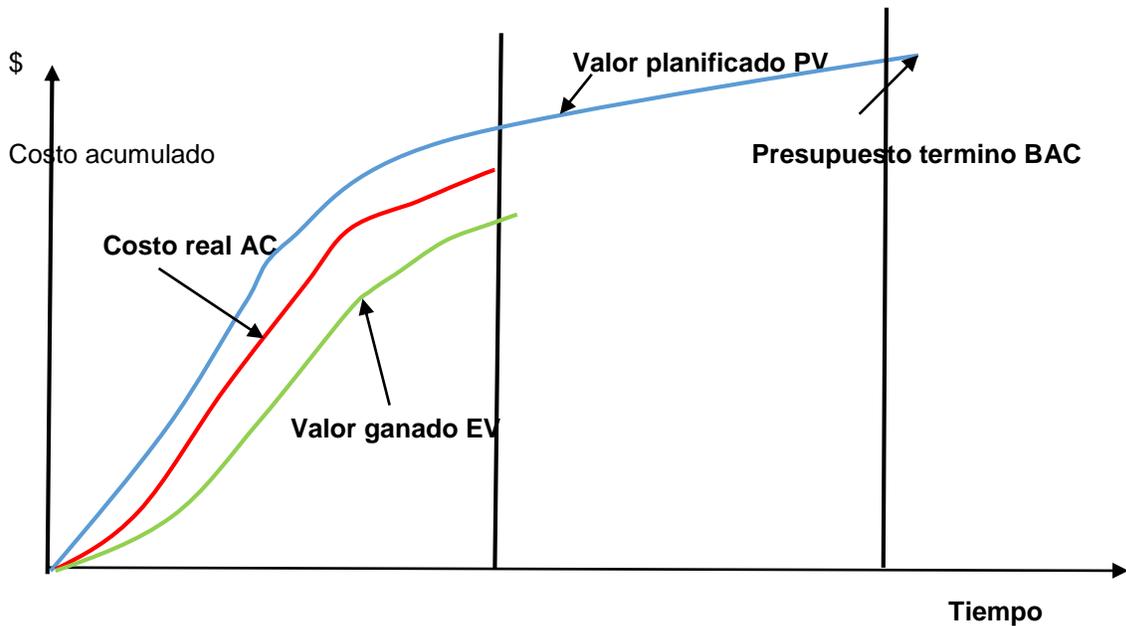


### 5. Análisis de Valor Ganado.

La gestión del valor ganado, tiene su base en el uso de tres variables bien claras y determinadas: Valor Planeado, Programado o Planificado, Costo Actual, Valor Ganado.

Ésta última variable es una buena medida del avance. El análisis del valor ganado principalmente compara el valor programado con el valor ganado con el propósito de conocer la velocidad del proyecto. También compara el costo actual con el valor ganado con el propósito de saber si el proyecto está en el presupuesto. Este control de avance para que sea significativo debe controlar las Horas Hombre de construcción asociadas a un presupuesto.

### COSTO REAL VS COSTO PLANIFICADO VS VALOR GANADO



#### **6.- Valor planificado (PV).**

El valor planificado representa el valor económico que será invertido en un proyecto y asocia un valor a cada momento del tiempo. Éste comienza en el hito de inicio hasta la duración total estimada del proyecto, siendo cero el valor mínimo y el valor máximo es el presupuesto total del proyecto.

#### **7. Valor ganado (EV).**

El valor ganado representa el avance del proyecto, se mide en unidades de valor económico (Horas Hombre) y está asociado directamente con el valor planeado, esto se debe a que cuando es ejecutada una unidad de trabajo, **EV** adiciona el mismo valor que fue planeado para esa unidad de trabajo en la curva **PV** (Valor planificado).

#### **8. Costo actual o real (AC).**

El costo actual representa cuánto dinero ha sido gastado en un proyecto y está claramente asociado con el valor ganado, porque las unidades de trabajo que son medidas por **AC** son las mismas que **EV** ha añadido como progreso.

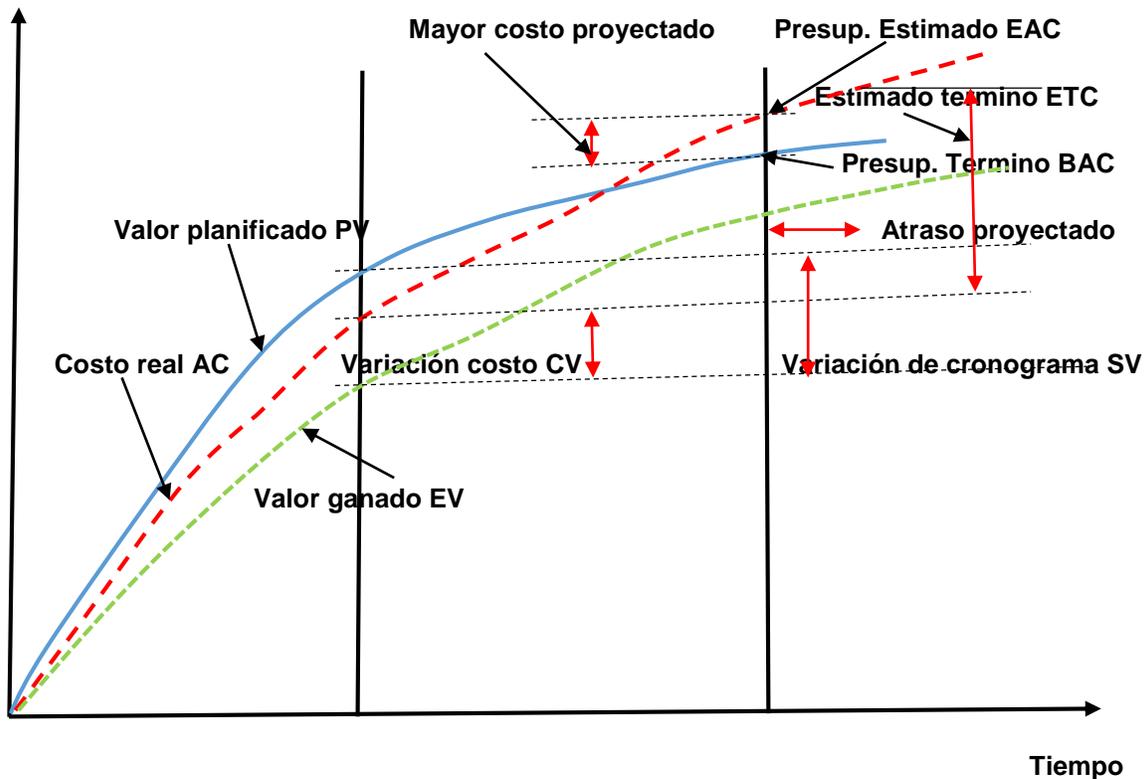
#### **9. Presupuesto a término (BAC).**

El presupuesto a término o presupuesto de obra, no es una función del tiempo, es simplemente un valor constante que puede ser definido como el máximo del valor planeado **PV**.

#### **10. Presupuesto estimado a término (EAC) y Presupuesto estimado para completar (ETC).**

El presupuesto estimado a término y el presupuesto estimado para completar, son funciones asociadas a un costo en el tiempo. **EAC** puede ser definido como la respuesta a la pregunta ¿Cuánto va a costar finalmente el proyecto?

El costo estimado para completar el proyecto, llamado **ETC**, es la diferencia entre el costo estimado a término **EAC** y el costo actual **AC**. Para determinar el EAC máximo del proyecto sólo se debe sumar el **AC** y **ETC**.



### COSTOS FINALES Y VARIACIONES PROYECTO

#### 11. Índice de desempeño de costos (CPI) y varianza de costos (CV).

La variación de costos de un proyecto es simplemente la diferencia entre el valor ganado y el costo actual. El valor es positivo si el costo presupuestado del trabajo ejecutado es mayor o igual que el costo real del trabajo ejecutado, por lo que **CV** es positivo, si el proyecto está dentro del presupuesto. Una consideración en el cálculo es que el valor asignado en **EV** debe ser expresado en pesos por hora hombre (\$/HH).

$$CV = EV - AC$$

El índice de desempeño de costos se define como la razón entre **EV** y **AC**. El valor es mayor que uno si el costo presupuestado del trabajo ejecutado es mayor que el costo real del trabajo ejecutado, por lo que el **CPI** es mayor que uno si el proyecto está dentro de presupuesto. Al igual que para el cálculo de **CV** se debe considerar en el cálculo el valor de **EV** la expresión del valor en pesos por hora hombre (\$/HH).

$$CPI = EV / AC$$

## 12.- Índice de desempeño de programación (SPI) y variación de programación (SV).

La variación de programación de un proyecto es simplemente la diferencia entre **EV** y **PV**. El valor es positivo si el avance presupuestado del trabajo ejecutado es mayor que el trabajo programado. **SV** es positivo si el proyecto está dentro del cronograma. Para el cálculo de este indicador se debe considerar como unidad de medida las horas hombre.

$$SV = EV - PV$$

El índice de desempeño de programación comúnmente es definido como la razón entre **EV** y **PV**, el valor es mayor que uno si el avance presupuestado del trabajo ejecutado es mayor que el trabajo programado. **SPI** es mayor que uno si el proyecto va más rápido que lo programado.

$$SPI = EV / PV$$

## TEMA 2: CONCEPTOS Y ESTIMACIÓN DE COSTOS EN LOS PROYECTOS

### 1. MARCO REFERENCIAL

Como lo define el PMI, (Asociación Internacional de profesionales en la gestión de proyectos), la estimación de costos es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos financieros necesarios para completar las actividades de un proyecto. La estimación de los costos es fundamental para todos los proyectos pero, especialmente aquellos costos relacionados con la ingeniería, donde se encuentra estrechamente ligados a la planificación, diseño, y gestión de presupuestos. Así mismo, varios investigadores han trabajado en el desarrollo de estimaciones de costos que maximizan el valor práctico en ambientes con información limitada con el fin de mejorar la exactitud y fiabilidad de la estimación de los costos.

Dado que uno de los principales errores al momento de realizar las estimaciones corresponde a que los costos del proyecto son estimados de manera optimista, incompleta o imprecisa, sin considerar todos los factores que intervienen en los costos reales, como la adecuada elección de materiales, herramientas, equipos, economías de escala, factores de desplazamiento de los costos en el tiempo y los imprevistos que pudieran aparecer durante la ejecución, en particular en proyectos de construcción, la exactitud de la estimación es a veces incierta debido a la complejidad del proyecto y los cambios en el diseño.

Entre las técnicas de estimación de costos se encuentran las descritas en la Tabla a continuación:

**TABLA 1 TÉCNICAS DE ESTIMACION DE COSTOS**

TÉCNICAS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Estimaciones por analogías	Basada en datos históricos. Rápida y fácil de entender	Requiere ser normalizada para asegurar su precisión
Estimación mediante parámetros	Se basa en observaciones reales y elimina la dependencia subjetiva del analista. Permite generar escenarios del tipo “qué pasa si”.	Se debe documentar el proceso en selección de los datos. Difícil, costosa y requiere tiempo de elaboración.
Toda la Ingeniería de construcción desde los inicios a término (Ascendente)	Altamente utilizable e intuitiva	No genera niveles de confianza estadística. Relaciones entre costos, programadas por el analista de costos.
Juicio de experto o su opinión	Método muy aplicado	Netamente subjetivo. Supuestos se basan en los conocimientos y experiencias del analista.

El PMBOK (Compendio del conocimiento de la Gestión de Proyectos), dedica uno de sus capítulos exclusivamente a la gestión de costos del proyecto, a pesar de esto es más amplio y no delimita las técnicas de costear como tal, las enmarca dentro de un gran ítem denominado Herramientas y técnicas para la estimación de costos dentro de cuyos ítems podemos indicar:

1. Juicio de expertos
2. Estimación análoga
3. Estimación paramétrica.
4. Estimación ascendente
5. Estimación por tres valores
6. Análisis de reservas
7. Costo de la Calidad
8. Software de la gestión de proyectos
9. Análisis de ofertas de proveedores
10. Técnicas grupales de toma de decisiones

Para efectos de una primera aproximación en la estimación de costos, se ha decidido separarlas en tres clasificaciones, como se observa en la Tabla 2, Herramientas Técnicas para la estimación de costos.

1. **Técnicas:** Hacen referencia a la manera que se puede categorizar las diferentes técnicas de costeo que se encontrarán en los documentos de revisión de los costos en un proyecto determinado. Presentan una metodología claramente definida que permite ser categorizada en uno o varios tipos de técnicas.
2. **Herramientas:** Facilitan el uso de las Técnicas de costear, son instrumentos en los que se apoyan las técnicas que permiten llegar más rápido al resultado final de los costos.
3. **Costos Marginales a tener a considerar:** Son costos que no son inherentes al objetivo principal de los proyectos, pero que se deben tener en cuenta para evitar caer una estimación equivocada u errónea.

**TABLA 2 HERRAMIENTAS Y TECNICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS**

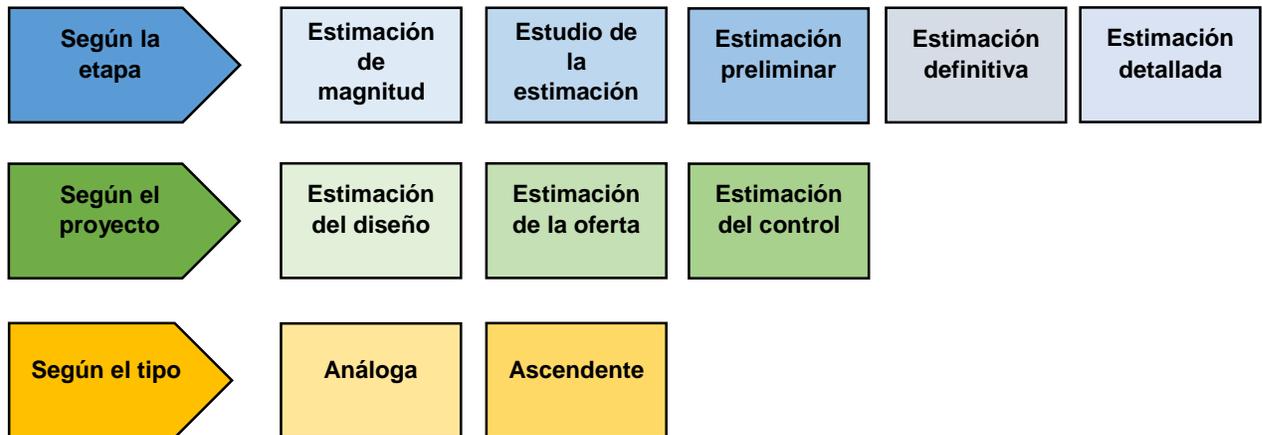
TECNICAS	HERRAMIENTAS	COSTOS MARGINALES A CONSIDERAR
Estimación análoga	Software de gestión de proyectos	Análisis de reservas
Estimación paramétrica	Análisis de las ofertas de proveedores	Costo de la calidad
Estimación ascendente	Técnicas grupales de tomas de decisiones	
Estimación de tres valores		
Juicios de expertos		

## 2. RESULTADOS Y ANÁLISIS EN LA ESTIMACIÓN DE COSTOS

### 1. Tipos de Técnicas de Estimación de costos

En general, existen varias clasificaciones para la estimación de costos, y en la Figura 1 a continuación se identifican las diferentes clasificaciones:

FIGURA 1 TIPOS DE ESTIMACIONES DE COSTOS

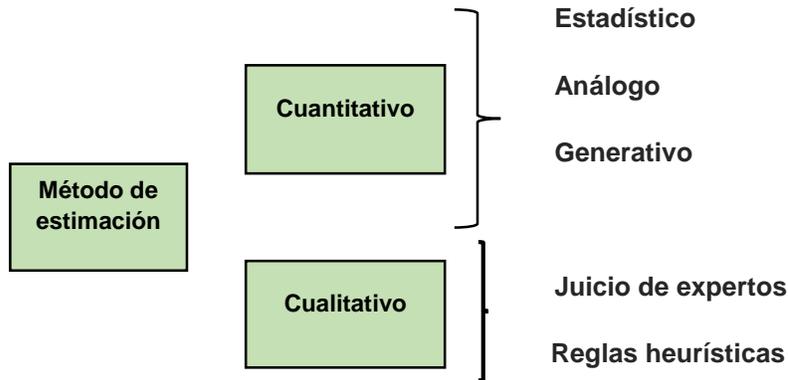


Por otro lado, algunos especialistas, realizan un análisis específico de métodos de estimación de costos que se han aplicado en el planeamiento de misiones espaciales, en el cual identifican tres métodos: estimación análoga y paramétrica, las cuales clasifica como estimaciones del tipo top-down y juicio experto. Así mismo, mencionan que las técnicas también se trabajan conjuntamente para generar nuevos modelos híbridos.

La estimación de costos análoga, es una técnica para estimar la duración o el costo de una actividad o de un proyecto mediante la utilización de datos históricos de una actividad o de un proyecto similar. Esta estimación, utiliza parámetros tales como duración, presupuesto, tamaño, carga y complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro. Suele ser la técnica más rápida y económica, pero también la más imprecisa. Por otro lado, la estimación paramétrica, como su nombre lo indica, consiste en una estimación con base a parámetros, aunque también puede utilizar datos de proyectos anteriores y datos de referencia, su principal característica es que la estimación se realiza con base a la relación entre variables, por ejemplo, costo por cantidades.

El juicio de expertos, es un conjunto de opiniones que pueden brindar profesionales expertos en una industria o disciplina, relacionadas al proyecto que se está ejecutando. Este tipo de información puede ser obtenida dentro o fuera de la organización, en forma gratuita o por medio de una contratación, en asociaciones profesionales, cámaras de comercio, instituciones gubernamentales y universidades entre otras instituciones.

**FIGURA 2 CLASIFICACIÓN DE LOS METODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS**



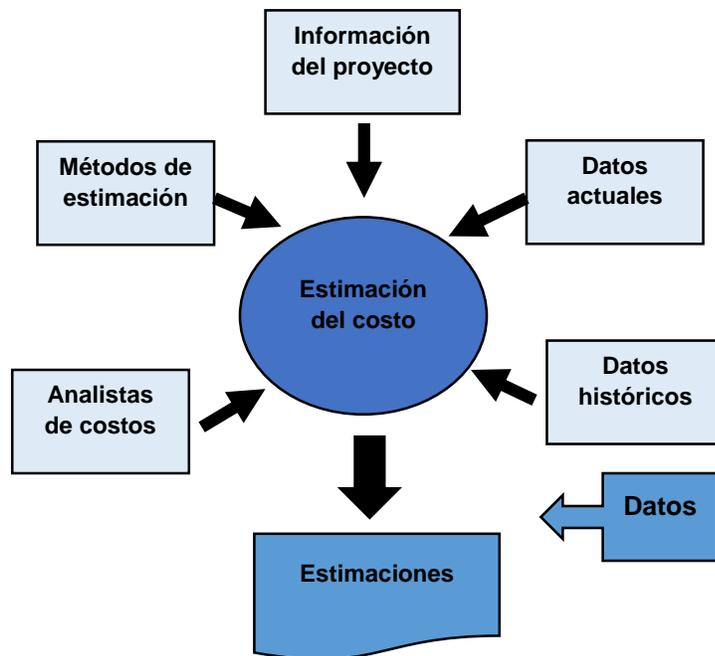
Para esclarecer el tema de reglas heurísticas, podemos definir como lo siguiente: es un conjunto de técnicas o métodos para resolver un problema. La palabra heurística es de origen griego que significa “hallar, inventar”.

La heurística es vista como el arte de inventar por parte de los seres humanos, con la intención de procurar estrategias, métodos, criterios, que permitan resolver problemas a través de la creatividad, pensamiento divergente o lateral.

Adicionalmente, como novedad hablan de modelos cuantitativos genérico-analíticos, en el cual se parte de la descripción del proceso de creación del producto real, para llegar a un análisis detallado de las operaciones en fábrica, con el cual se estima cada fase de procesamiento y se le asigna un valor monetario correspondiente al consumo de recursos en la operación específica.

La descripción que realizan los especialistas en estimación de costos, conceptualmente se asemeja a los sistemas de costeo ABC y categorizan los modelos de estimación de costos en: estimación análoga, ascendente y tecnologías computacionales combinadas con Inteligencia artificial.

**FIGURA 3 ELEMENTOS CRÍTICOS DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS**



En lo que muestra la Figura 3, influyen diversos factores, no obstante, el factor humano, representado por el analista de costos o experto que realizará la estimación es uno de los elementos más importantes a considerar:

- **Datos Históricos:** corresponde a los datos históricos de proyectos similares.
- **Datos Actuales:** por ejemplo en el sector de la construcción corresponde a los costos de materiales, recursos de tipo laboral y equipamiento.
- **Metodología de Estimación:** corresponde al método específico para modelar los costos, tales como método paramétrico o de tasas unitarias.
- **Información del Proyecto:** información sobre el proyecto actual, incluyendo el alcance y las principales características.

Cabe resaltar, que los enfoques para costear los proyectos desarrollados recientemente tienden a usar métodos más complejos y un gran volumen de datos debido al uso intensivo de tecnologías informáticas y técnicas de programación matemática.

## **2. Estimación de costos Análoga o Top Down**

La estimación análoga o Top Down, es comúnmente usada en las fases de diseño conceptual. Se caracteriza por utilizar información sobre los costos históricos de proyectos previos que cuentan con características similares. Normalmente el analista de costos, toma de la base histórica organizacional el proyecto que se asemeje y con esta información modifica el proyecto actual, lo que es la aplicación de una analogía.

Este tipo de estimación lleva en si una carga subjetiva, ya que es el analista quien establece el nivel de similitud entre los proyectos. Entre sus ventajas, se encuentra su fácil y rápida aplicación, sin embargo, la mayor dificultad radica en encontrar el proyecto análogo correcto para la estimación de los costos.

## **3. Estimación de costos Bottom-up o ascendente**

Comúnmente aplicado para costear grupos o paquetes específicos de trabajo o actividades, por tanto se requiere que la información del proyecto este detallada y disponible. El analista de costos, divide el proyecto en múltiples ítem de trabajo y estima el monto de los recursos de tipo laboral, equipo y materiales necesarios para completar cada uno de esos ítems, así mismo, identifica los costos unitarios de estos costos. Finalmente, los ítems individuales son sumados para identificar el costo total.

El método de costeo basado en actividades (ABC), es una técnica del tipo estimación ascendente o bottom-up, no obstante, es genérica y aplica no solo para calcular el costo de los proyectos, sino para calcular los costos en que se incurre por las actividades de fabricación de los productos.

## **4. Estimación paramétrica**

Modelos de costos paramétricos pertenecen a la familia de los métodos estadísticos en los cuales, se identifican vínculos causales y se correlacionan costos y características del producto con el fin de obtener una función paramétrica con una o más variables.

La precisión de la estimación de costos realizada con modelos paramétricos está basada en los siguientes factores:

1. Una definición precisa de las ecuaciones que se utilizaran. En la mayoría de los modelos paramétricos, las ecuaciones no lineales han reemplazado a las lineales.
2. Revisión en forma constante de los parámetros utilizados. Esto implica no sólo la adición o eliminación de ellos para reflejar los cambios en la tecnología, sino también un conocimiento profundo de los seleccionados.
3. Calibración de los valores numéricos para cada parámetro.
4. Nivel de calificación para cada parámetro utilizado.

## **5. Juicio experto**

Es una metodología en la cual los supuestos y evaluaciones del proyecto son formulados por el estimador basado en su propia experiencia y conocimiento. Por tanto su enfoque es muy intuitivo y es altamente susceptible al sesgo personal y sensible a las presiones políticas o de otra índole.

La estimación de costos bajo esta metodología se puede dar en cualquiera de las fases del proyecto y es altamente útil cuando la información histórica es escasa o inexistente. Así mismo, una vez reunido el grupo de expertos, se requiere un tiempo mínimo y esfuerzo mínimo para generar la estimación.

## **6. Costos de Calidad**

Los costos de calidad (COQ) suelen entenderse como la suma de los costos de conformidad y no conformidad, donde el costo de la conformidad es el precio pagado por la prevención de mala calidad, y el costo de no conformidad es el costo de la mala calidad causado por la falla del producto y servicio. Los costos de calidad, pueden dividirse en cuatro categorías:

1. Costos de prevención: es el costo de cualquier acción tomada para investigar, prevenir o reducir el riesgo de no conformidad.
2. Costos de evaluación: Es el costo de la evaluación de la consecución de los requerimientos de calidad.
3. Costo de falla interna: son los costos derivados dentro de una organización, debido a las no conformidades o defectos en cualquier etapa del ciclo de calidad.
4. Costo de falla externa: el costo que surge después de la entrega a un cliente, debido a las no conformidades o defectos.

Los costos de calidad son uno de los elementos que debe tenerse en cuenta para determinar el costo total de cualquier proyecto, en especial, aquellos relacionados con el sector de la construcción. Por otra parte, muchas veces se afirma que los costos de calidad en proyectos intensivos en software pueden consumir hasta el 60% del presupuesto de desarrollo. Así mismo, un problema asociado con estas estimaciones se relaciona con que los datos de entrada son imprecisos por naturaleza.

En la Tabla 4, se muestran un conjunto de factores que pueden influir sobre los costos de calidad:

**TABLA 4 FACTORES QUE AFECTAN LOS COSTOS DE CALIDAD**

ALTO EFECTO	EFECTO MEDIO	BAJO EFECTO	SIN EFECTO
Duración del proyecto	Periodo proceso de auditoría	Requerimientos de la ingeniería	Requerimiento de preparación del proyecto.
Costos de calidad planeados para el proyecto	Proveedores	Errores de diseño	Equipos con períodos improductivos
Experiencia en equipos de supervisión	Turnos de trabajo	Plan de mejora de la calidad	Contratistas
Tamaño del proyecto	Porcentaje de entregas rechazadas	Tipo de contrato	Gestión del flujo de caja
Localización del proyecto	Tiempo de trabajo	Accidentes	Condiciones climáticas
Concepto de calidad para el equipo del proyecto	Naturaleza de los sub contratistas	Material defectuoso	Nuevas técnicas de construcción
Clases de contratistas	NO	Sueldos y salarios	NO
Tipos de clientes	NO	Factores externos	NO
Habilidades del equipo de trabajo	NO	NO	NO

### 3. COSTOS Y CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

En la Tabla 5 se establece una clasificación en la cual identifican la técnica de estimación y la cruzan con diferentes fases del proyecto, indicando la etapa ideal en la que debería utilizarse dicha técnica.

En particular, esta clasificación que cruza las diferentes fases de un proyecto, se obtuvo del análisis de 31 proyectos públicos en Noruega de los sectores de Infraestructura de transporte, construcción, defensa y tecnologías de la información.

TABLA 5 TECNICAS DE ESTIMACIÓN EMPLEADAS EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO

ETAPAS DEL PROYECTO

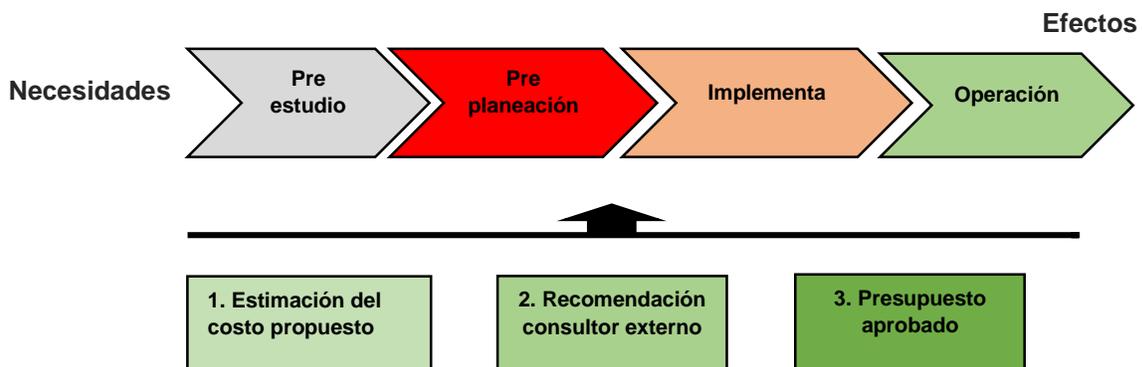
	Iniciación	Planeación del proyecto	del Diseño preliminar	Diseño de detalle	Ejecución
Estimación parámetros	X	X	X		
Razonamiento basado en casos	X	X	X		
Redes neuronales artificiales	X	X	X		
Costeo basado en actividades				X	X
Simulación estocástica	X	X			

De la Tabla 5 anterior, exponemos las siguientes definiciones:

Las redes neuronales artificiales (también conocidas como sistemas conexionistas) son un modelo computacional vagamente inspirado en el comportamiento observado en su homólogo biológico, que consiste en un conjunto de unidades, llamadas neuronas artificiales, conectadas entre sí para transmitirse señales.

El significado de Simulación de Sistemas Estocásticos, también mencionado en la Tabla 5, es un sistema o proceso estocástico el cual su comportamiento es no-determinístico. Esto significa que el estado subsecuente del sistema se determina tanto por las acciones predecibles del proceso, como por un elemento aleatorio.

FIGURA 4 CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS



La Figura 4, presenta el ciclo de vida del proyecto, en el cual durante la fase de pre-planeación, se realizan las estimaciones de costos, este proceso puede variar entre varios meses o entre uno o tres años, dependiendo de cada proyecto.

El proceso indica que la estimación inicial 1. , es realizada por la organización proponente del proyecto, usualmente una empresa o un organismo estatal, posterior a ello, los consultores externos 2. , ofrecen una evaluación externa del proyecto y dan sus recomendaciones sobre el presupuesto partiendo de un análisis independiente de incertidumbre. Finalmente 3., se recibe la aprobación del organismo regulador o Gobierno y el permiso para la ejecución del proyecto.

En el estudio muestran que las estimaciones iniciales de costos realizadas por los proponentes de proyectos, normalmente son mayores a aquellas desarrolladas por parte de consultores externos, en un 74% de los proyectos, así mismo, las decisiones de los gobiernos o reguladores, se basan directamente en la estimación del consultor externo.

## UNIDAD 2: COSTOS ASOCIADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

### TEMA 1: ANALISIS DE PRESUPUESTOS Y PRECIOS UNITARIOS

#### 1. COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Cuando se piensa en un proyecto de construcción, el primer interrogante asociado con él es acerca del costo final del proyecto. Para saber el costo final, es necesario, determinar los costos requeridos para concebir y construir dicho proyecto.

Los costos corresponden a la inversión de capital en las siguientes etapas definidas:

##### 1. Planeamiento del proyecto

- Estudios preliminares.
- Diseño de los sub proyectos.
- Estudios complementarios.

##### 2. Construcción del proyecto:

- Ejecución de las actividades constructivas.
- Administración y control del proceso constructivo.

El costo detallado de los recursos, sea un bien o un servicio, es el valor en dinero que debe invertirse para obtenerlo, y por lo tanto, debe ser identificado, evaluado y clasificado durante la etapa inicial y de planeamiento del proyecto, y controlado durante el proceso de construcción.

La evaluación de costos de un proyecto de construcción considera el estudio de factores de diversa índole, entre los que se destacan:

1. **Los planos y las especificaciones:** Se refiere al estudio de la información necesaria para determinar la magnitud, la calidad y el proceso de la construcción. Es en síntesis, un estudio que analiza el aspecto físico del proyecto.
2. **El entorno:** Consiste en la evaluación y el análisis de las condiciones físicas, legales, comerciales y técnicas que rodean el sitio de la obra y su construcción.
3. **La organización de la obra:** Quien elabora un presupuesto, lo hace basado en una organización de obra que supone como ideal, y de allí, se desprenden sus estimaciones y estudio de la información necesaria para la evaluación de los costos.

Algunos aspectos referentes a la organización de la obra que inciden en su costo final son, entre otros: los sistemas de transporte de materiales, disposición adecuada de los mismos, características y métodos para obtener la producción y eficiencia estipulada para los equipos y maquinarias, su uso

y localización, además de la conformación cuantitativa y cualitativa de las cuadrillas o grupos de personal.

- 4. La industria de la construcción:** Algunas características de la industria de la construcción la diferencian de las otras industrias, y estas a su vez inciden en el costo de un proyecto, tales como: alta dependencia de otras industrias manufactureras que le sirven como proveedoras, fuerte influencia de la economía nacional en su ciclo productivo, productos finales inertes e inamovibles, centros de explotación dispersos y desplazables, y reclutamiento de mano de obra temporal e itinerante o fuera de la zona.

A continuación y con la finalidad de dar una imagen amplia de los costos que pueden presentarse en el planeamiento y ejecución de una construcción presentamos los siguientes ítems que se debe de considerar:

- 5. Terreno:** Para calcular el costo real del terreno, además del costo de adquisición, deben considerarse los intereses de capital, el valor de los estudios de propiedad y de títulos y los impuestos.
- 6. Gastos de pre inversión:** Se refieren al pago del levantamiento topográfico del terreno o lote, a los estudios de factibilidad técnica y financiera y al estudio de impacto ambiental.
- 7. Asesorías, estudios y diseños:** Son los gastos necesarios para los diseños del proyecto arquitectónico, proyecto estructural, proyecto de instalaciones sanitarias, proyecto de instalaciones eléctricas y afines, y el proyecto de las instalaciones de gas.  
Además de los gastos o pagos por la elaboración del presupuesto, la programación de obra y del reglamento de propiedad; y por los gastos generados por los honorarios de expertos consultores o asesores o de la interventoría en el proyecto.
- 8. Gastos de construcción:** son los que representan el pago de la mano de obra que ejecuta los procesos constructivos y el pago de los equipos, herramientas y materiales necesarios para construir la edificación.
- 9. Gastos generales:** comprenden los pagos de toda la estructura logística necesaria para la administración de la ejecución del proyecto, la evaluación de los imprevistos y la evaluación de las actividades.
- 10. Impuestos de construcción:** Son los gastos por concepto de permisos de ocupación de vías y caminos, licencia de construcción, aprobación del proyecto por parte de la autoridad competente (municipalidades generalmente), entre otros.
- 11. Derechos de instalación de servicios públicos:** Están relacionados con los pagos por concepto de instalación de agua, alcantarillado, energía eléctrica, teléfono y gas.

**12. Seguros y garantías:** Corresponde al valor de las pólizas de seguros, responsabilidad civil, estabilidad de la obra, seriedad de la propuesta, buen manejo del anticipo, cumplimiento del contrato y pago de prestaciones sociales y seguros de accidentes.

**13. Gastos comerciales:** Son los pagos necesarios para la promoción y propaganda del proyecto, gastos de escrituración y pago de intereses financieros.

La construcción de una obra civil, puede presupuestarse totalmente a través de la evaluación de los gastos de construcción y de los gastos generales, pero el desarrollo mismo de la actividad constructiva y la competencia en el mercado, han hecho que el constructor aborde la evaluación del proyecto como un servicio integral, ofreciendo servicios que van desde la gestión del proyecto hasta su construcción.

## 2. CLASIFICACIÓN DE COSTOS

La clasificación de los costos de un proyecto de construcción debe hacerse atendiendo en primer lugar, la coordinación total entre la forma en que se ejecutará la obra en su parte administrativa y técnica y la forma como se elaborará el presupuesto; y en segundo lugar, un enfoque que permita la adecuada identificación del costo y la deducción de los datos requeridos para su evaluación y control. Existen varias estructuras que permiten la identificación y clasificación de los costos:

### 1. Estructura tradicional o comercial

Esta estructura orienta la clasificación de los costos según la influencia que cada uno de ellos tenga en el presupuesto final. Especifica tres tipos de costos:

**a. Costos directos:** Son aquellos que son proporcionales al tamaño de la obra, ya sea que tengan una relación directa con las cantidades de recursos utilizados en la producción, o que se deriven de la ejecución de una labor de construcción claramente asignable a una actividad constructiva.

También son la suma del costo del material, la mano de obra, y el equipo necesario para la construcción física del proyecto.

Los gastos producidos en obras preliminares, tales como la construcción de oficinas, bodegas, cierres, servicios higiénicos, obras de protección, accesos a la obra, entre otros, deben ser considerados y evaluados como costos directos, teniendo en cuenta el número de usos para sólo recargar en forma proporcional el valor a cada obra.

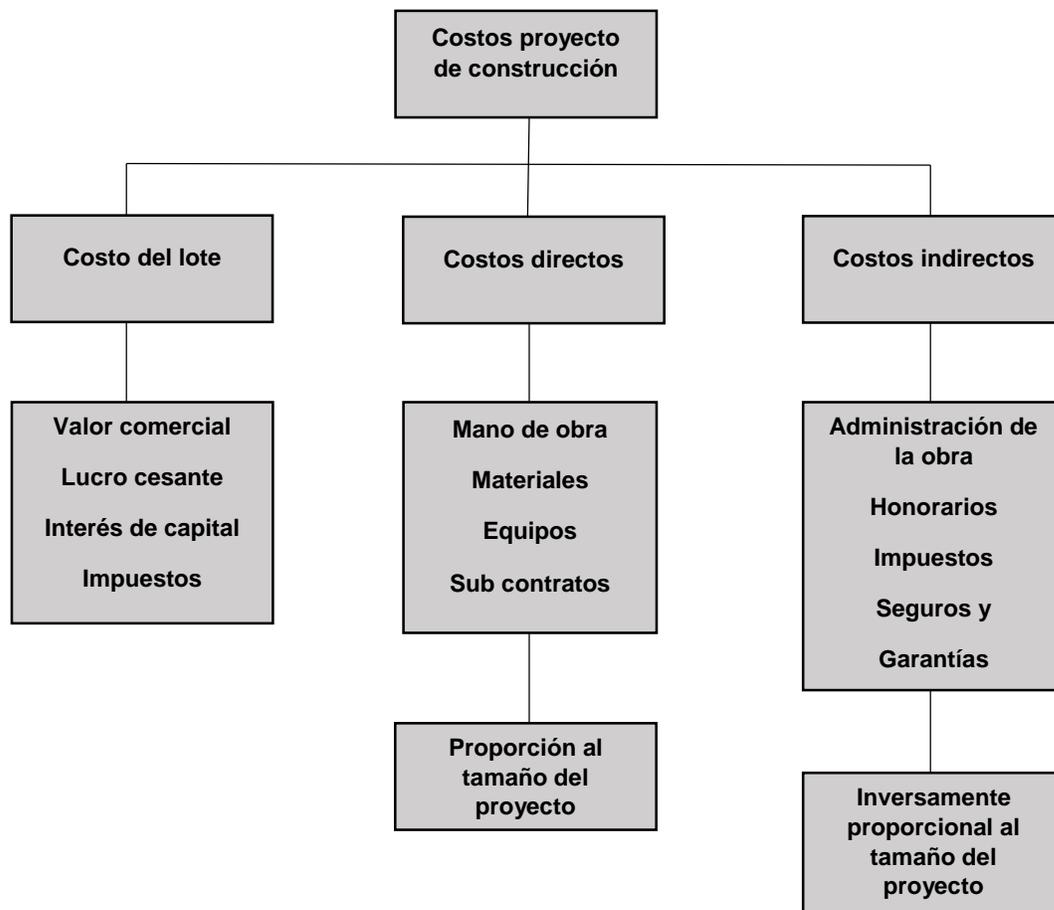
**b. Costos indirectos:** Son aquellos que son proporcionales al tiempo de ejecución del proyecto, que no son claramente asignables a una actividad constructiva o cuya influencia en el costo total de la actividad constructiva es tediosa y difícilmente evaluable. Son los gastos generales de una empresa aplicados por sus oficinas centrales, que se prorratearan entre las diversas obras que realiza, y los determinados para la propia obra y que son considerados solo en ella. Son aquellos en los cuales es necesario incurrir pero que no son fácilmente identificables como una unidad de obra determinada, pero que pueden ser evaluados como actividades independientes.

Ejemplos: servicios públicos, energía eléctrica, vigilancia y papelería.

**c. Lote:** Su valor comercial depende de varios factores entre ellos: localización, topografía, estrato, tipo de uso y desarrollo urbanístico del sector.

El siguiente esquema permite visualizar esta clasificación:

**FIGURA 1 ESTRUCTURA TRADICIONAL O COMERCIAL**



## 2. Estructura según el origen

El enfoque de esta estructura, como su nombre lo indica, permite clasificar los costos según el origen y la forma de cálculo. De esta forma se pueden identificar dos grupos de costos cada uno con una subdivisión, además del lote:

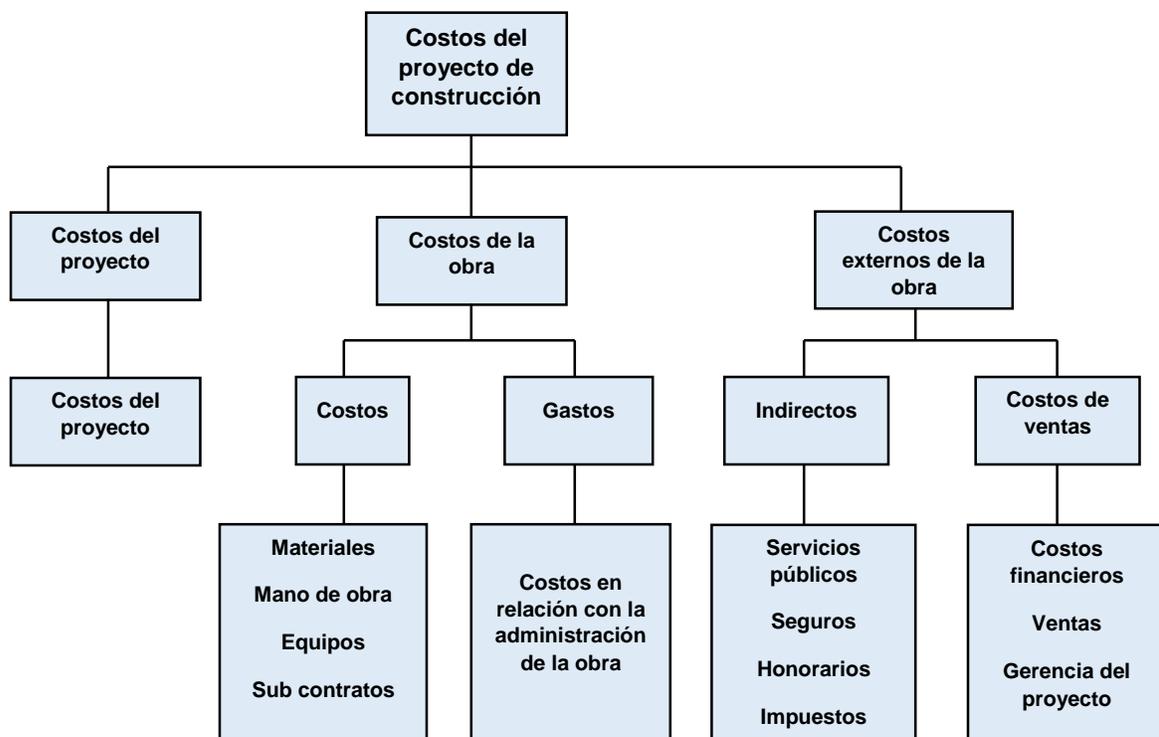
**a. Costos de obra:** Son aquellos generados dentro de la obra y están compuestos por los costos directos tales como la mano de obra de construcción, los materiales, los equipos y las herramientas, es decir, se consideran de igual forma como los concibe la estructura comercial; y por los costos asociados a la administración del proceso constructivo de la obra, más conocidos como gastos generales.

**b. Costos fuera de obra:** Compuesto por los costos relacionados con la obra pero que no se generan dentro de ella. Son los costos indirectos tales como impuestos, seguros y garantías, servicios públicos y honorarios, y los costos comerciales generados por la financiación y comercialización del proyecto.

**c. Lote:** Su valor comercial depende de varios factores entre ellos: localización, topografía, estrato, tipo de uso y desarrollo urbanístico del sector.

El siguiente esquema permite visualizar esta clasificación:

**FIGURA 2 ESTRUCTURA SEGÚN EL ORIGEN DE LOS COSTOS**

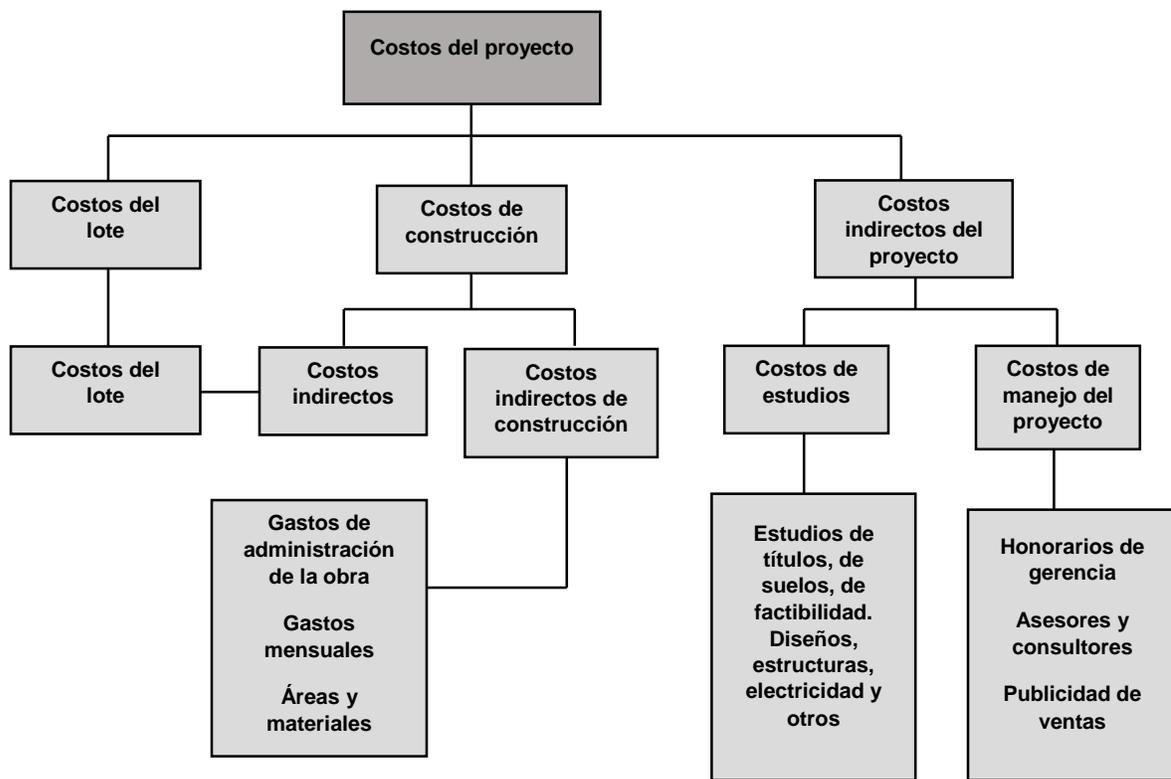


### 1. Estructura combinada

En este caso los costos se clasifican considerando tanto su origen como su incidencia en el valor final de la construcción. Se identifican dos grupos de costos, cada uno con una subdivisión, además del costo del lote, así podemos distinguir:

- a. **Costos de construcción:** Considera los costos de los materiales, la mano de obra, los equipos y las herramientas necesarios para la construcción, denominándolos costos directos, y los costos indirectos de construcción o gastos generales considerados de igual forma como los concibe la estructura anterior.
- b. **Costos indirectos del proyecto:** Son los gastos necesarios para el estudio, planeación, gerencia y venta del proyecto; entre ellos considera los costos de los estudios y los diseños necesarios para la definición y optimización el proyecto, y los costos que se derivan del desarrollo mismo del proyecto tales como los honorarios de asesores, los gastos de ventas y gastos notariales y de inscripción en el conservador de bienes raíces, entre otros.

FIGURA 3 ESTRUCTURA COMBINADA



### 3. PRECIOS UNITARIOS

#### INTRODUCCIÓN

El concepto de precio unitario se define como pago o aporte de la remuneración o pago total que debe hacerse al contratista por unidad de trabajo terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

Antes era común para crear un precio unitario el expresar en un porcentaje del costo en dinero de materiales, mano de obra y maquinaria, de tal modo que los precios precedentes de la estadística de una obra anterior se aumentaban o disminuían para adaptarlos al caso presente de una obra determinada.

Cuando se trata de obras de la misma naturaleza, ejecutadas en circunstancias iguales, pueden obtenerse de la manera mencionada, lo cual origina resultados bastante exactos. Pero, en general, varían tanto las circunstancias de una construcción a otra, aunque se trate de trabajos de la misma naturaleza, que es peligroso aplicar a obras diferentes un mismo precio que esté expresado total o parcialmente en dinero, puesto que se llega a resultados inexactos y, a veces, completamente falsos.

El Precio Unitario está compuesto por: los costos indirectos desde el establecimiento de los conceptos básicos de costos, hasta la obtención del factor de indirectos. Los costos indirectos de operación, elemento que en ocasiones no es considerado en los análisis de precios unitarios y que junto con los costos indirectos de obra, permiten obtener los factores que repercuten sobre los precios. El factor de sobre costo se define como: El factor por el cual deberá multiplicarse el costo directo para obtener el precio de venta, dando además los porcentajes más comúnmente utilizados con respecto a los cargos que integran el análisis de costos de una obra.

Los costos directos, se da en una explicación referente a la depreciación de los equipos, cómo obtener el costo de arriendo de los mismos, y se expone el análisis de combustible y lubricantes.

Siguiendo la metodología se trata lo referente a los costos de mano de obra, haciendo un análisis de los salarios. La obtención de los costos preliminares.

Los costos finales, los componentes de éste y su integración. El análisis de precios unitarios y la integración de costos para realizar concursos de obra, así también se dan las implicaciones legales que estos conllevan.

Se incluye la realización de los datos y consideraciones para la obtención de los costos indirectos. También se agrega el cálculo de los Costos Indirectos de la Administración Central; el Factor de Salario Real Integrado; y el cálculo de las necesidades de financiamiento cuando se otorga un anticipo de obra.

Los precios unitarios de los conceptos de trabajo deberán expresarse por regla general en moneda nacional, salvo en aquellos que necesariamente requieran recursos de procedencia extranjera; previa justificación, podrán cotizar y contratar en moneda extranjera.

Las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al Sistema General de Unidades de Medida; cuando por las características de los trabajos se requiera utilizar otras unidades técnicas de uso internacional, estas podrán ser utilizadas.

Los presupuestos de obra, generalmente en el servicio de construcción de obras son, sin compromiso para el cliente y totalmente gratuitos.

Se incluye un breve recordatorio de la planeación y administración de obras, la teoría general de los contratos y aspectos legales, que por formar parte del proceso constructivo y estar ligado a la integración y análisis de precios unitarios, se considera que dichos aspectos son estudiados en otras materias que son dedicadas para ello.

#### **4. INTEGRACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS**

Entendiendo por integración de precios unitarios, la selección y determinación de los costos y rendimientos del personal, reunir todos los elementos materiales, herramientas, maquinaria y equipo de construcción necesarios para realizar cada uno de los conceptos de trabajo que se requieren para las obras que se realizan, determinando el precio propuesto por cada unidad del concepto que se integra.

Tratándose de obras a precios unitarios, la propuesta deberá contener en lo referente a la integración de los Precios Unitarios, los siguientes documentos:

1. Análisis de los precios unitarios de los conceptos de trabajo, determinados y estructurados de acuerdo con lo previsto en las bases de concurso.
2. Relación y análisis de los costos básicos de los materiales que se requieran para la ejecución de los trabajos. Cuando existan insumos, se deberá señalar el precio ofertado por el licitante.

3. Tabla de salarios base de mano de obra por jornada diurna de ocho horas e integración de los salarios;
4. Análisis, cálculo e integración de los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción, debiendo considerar éstos, para efectos de evaluación, con costos y rendimientos de máquinas y equipos nuevos;
5. Análisis, cálculo e integración de los costos indirectos, identificando los correspondientes a los de administración de oficinas de terreno y los de las oficinas centrales;
6. Análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento;
7. Utilidad propuesta por el licitante;
8. Listado de insumos que intervienen en la integración de la propuesta, agrupando por materiales más significativos y equipos de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción, con la descripción de cada uno de ellos, indicando las cantidades a utilizar, con sus respectivas unidades de medición y sus valores.
9. Catálogo de conceptos, conteniendo descripción, unidades de medidas, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes por partida, sub partida, concepto y del total de la propuesta. Este documento formará el presupuesto de la obra que servirá para formalizar el contrato correspondiente.
10. Programa de egresos de la ejecución general de los trabajos, calendarizado y cuantificado mensualmente, dividido en partidas y sub partidas, de los conceptos de trabajo del monto de la propuesta, debiendo existir congruencia con los programas presentados en la etapa técnica.  
El licitante ganador dentro de los quince días naturales siguientes a la emisión del fallo, deberá entregar el programa de ejecución general de los trabajos, que considere todos y cada uno de los conceptos que integran la propuesta, utilizando preferentemente redes de actividades con ruta crítica y diagramas de barras. Con base en este programa y cuando la magnitud de los trabajos lo requiera, el Jefe de las obras de construcción procederá a elaborar, dentro de un plazo de cuarenta y cinco días naturales siguientes al inicio de los trabajos o de la cantidad de días que se indiquen, el programa detallado y definitivo que se aplicará al contrato dentro del marco de referencia pactado, y
11. Programas de egresos calendarizados y cuantificados en partidas y sub partidas de utilización mensual para los siguientes rubros:
  - De la mano de obra;
  - De la maquinaria y equipo de construcción, identificando su tipo y características;
  - De los materiales más significativos y de los equipos de instalación permanente, y
  - De utilización del personal profesional técnico, administrativo y de servicio encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos de las obras.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Partida 02.00.03 TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimi	400.000 M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				1.17
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.17
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0200	7.70	0.15
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.95	0.28
						0.60
<b>Materiales</b>						
300201	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0100	8.00	0.08
309980	WINCHA	UND		0.0030	50.00	0.15
370247	MATERIALES PARA TRAZO	%MT		2.0000	0.29	0.01
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	3.00	0.06
						0.30
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.60	0.02
491901	TEODOLITO	HM	1.00	0.0200	7.00	0.14
491903	NIVEL	HE	1.00	0.0200	5.50	0.11
						0.27

### EJEMPLO PLANILLA DE PRECIOS UNITARIOS

#### 5. EL COSTO DIRECTO

El costo directo por mano de obra es el que se deriva de los egresos que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, hasta la categoría de jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán dentro de este costo, las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos.

#### 6. EL COSTO INDIRECTO

El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Para su determinación, se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista, comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la oficina del contratista, encargada directamente de los trabajos.

En el caso de los costos indirectos de oficinas de terreno se deberán considerar todos los conceptos que de él se deriven. Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de

cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los egresos de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

Los gastos generales que podrán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la administración de oficinas centrales o a la administración de oficinas de terreno o ambas, según el caso, son los siguientes:

**1. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:**

- a. Personal directivo;
- b. Personal técnico;
- c. Personal administrativo;
- d. Costos de prestaciones sociales.
- e. Pasajes y viáticos del personal enunciado en los incisos a., b. y c, y
- g. Los que deriven de la firmas de los contratos de trabajo, para el personal enunciado en los incisos a., b. y c.;

**2. Depreciación, mantenimiento y arriendos de los siguientes conceptos:**

- a. Edificios y locales;
- b. Locales de mantenimiento y bodegas de repuestos y lubricantes;
- c. Bodegas de materiales
- d. Instalaciones generales;
- e. Equipos, muebles y enseres;
- f. Depreciación y arriendo, y operación de vehículos, y
- g. Campamentos;

**3. Servicios de los siguientes conceptos:**

- a. Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y
- b. Estudios e investigaciones;

**4. Fletes y transportes por los siguientes conceptos:**

- a. Campamentos;
- b. Equipos de construcción;
- c. Plantas y elementos para instalaciones, y
- d. Mobiliario;

**5. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:**

- a. Papelería y útiles de escritorio;
- b. Correos, teléfonos y servicios de comunicaciones.

- c. Equipos de computación;
- d. Copias y duplicados;
- e. Luz, gas y otros consumos, y
- f. Gastos generales de la licitación;

**6. Capacitación y adiestramiento;**

**7. Seguridad e higiene;**

**8. Seguros y fianzas, y**

**9. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:**

- a. Construcción y conservación de caminos de acceso;
- b. Montajes y desmantelamientos de equipos, y
- c. Construcción de instalaciones generales:
  - De campamentos;
  - De equipo de construcción, y
  - De plantas y elementos para instalaciones.

**7. EL COSTO POR FINANCIAMIENTO**

El costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados, que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por periodos. El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser definido claramente. El costo por financiamiento permanecerá constante durante la ejecución de los trabajos, y únicamente se ajustará en los siguientes casos: Cuando varíe la tasa de interés, y cuando no se disponga de los anticipos para el desarrollo de las obras y se determine alguna carga por interés de cada ejercicio subsecuente al del inicio de los trabajos.

Para el análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento se deberá considerar lo siguiente:

1. Que la calendarización de egresos esté acorde con el programa de ejecución de los trabajos y el plazo indicado en la propuesta del contratista;
2. Que el porcentaje del costo por financiamiento se obtenga de la diferencia que resulte entre los ingresos y egresos, afectado por la tasa de interés propuesta por el contratista, y dividida entre el costo directo más los costos indirectos;
3. Que se integre por los siguientes ingresos:
  - a. Los anticipos que se otorgarán al contratista durante el ejercicio del contrato, y
  - b. El importe de las estimaciones a presentar, considerando los plazos de formulación, aprobación, trámite y pago; deduciendo la amortización de los anticipos concedidos, y
4. Que se integre por los siguientes egresos:

- a. Los gastos que impliquen los costos directos e indirectos;
- b. Los anticipos para compra de maquinaria o equipo e instrumentos de instalación permanente que en su caso se requieran, y
- c. En general, cualquier otro gasto requerido según el programa de ejecución.

Para reconocer en el costo por financiamiento las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta, deberán considerar lo siguiente:

1. El contratista deberá fijar la tasa de interés con base en un indicador económico específico, la cual permanecerá constante en la integración de los precios; la variación de la tasa, a la alza o a la baja, dará lugar al ajuste del porcentaje del costo por financiamiento, considerando la variación entre los promedios mensuales de tasas de interés, entre el mes en que se presente la propuesta del contratista, con respecto al mes que se efectúe su revisión;
2. La empresa que contrata el trabajo, reconocerá la variación en la tasa de interés propuesta por el contratista, de acuerdo con las variaciones del indicador económico específico a que esté sujeta;
3. El contratista presentará su solicitud de aplicación de la tasa de interés que corresponda cuando sea al alza; en el caso que la variación resulte a la baja, la empresa deberá realizar los ajustes correspondientes, y
4. El análisis, cálculo e integración del incremento o decremento en el costo por financiamiento, se realizará conforme al análisis original presentado por el contratista, actualizando la tasa de interés; la diferencia en porcentaje que resulte, dará el nuevo costo por financiamiento.

Las empresas para reconocer el ajuste al costo por financiamiento, cuando exista un retraso en la entrega del anticipo en contratos que comprendan dos o más ejercicios, deberán considerar lo siguiente:

1. Únicamente procederá el ajuste de costos en aquellos contratos que abarquen dos o más ejercicios;
2. Para su cálculo, en el análisis de costo por financiamiento presentado por el contratista, se deberá reubicar el importe del anticipo dentro del periodo en que realmente se entregue éste, y
3. El nuevo costo por financiamiento se aplicará a la obra pendiente de ejecutar, conforme al programa convenido, a partir de la fecha en que debió entregarse el anticipo.

## **8.- EL CARGO POR UTILIDAD**

El cargo por utilidad, es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Este cargo, deberá considerar las deducciones correspondientes al impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas.

## **9. LOS CARGOS ADICIONALES**

Los cargos adicionales son las erogaciones que debe realizar el contratista, por estar convenidas como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos e indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad.

Únicamente quedarán incluidos, aquellos cargos que deriven de ordenamientos legales aplicables o de disposiciones administrativas que emitan autoridades competentes en la materia, como impuestos y gastos de inspección y supervisión.

Los cargos adicionales no deberán ser afectados por los porcentajes determinados para los costos indirectos y de financiamiento ni por el cargo de utilidad.

Estos cargos deberán adicionarse al precio unitario después de la utilidad, y solamente serán ajustados cuando las disposiciones legales que les dieron origen, establezcan un incremento o decremento para los mismos.

## **10.- PRECIOS UNITARIOS EN LAS OBRAS Y PRESUPUESTOS**

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales.

Los precios unitarios que formen parte de un contrato o convenio para la ejecución de obras o servicios deberán analizarse, calcularse e integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en todas las leyes y decretos fijados por la autoridad competente.

La enumeración de los costos y cargos mencionados en este análisis y cálculo de precios unitarios, tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible, los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo.

El análisis y cálculo de los precios unitarios para un trabajo determinado, deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con los programas de trabajo, de utilización de personal y de maquinaria y equipo de construcción; debiendo considerar los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás insumos necesarios en el momento y en la zona donde se llevarán a cabo los trabajos, sin considerar el Impuesto al Valor Agregado, todo ello de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad.

El catálogo de conceptos de los trabajos concluidos, únicamente podrá contener, los siguientes precios unitarios:

1. Precios unitarios originales, que son los precios consignados en el contrato, que sirvieron de base para su adjudicación, y
2. Precios unitarios por cantidades adicionales o por conceptos no previstos en el contrato.



En general para la evaluación económica de las propuestas se deberán considerar, dentro del Análisis de los Precios Unitarios entre otros, los siguientes aspectos:

1. Que cada documento contenga toda la información solicitada, y
2. Que los precios propuestos por el licitante sean aceptables, es decir, que sean acordes con las condiciones vigentes en el mercado internacional, nacional o de la zona o región en donde se ejecutarán los trabajos, individualmente o conformando la propuesta total.

Y en el caso de presupuesto de la obra se deberá verificar:

- a. Que en todos y cada uno de los conceptos que lo integran se establezca el importe del precio unitario;
- b. Que los importes de los precios unitarios sean anotados con número y con letra, los cuales deben ser coincidentes; en caso de diferencia, deberá prevalecer el que coincida con el análisis de precio unitario.

## 11. PRESUPUESTOS

En esta parte, definimos y enunciamos lo correspondiente a los diferentes tipos, alcances y definiciones de presupuestos, y en especial relación con nuestro ámbito profesional, analizar su formato y tipos de organización en sus diferentes fases, de costos directos con la importante determinación de los gastos indirectos y de la utilidad del constructor antes de impuestos. Así como además entramos a explicar las razones para que se los clasifique de manera que se comprendan en función de su grado de confiabilidad, y comentar acerca de las principales ventajas que actualmente reporta el saber utilizar y aplicar los software especializados que se han desarrollado para la elaboración de un presupuesto para construcción, ventajas que reportan una mayor velocidad y confiabilidad de respuesta a quienes lo solicitan, y de tranquilidad a quienes los ofrecen.

## 12. DEFINICIÓN Y PRINCIPALES ASPECTOS DE UN PRESUPUESTO

Los presupuestos son programas y cálculos en los que se les asignan cifras a las actividades productivas, implican una estimación de capital, de los costos, los ingresos y las unidades o productos requeridos para lograr los objetivos.

Los presupuestos son un elemento indispensable al planificar, ya que a través de ellos se proyectan en forma cuantificada los elementos que necesita una organización para cumplir con sus objetivos. Los principales objetivos de un presupuesto, implican determinar la mejor forma de utilizar y asignar los recursos, a la vez que controlar las actividades de la organización total en términos financieros.

### **Características generales de los presupuestos**

- Es un documento formal, ordenado sistemáticamente.
- Es un plan expresado en términos cuantitativos.
- Es general, ya que se define para toda la empresa.
- Es específico, porque puede referirse a cada una de las áreas en que está dividida la organización.
- Se lo diseña para un periodo de calendario determinado.

## 13. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS PRESUPUESTOS

### 1. EN RELACIÓN CON EL NIVEL JERÁRQUICO:

Estratégicos o corporativos: Cuando se establecen en el más alto nivel jerárquico de la empresa y determinan la asignación de recursos de toda la organización.

Tácticos o departamentales: Aquellos que son formulados para cada una de las áreas de actividad de la empresa, por ejemplo, un presupuesto de ventas.

Operativos: Se calculan para secciones de los departamentos.

### 2. POR LA FORMA EN QUE SE CALCULAN:

Fijos o rígidos. Cuando se estiman las diferentes operaciones con base en metas definidas de operación.

Flexibles. En estos se hacen cálculos a distintos niveles de operación, lo que permite conocer los resultados en diversas situaciones, sin necesidad de hacer cálculos sobre la marcha.

### 3. POR PROGRAMAS:

Se calculan con base en programas de cada una de las áreas de la empresa, para que la distribución de los recursos se dirija a las actividades que se pueda obtener mayores beneficios.

### 4. POR SU UTILIZACIÓN:

a) Presupuestos de operación: Es la primera sección del presupuesto maestro; abarcan presupuestos de ventas, compras, producción, mano de obra, gastos diversos, etc.

b) Presupuestos de capital: Que comprenden los presupuestos de inversiones capitalizables que realiza la empresa, y de activos fijos tales como maquinaria y equipo, edificios y construcciones, mobiliario, etc. Por lo común, las organizaciones tienen fondos limitados de inversiones de capital y deben dosificarlos entre proyectos cuidadosamente seleccionados. Los patrones de flujo de efectivo convencionales consisten en un flujo negativo (egresos) inicial seguido de una serie de flujos positivos (ingresos).

c) Presupuesto financiero: es un documento que detalla la manera en que una organización obtendrá fondos y los gastará durante un periodo específico. En él se contemplan; balance, estado de resultados, flujo de caja, etc.

#### **14. IMPORTANCIA BÁSICA DE LOS PRESUPUESTOS**

A continuación, se indican algunas consideraciones básicas que deben reunir los presupuestos:

- Convierte los aspectos de ejecución de los planes en unidades de medidas comparables.
- Mide el desempeño de las unidades organizativas y provee metas comparables en cada uno de los departamentos y secciones en forma conjunta.
- Sirve como estándar o patrón de ejecución en valorización de las obras.
- Coordina las actividades de los departamentos y secciones.
- Es un medio de control para las operaciones.
- Determina el límite y alcance de los aportes de capital.
- Establece una base para la acción correcta, ya que las desviaciones son fácilmente identificadas.
- Estipula por centros de responsabilidad, quienes son los responsables de su aplicación.
- Genera una comprensión más clara de las metas organizativas.
- Presenta por anticipado los gastos en que incurrirán las actividades.
- Reduce al mínimo los costos.

#### **15. INTRODUCCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE LOS PRESUPUESTOS**

En la elaboración de los presupuestos de obra, parte vital e importante son los costos indirectos; en los concursos de obra pública es requisito indispensable presentar los análisis de esos costos; los cuales son expresados a veces en pesos, y necesariamente en porcentajes de cada uno de los renglones de gastos en función de la propia empresa, para los costos indirectos de oficinas centrales y de la propia obra como gastos de campo, sin embargo, estos análisis en la mayor parte de los casos son simples requisitos que se presentan y que no han sido debidamente analizados en su contenido de gastos necesarios, sino que, únicamente se ajustan los porcentajes para subir o bajar los montos finales de una propuesta.

Si esto es lo que sucede en su llamado análisis de costos indirectos, las empresas constructoras (mayormente micro y pequeñas empresas) no se ajustan o tratan de someterse a este tipo de control de gastos indirectos, ya que simplemente lo pusieron para cumplir con un requisito o para ajustar un costo final, lo cual provoca que no exista en realidad un gasto programado de los costos indirectos de una empresa constructora, y el personal técnico administrativo que es el que se lleva la mayor parte de este gasto es el contratado sin que la empresa esté sujeta a una estructura de administración.



Muy importante resulta hacer un análisis de costos indirectos de estas empresas en función de sus montos de contratación, del género de obra que realizan y establecer la estructura de administración que en diferentes niveles deban tener dentro de la industria de la construcción, para así considerar un verdadero control de gastos indirectos que al final redundara en el éxito o fracaso de la empresa. La estimación de los precios no es más que una etapa dentro del proceso de un proyecto general que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra civil.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que estas son precisamente las que definen lo que se requiere y la manera en que deben ejecutarse los trabajos, lo que constituye la base principal para la determinación de los precios; dentro de lo cual, debemos incluir los costos directos, los costos indirectos tanto de administración central, como de administración de obra, debido a la necesidad que surge por tener el respaldo en asesorías técnicas, administrativas y financieras por parte de la administración central, y personal profesional capacitado para poder llevar a cabo la dirección de los trabajos en terreno, la realización de obras provisionales, accesos, y supervisión correspondiente a los costos indirectos de obra.

Es importante identificar y cuantificar los cambios en las condiciones que pueden hacer variar los costos en la construcción. Ciertamente es más sencillo conocer las variaciones en el costo directo, que valorar adecuadamente los diferentes efectos en los costos indirectos.

En la actualidad cuando se efectúa una obra, el fracaso o éxito de la misma depende en gran parte del análisis de los costos previos a la ejecución de la obra, y podemos decir que para obtener un presupuesto real de una obra, se necesitan hacer los análisis desglosados de los costos directos, así como también de los indirectos, y que estos últimos no se obtengan a base de un porcentaje arbitrario de los primeros.

Debemos recalcar la importancia de evaluar correctamente los costos indirectos, en cuya evaluación los errores afectan a los costos calculados para todos los conceptos de obra. Un error en el costo directo puede afectar a uno o varios conceptos de una obra determinada, sin embargo, un error en el costo indirecto de obra puede afectar a todos los conceptos de proyecto determinado.

Los costos indirectos pueden alcanzar un porcentaje considerable del precio de una obra y en algunos casos bastante elevado.

Siendo entonces tan importantes como los costos directos. Si a los costos indirectos no se les analiza con la misma dedicación puede conducir no tan sólo al fracaso de una obra sino a la descapitalización de una empresa y naturalmente a la quiebra de la misma.

Los costos indirectos de cada obra se pueden obtener y prever perfectamente. Su análisis desglosado se puede estimar con relativa facilidad no de una manera exacta, pues al igual que los costos directos dependen de muchos factores imprevistos los cuales se pueden analizar con el mismo orden de aproximación, dependerá en gran parte del control que se tenga de los costos indirectos durante la ejecución de la obra procurando mantenerle dentro de los límites prefijados.

La determinación de los costos indirectos se hace conforme a la experiencia de la empresa y de acuerdo con un programa de necesidades del presupuesto del que se trate. Obviamente que del cuidado y exactitud con que se cuantifiquen los costos indirectos está el éxito de la empresa para poder cubrirlos.

Es por eso que a continuación mostramos y enunciamos los aspectos generales más representativos y que deben ser considerados en un estudio de costos indirectos.

### **1. Factor de sobre costo.**

El factor de sobre costo se define como: El factor por el cual deberá multiplicarse el costo directo para obtener el precio de venta, dando además los porcentajes más comúnmente utilizados con respecto a los cargos que integran el análisis de costos de una obra (costos indirectos, financiamiento, utilidad, cargos adicionales).

### **2. Documentos que integran un presupuesto.**

En la presentación de un presupuesto para una obra determinada debe presentarse el catálogo de conceptos, los costos directos, incluyendo dentro de estos un cálculo de los costos horarios realizados para cada tipo de equipo o maquinaria, así como el listado de todos los materiales empleados para la realización de las actividades incluidas en el catálogo de conceptos.

Seguido de lo referente a los costos de mano de obra, haciendo un análisis de salarios y rendimientos, la obtención de los costos de los insumos, los costos por unidad de concepto, los componentes de éste y su integración; además se deben incluir los programas de obra (ruta crítica o diagrama de barras y red de actividades), programas de mano de obra (para la correcta planeación y contratación de personal), programas de maquinaria y equipo (para optimizar y programar el uso de estos), etc.

Dentro de los documentos que deben incluirse para la presentación de un presupuesto están: la obtención de los Costos Directos, el cálculo de los Costos Indirectos de Administración Central, el cálculo de los Costos Indirectos de Obra y el cálculo de las necesidades de financiamiento, un cargo por utilidad que el contratista asigna según su criterio y sus propias consideraciones y por ultimo porcentaje por gastos adicionales que puedan presentarse a consideración del contratista.

Cuando un contratista participa en una licitación de obra pública debe entregar un compendio de documentos que la dependencia o cliente pidan como requisitos.

### **3. Documentos para un presupuesto en modo de Precios Unitarios.**

Los contratos a precios unitarios ofrecen facilidades para modificar o ampliar un proyecto a través de sus planos. Esto lleva con frecuencia a que el alcance del mismo sea ampliado o reducido con base en lo que originalmente se tenía concebido, lo que en términos de construcción y de duración de la obra, representa una disminución o aumento en cuanto a importe y tiempo de ejecución.

Frecuentemente surgen trabajos extraordinarios y conceptos para los cuales no se tiene precios unitarios establecidos. Tratándose de obras cuyas condiciones de pago sean sobre la base de precios unitarios, los documentos que debe presentar son, entre otros:

- a) Análisis del total de los precios unitarios de los conceptos de trabajo, determinados y estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, cargo por utilidad y cargos adicionales, donde se incluirán los materiales a utilizar con sus correspondientes consumos y costos, de mano de obra, maquinaria y equipo de construcción con sus correspondientes rendimientos y costos.
- b) Listado de insumos que intervienen en la integración de la propuesta, agrupado por los materiales más significativos y equipo de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción, con la descripción y especificaciones técnicas de cada uno de ellos, indicando las cantidades a utilizar, sus respectivas unidades de medición y sus importes.
- c) Análisis, cálculo e integración del factor de salario real.
- d) Análisis, cálculo e integración de los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción, debiendo considerar éstos para efectos de evaluación, costos y rendimientos de máquinas y equipos nuevos.

### **4. Análisis, cálculo e integración de los costos indirectos.**

- e) Análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento.
- f) Utilidad propuesta por el licitante.
- g) Relación y análisis de los costos unitarios básicos de los materiales que se requieran para la ejecución de los trabajos.
- h) Catálogo de conceptos, conteniendo descripción, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes por partida, sub partida, concepto y del total de la proposición. Este documento formará el presupuesto de la obra que servirá para formalizar el contrato correspondiente.

- i) Programa de ejecución convenido conforme al catálogo de conceptos con sus erogaciones, calendarizado y cuantificado de acuerdo a los periodos determinados por la empresa, dividido en partidas y sub partidas, del total de los conceptos de trabajo, utilizando preferentemente diagramas de barras, o bien, redes de actividades con ruta crítica, y
- j) Programas de egresos a costo directo, calendarizados y cuantificados en partidas y sub partidas de utilización, conforme a los periodos determinados por la empresa, para los siguientes rubros:
  - De la mano de obra;
  - De la maquinaria y equipo para construcción, identificando su tipo y características;
  - De los materiales y equipos de instalación permanente expresados en unidades convencionales y volúmenes requeridos, y
  - De utilización del personal profesional técnico, administrativo y de servicio encargado de la dirección, administración y ejecución de los trabajos.

#### **5. Documentos para elaborar un presupuesto en modo de Suma Alzada.**

En los contratos a suma alzada, las dependencias y entidades pueden dividir los trabajos en las actividades principales para efectos de medición y de pago, cuando las características, complejidad y magnitud de los trabajos a realizar así lo requieran. En este caso, la responsabilidad del contratista subsistirá hasta la total terminación de los trabajos.

Para la medición y pago de los trabajos se deberá utilizar la red de actividades con ruta crítica, cédulas de avances y de pagos programados, así como el programa de ejecución convenido, los que deben ser congruentes y complementarios entre sí.

Las dependencias y entidades podrán reconocer trabajos no considerados en los alcances de los contratos de obras o servicios celebrados a suma alzada, cuando se trate de trabajos extraordinarios a los originalmente contratados y que resulten necesarios para el seguimiento y conclusión de los trabajos, siempre y cuando se presenten los siguientes casos:

1. Se trate de trabajos provocados por factores ajenos a la dependencia o entidad contratante o al contratista; por cambios motivados por avances tecnológicos que incidan sustancialmente en la operación de las obras e instalaciones o para incrementar la eficacia o seguridad de las mismas;
2. Se deba a trabajos que no tengan por objeto modificar o subsanar omisiones, errores o incumplimientos del contratista en el proyecto ejecutivo contratado, y
3. Se trate de trabajos en los que sea posible determinar los volúmenes, cantidades, costos y alcances de los mismos.

4. Para efectos de medición y pago de los trabajos contratados a suma alzada, las dependencias y entidades reprograman las actividades principales de los trabajos, a efecto de compensar las actividades no realizadas pero contempladas en el programa de ejecución convenido por las no incluidas en dicho programa pero sí ejecutadas, sin que esto implique la modificación al monto o plazo originalmente pactados.

### EJEMPLO DE CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS

Los Precios unitarios son el resultado del estudio de precios de cada Item en una obra de Construcción, que multiplicado por la cantidad, nos da el Costo del Item a construir.

En los Precios Unitarios están considerados los siguientes elementos:

- 1.- Materiales, que en algunos casos se agrega un porcentaje de pérdida.
- 2.- Maquinarias (Optativo ya que se puede considerar en Gastos Generales)
- 3.- Mano de Obra, incluida las Leyes Sociales

Los Precios Unitarios se deben calcular según Unidad de Cubicación.

En General se calculan por:

- 1.- M2 Ejemplos Cerámica, Cubierta, Moldaje, etc
- 2.- M3 Ejemplos Hormigón, Movimiento de Tierra, camas de Arena, etc
- 3.- ML Ejemplos Cornisas, Guardapolvos, Cañerías, etc
- 4.- GL Ejemplos Instalación de Alcantarillado, de Luz, de Agua Potable, etc
- 5.- Unidad Ejemplos WC, Lavatorios, Perchas en Baños, Puertas, etc

### EJEMPLO:

<b>Cerámica por M2:</b>		<b>\$</b>
<b>Materiales</b>	<b>Cerámica</b>	<b>X</b>
	<b>Aditivo</b>	<b>Y</b>
	<b>Fragua</b>	<b>Z</b>
	<b>Maestro Instalador</b>	<b>A</b>
<b>Total Cerámica</b>		<b>X+Y+Z+A</b>

## ANALISIS PRECIOS UNITARIOS - CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA

ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS					
UF Pres					
Proyecto					
Tipo	VIVIENDAS				
Código	Resumen	Cantidad	APU		
		Ud	Cantidad	PU Recurso	PU Partida
<b>COSTO DIRECTO CASA</b>					
<b>1</b>	<b>OBRA GRUESA</b>				
<b>1.1.1</b>	<b>Trazados y niveles (2 usos)</b>	<b>Viv</b>			<b>\$ 15.629</b>
MDH01282	Clavo corriente 3"	kg	0,18	\$ 600	\$ 108
MDC00153	Alamb.neg #14 37mt/kg r/50k	kg	0,085	\$ 846	\$ 72
MAD03500	Cal pintacal p/stgo sco 25k	sac	0,079	\$ 2.500	\$ 198
MCB10000	Flete material a obra	kg	3,92	\$ 10	\$ 39
MCA00228	Pino en bruto dimensionado	pul	2,66	\$ 2.000	\$ 5.320
<b>MAT</b>	<b>Total Materiales</b>				<b>\$ 5.737</b>
O00707	Jornalero	HD	0,17	\$ 23.864	\$ 4.073
O00298	Maestro de primera	HD	0,17	\$ 34.091	\$ 5.819
<b>MO</b>	<b>Total Mano de Obra</b>				<b>\$ 9.892</b>
<b>1.2.1.1</b>	<b>Excavación Cimientos</b>	<b>m3</b>			<b>\$ 8.766</b>
HERR004	Pala Punta Huevo con Mango	un	0,01	\$ 3.100	\$ 26
<b>MAT</b>	<b>Total Materiales</b>				<b>\$ 26</b>
HERR005	Carretilla 90 l	un	0,01	\$ 35.000	\$ 350
HERR006	Chuzo	un	0,00	\$ 8.900	\$ 38
<b>EQUI</b>	<b>Total Equipos</b>				<b>\$ 388</b>
O00707	Jornalero	HD	0,35	\$ 23.864	\$ 8.352
<b>MO</b>	<b>Total Mano de Obra</b>				<b>\$ 8.352</b>
<b>1.2.1.2</b>	<b>Excavación bajo radieres H= 0.2 m</b>	<b>m3</b>			<b>\$ 8.766</b>
HERR004	Pala Punta Huevo con Mango	un	0,01	\$ 3.100	\$ 26
<b>MAT</b>	<b>Total Materiales</b>				<b>\$ 26</b>

## PRESUPUESTO

ITEM	PARTIDAS	Un.	Cantidad	P. Unitario	TOTAL	
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Demoliciones y Desarmes</b>				
2	0.1	Cierros Provisorios	ml	13	51.195	674.892
3	0.2	Desarme Instalaciones eléctricas	gl	1	821.176	821.176
4	0.3	Retiro redes sistema de calefacción	gl	1	647.929	647.929
5	0.4	Protección piso parque madera	m2	165	8.921	1.472.012
6	0.5	Demolición tabiques y muros	m3	405	58.368	23.639.028
7	0.6	Clasificación y traslado de materiales	gl	1	1.176.617	1.176.617
8	0.7	Extracción de escombros	m3	645	15.229	9.822.787
<b>9</b>	<b>1</b>	<b>Obra gruesa y Terminaciones</b>				
10	1.1	Instalación de faenas	gl	1	1.045396	1.045.396
11	1.2	Reparaciones	gl	1	945.326	945.326

### Ejemplo de Modelo de presupuesto para construcción

*Explicación de la imagen:*

*El presupuesto de construcción se basa en el cálculo exacto de lo que nos va a costar el realizar un proyecto de un edificio en concreto. Esto deberá llevarse a cabo siempre por calculadores, que podrán ser empleados contratados por diferentes tipos de compañías dedicadas a la construcción en general o a la vez por subcontratas. Los presupuestos siempre se suelen realizar como parte de una oferta que se le ofrece al cliente o interesado, en el cual cada empresa que postula a la licitación, envía su presupuesto con el fin de que este sea el elegido y seleccionado para realizar la labor o trabajo.*

*Es importante tener en cuenta lo siguiente al realizar el proyecto:*

- *No gastar más de lo necesario al realizar una compra al por mayor de material.*
- *Tener un valor aproximado de construcción del proyecto antes del comienzo del mismo*
- *Efectuar una planificación adecuada del proyecto..*
- *Efectuar un ahorro al realizar una compra de materiales al por mayor.*
- *Poder determinar cualquier tipo de problema en la entrega de material.*
- *Prevenir una paralización del proyecto u obra.*

Tratándose de obras cuyas condiciones de pago sean a suma alzada, los documentos que deben presentarse entre otros son:

- a) Listado de insumos que intervienen en la integración de la propuesta, agrupados por los materiales más significativos y equipo de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción, con la descripción de cada uno de ellos; tratándose de proyectos integrales, el licitante señalará las normas de calidad y especificaciones técnicas a que se sujetará de conformidad con las establecidas en la convocatoria a la licitación pública.

- b) Red de actividades, calendarizada e indicando la duración de cada actividad a ejecutar, o bien, la ruta crítica.
- c) Estado de avances y pagos programados, calendarizados y cuantificados por actividades a ejecutar, conforme a los periodos determinados por la convocante.
- d) Programa de ejecución general de los trabajos conforme al presupuesto total con sus egresos, calendarizado y cuantificado conforme a los periodos determinados por la empresa, dividido en actividades y, en su caso, sub actividades, debiendo existir congruencia con los programas definidos.
- e) Programas cuantificados y calendarizados de egresos, describiendo las actividades y, en su caso, sub actividades de la obra, así como la cuantificación del suministro o utilización, conforme a los periodos determinados por la empresa, de los siguientes rubros específicos:
  - De la mano de obra;
  - De la maquinaria y equipo de construcción, identificando su tipo y características.
  - De los materiales más significativos y equipos de instalación permanente, expresados en unidades convencionales y volúmenes requeridos, y
  - De utilización del personal profesional técnico, administrativo y de servicio encargado de la dirección, administración y ejecución de los trabajos.
  - Presupuesto total de los trabajos, el cual deberá dividirse en actividades de obra, indicando con número y letra sus importes, así como el monto total de la proposición.

##### **5. Documentos para presupuesto de una obra por Administración.**

El presupuesto de los trabajos por administración se integrará por costos unitarios, los cuales no podrán incluir cargos por imprevistos ni egresos adicionales.

Se entenderá por costo unitario el correspondiente a la suma de cargos por concepto de materiales o equipo de instalación permanente, mano de obra y utilización de maquinaria o equipo de construcción, sea propio o rentado. La dependencia o entidad que requiera de trabajos por administración deberá considerar que el presupuesto incluya el costo de los siguientes conceptos:

- a) Equipos, mecanismos y accesorios de instalación de obras permanente, los que incluirán los fletes, maniobras, bodegaje y todos aquellos cargos que se requieran para transportarlos al sitio de los trabajos, instalarlos y probarlos:
  - Instalaciones de construcción necesarias para la ejecución de los trabajos y, en su caso, de su desmantelamiento, así como los fletes y transportes de la maquinaria o equipos de construcción;
  - Construcciones e instalaciones provisionales, destinadas a servicios administrativos, médicos, recreativos, sanitarios y de capacitación, campamento y comedores que se

construyan en el sitio de ejecución de los trabajos, así como del mobiliario y equipo necesario para ésta;

- Salarios, viáticos o cualquier otra remuneración que reciba el personal técnico, administrativo y de servicios, encargados directamente de la ejecución de los trabajos, de conformidad con el programa de utilización de recursos humanos;
- Equipos de transporte aéreo, marítimo o terrestre, con sus respectivos cargos por combustibles y lubricantes (cuando son materiales o equipos de importación directa);
- Materiales de consumo en oficinas, y
- Materiales, equipo de instalación permanente, mano de obra, maquinaria o equipo de construcción complementario al normal utilizado.

La contratación de mano de obra complementaria deberá ser por obra determinada de acuerdo con la legislación laboral.

La contratación de la maquinaria o equipo de construcción deberá realizarse de acuerdo con las necesidades que determinen el programa de ejecución de los trabajos y el procedimiento constructivo.

Tratándose de obras de construcción, cuyas condiciones de pago sean por Administración, los documentos que se debe presentar son los siguientes:

- a) Descripción pormenorizada de los trabajos a ejecutar.
- b) Datos relativos a la autorización de la inversión respectiva.
- c) Importe total de los trabajos y, en su caso, los montos por ejercer en cada ejercicio.
- d) Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días hábiles, indicando la fecha de inicio y fecha de término.
- e) Identificación de las áreas y autorizaciones de entes públicos responsables de la autorización y ejecución de los trabajos.
- f) Los proyectos de ingeniería y arquitectura u otros requeridos.
- g) Las normas de calidad y especificaciones de construcción.
- h) Los programas de ejecución de los trabajos y de suministro o utilización de los insumos.
- i) Lugar y fecha de su firma, y
- j) Nombre y firma del servidor público que emite el acuerdo.

Como se observa, en este último caso no se hace alusión a los costos indirectos puesto que la obra es ejecutada por la dependencia o administración de la obra.

## **6. Aspectos generales de importancia en un presupuesto.**

Al elaborar un presupuesto de obra pública o privada, se debe tener en cuenta que durante la evaluación económica que la administración haga consideración de los siguientes aspectos:

1. Que cada documento contenga toda la información solicitada, y

2. Que los precios propuestos por el licitante sean aceptables, es decir, que sean acordes con las condiciones vigentes en el mercado internacional, nacional o de la zona o región en donde se ejecutarán los trabajos, individualmente o conformando la propuesta total.

I. Además se deberá verificar, que de acuerdo al presupuesto de la obra, considerar los siguientes aspectos importantes:

a) Que en todos y cada uno de los conceptos que lo integran se establezca el cobro del precio unitario.

b) Que los cobros de los precios unitarios sean anotados con número y con letra, los cuales deben ser coincidentes; en caso de diferencia, deberá prevalecer el que coincida con el análisis de precio unitario correspondiente o el consignado con letra cuando no se tenga dicho análisis, y

c) Verificar que las operaciones aritméticas se hayan ejecutado correctamente; en el caso de que una o más tengan errores, se efectuaran las correcciones correspondientes; el monto correcto será el que se considerará para el análisis comparativo de las proposiciones.

II. Que el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, se haya realizado de acuerdo con lo establecido, debiendo revisar los siguientes puntos:

a) Que los análisis de los precios unitarios estén estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, de cargo por utilidad y cargos adicionales.

b) Que los costos directos se integren con los correspondientes a materiales, manos de obra, maquinaria y equipo de construcción.

c) Que los precios básicos de adquisición de los materiales considerados en los análisis correspondientes se encuentren dentro de los parámetros de precios vigentes en el mercado.

d) Que los costos básicos de la mano de obra se hayan obtenido aplicando los factores de salario real a los sueldos y salarios de los técnicos y trabajadores, conforme a lo previsto.

e) Que el cargo por el uso de herramienta menor, se encuentre incluido, bastando para tal efecto que se haya determinado aplicando un porcentaje sobre el monto de la mano de obra, requerida para la ejecución del concepto de trabajo de que se trate y,

f) Que los costos horarios por la utilización de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado por hora efectiva de trabajo, debiendo analizarse para cada máquina o equipo, incluyendo cuando sea el caso, los accesorios que tenga integrados;

III. Que los análisis de costos directos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en los reglamentos legales impuestos y regidos por la autoridad, debiendo además considerar lo siguiente:

- a) Que los costos de los materiales considerados por el cliente, sean congruentes con la relación de los costos básicos y con las normas de calidad especificadas en las bases de la licitación.
- b) Que los costos de la mano de obra considerados por el licitante, sean congruentes con las planillas de los salarios y con los costos reales que prevalezcan en la zona donde se ejecutarán los trabajos y
- c) Que los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado con base en el precio y rendimientos de éstos considerados como nuevos, para lo cual tomarán como máximos los rendimientos que determinen los manuales de los fabricantes respectivos, así como las características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos.

IV. Que los análisis de costos indirectos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en los reglamentos, leyes y decretos fijados por la autoridad competente, debiendo además considerar lo siguiente:

- a) Que el análisis se haya valorizado y desglosado por conceptos con su importe correspondiente, anotando el monto total y su equivalente porcentual sobre el monto del costo directo;
- b) Constatar que para el análisis de los costos indirectos se hayan considerado adecuadamente los correspondientes a las oficinas centrales del licitante, los que comprenderán únicamente los necesarios para dar apoyo técnico y administrativo del contratista encargado directamente de los trabajos y los de terreno necesarios para la dirección, supervisión y administración de la obra, y
- c) Que no se haya incluido algún cargo que, por sus características o conforme a las bases de licitación, su pago deba efectuarse aplicando un precio unitario específico.

V. Que el análisis y cálculo del costo financiero se haya estructurado y determinado considerando lo siguiente:

- a) Que los ingresos por concepto del o los anticipos que le serán otorgados al contratista, durante el ejercicio del contrato y del pago de las estimaciones, consideren la periodicidad y su plazo de trámite y pago; deduciendo el monto de las estimaciones la amortización de los anticipos.

- b) Que el costo del financiamiento esté representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos.
  - c) Que la tasa de interés aplicable esté definida con base en un indicador económico específico.
  - d) Que el costo del financiamiento sea congruente con el programa de ejecución valorizado con montos mensuales, y
  - e) Que la mecánica para el análisis y cálculo del costo por financiamiento empleada por el licitante sea congruente con lo que se establezca en las bases de la licitación.
- VI. Que el cálculo e integración del cargo por utilidad, se haya estructurado y determinado considerando que dentro de su monto, queden incluidas las ganancias que el contratista estima que debe percibir por la ejecución de los trabajos, así como las deducciones e impuestos correspondientes, no siendo necesario su desglose.
- VII. Que el importe total de la propuesta sea congruente con todos los documentos que la integran.
- VIII. Que los programas específicos de egresos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción sean congruentes con el programa de egresos de la ejecución general de los trabajos, así como con los programas presentados en la propuesta técnica.

## TEMA 2: ADJUDICACIÓN DE UN PROYECTO Y PAGOS

### 1. ADJUDICACIÓN DE UN CONTRATO

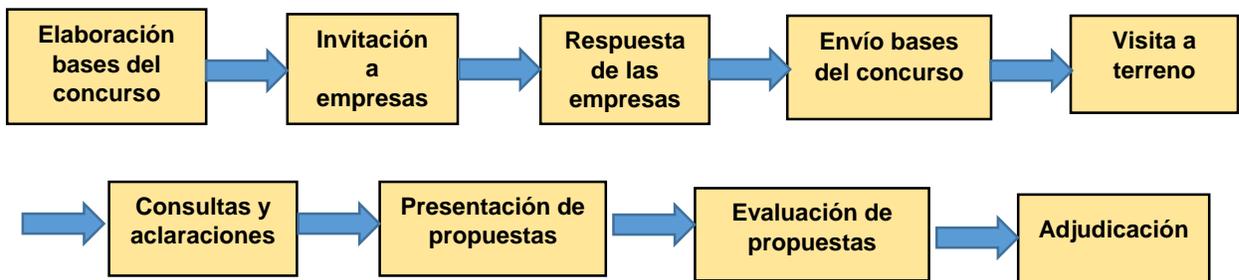
El presente Tema, muestra el resultado del análisis realizado al proceso de adjudicación de un contrato de construcción en estudio, así como a las bases preparadas para ese propósito. Se presenta además un conjunto de recomendaciones, establecidas para la confirmación de la adjudicación del contrato.

El contraste entre el proceso de adjudicación tradicional y el proceso de adjudicación en estudio, permite establecer que el proceso de adjudicación seguido para la entrega del proyecto es similar al proceso de adjudicación tradicional.

La diferencia sustancial entre ambos procesos se da en la etapa de evaluación de las propuestas; más que en el proceso, la diferencia está en el sistema de evaluación empleado. Normalmente las evaluaciones contemplan un aspecto técnico y económico, cuyas ponderaciones para el cálculo del puntaje final pueden cambiar según el sistema de evaluación y la decisión del propietario. Por otro lado la parte técnica incorpora ítems tales como volumen de contratación, personal disponible, etc., cuya incidencia en la calificación técnica dependerá de lo que se quiera privilegiar.

### FIGURA 1 PROCESOS DE LICITACIÓN O CONCURSO DE LLAMADO A OBRAS

#### PROCESOS ADJUDICACIÓN TRADICIONAL



### 2. BASES DEL CONCURSO

#### 1. Característica de las bases

Para la elaboración de las bases del concurso de licitación del proyecto, se tomó como referencia el modelo con el que trabaja regularmente la empresa.

Para la elaboración de los contratos se recurre regularmente a modelos de un organismo internacional, para el desarrollo del proceso se utilizan los formatos de cartas, consultas, etc., de la empresa. Esta práctica permite ahorros de tiempo en la preparación de los documentos, y por lo mismo adelanta el anuncio de la convocatoria. Manteniendo el plazo del proceso de adjudicación, se tendrá mayor tiempo para la presentación de las propuestas y como consecuencia mayor competitividad en las ofertas. Los procedimientos establecidos para la elaboración de las bases toman en cuenta la participación de las áreas de la empresa involucradas en el proyecto: Ingeniería, gerencia de proyecto, logística, planeamiento financiero y legal. La inclusión de estas áreas le da mayor alcance a las bases, permite la elaboración de un documento más completo, y por tanto mayor y mejor información para las empresas que licitan, y menor posibilidad de conflictos durante el desarrollo del proyecto

## **2. Contenido de las bases**

Es importante comentar que las bases de la licitación o concurso incorporan una serie de definiciones (propietario, proyecto, etc.). Esta práctica evita malas interpretaciones por parte de los licitantes y por tanto errores en las propuestas y conflictos potenciales durante la ejecución del proyecto.

## **3. Forma de pago**

Con el propósito de garantizar el servicio prestado, los pagos realizados al licitante ganador incluyen una retención como fondo de garantía, usualmente el 5% del monto valorizado. Dado que la incertidumbre en el desarrollo del proyecto es mucho mayor, es recomendable retenciones más elevadas, tal es el caso en estudio donde la retención alcanzó el 10% del monto valorizado. Aunque suele darse en diferentes procesos de adjudicación, la forma de pago al personal establecida explícitamente en las bases (planilla mensual) es recomendable pues permite controlar si la planilla valorizada equivale al personal asignado al proyecto, permitiendo además hacer los correspondientes ajustes.

#### **4. Gestión de licencias**

Con el objetivo de transmitir las responsabilidades y riesgos que implica la gestión de las respectivas licencias y / o autorizaciones, esta tarea es asignada a la gerencia de la construcción y riesgo. Si bien esta asignación implica un cobro adicional, reduce la acción administrativa del dueño y los riesgos asociados.

#### **5. Representante del dueño**

Con el fin de tener un solo interlocutor válido entre el dueño y los licitantes, en el proceso en estudio se define en muchos casos como representante del dueño al Jefe de Logística. Así, el área asignada realiza la invitación, envía la documentación necesaria, recibe las consultas de los licitantes y las deriva a las respectivas áreas para su respuesta, hace el seguimiento a éstas para que se puedan responder en el plazo correspondiente. Es el único punto de comunicación entre dueño y licitantes.

#### **6. Recepción de información**

Con el propósito de liberar al dueño de la responsabilidad de envío de información faltante o pendiente, se indica en las bases del concurso que toda información recibida por los licitantes deberá ser verificada. Esta disposición pretende una actuación proactiva de los licitantes en relación a la calidad de la información disponible del proyecto, se espera que esta preocupación lo lleve a pedir mayor información. El resultado final debiera llevar a propuestas con mejor conocimiento del proyecto.

#### **7. Notificación de intención de concursar**

Adjunta a la invitación a los licitantes, se debe enviar la notificación de intención de concursar, a pesar que en el llamado de licitación se debe comprar primero las bases, lo cual indica la cantidad de empresas interesadas en licitar. Sin embargo, si se efectúa esta notificación, permite determinar la cantidad de licitantes potenciales dispuestos a participar. En lo inmediato esta información servirá para la organización de la visita de los licitantes a terreno, y para cuantificar la cantidad de documentos a preparar para ser enviados.

El dueño o empresa del proyecto, tiene que brindar las condiciones necesarias (plazos, requerimientos, etc.) para que la cantidad final de los licitantes, que presenten sus propuestas, corresponda a aquellos que están potencialmente en condiciones de realizar el servicio solicitado. Esto finalmente favorecerá la competitividad de las propuestas.

En la carta de invitación, regularmente se indican los nombres de las empresas invitadas a participar en el proceso de adjudicación.

Esta información le sirve eventualmente a los licitantes para la formación de consorcios, cubriendo así trabajos que están fuera de su alcance y / o especialidad (ingeniería, construcción, gerenciamiento, etc.). Un punto negativo de esta práctica es que puede llevar a ciertos arreglos entre los licitantes, para que el servicio sea adjudicado específicamente a una empresa o consorcio, sin embargo independientemente de esta práctica la información estará disponible en la visita de los licitantes.

#### **8. Información solicitada a las empresas que postulan o licitantes**

Con la finalidad de garantizar la calidad de la estimación de los trabajos en base a la ingeniería conceptual y preliminar, el dueño solicita a los licitantes la experiencia en proyectos similares. Para el proceso en estudio se puede calificar como no tan relevante, pues la empresa adjudicada se encarga de subcontratar los diferentes trabajos, transmitiendo el riesgo a los subcontratistas en lo que respecta al monto presupuestado y a la calidad de la construcción, aplicando penalidades y / o multas, etc. Una excesiva valoración de la experiencia en proyectos similares, podría causar el desistimiento de presentación de propuestas y dilatar mucho más el proceso de adjudicación.

Una buena práctica al momento de evaluar a una empresa es la verificación de no estar registrado como deudores en ninguna institución de riesgo o bancaria y de contar con las autorizaciones, licencias y permisos respectivos para sus operaciones. Requerimientos de esta naturaleza procuran asegurar la idoneidad desde el punto de vista financiero y de cumplimiento.

Las empresas licitantes y / o consorcios en principio deben estar registrados como proveedores de la empresa, en caso contrario deberán llenar la ficha o documento de registro como proveedor y ser posteriormente aprobados con cierto puntaje, evaluándose desde información general hasta temas de seguridad y de salud ocupacional.

Dando el dueño su visto bueno, asegura el control sobre la selección de empresas licitantes.

Otra de las prácticas habituales o voluntarias de las empresas que licitan algún proyecto, es la de solicitar planes de gestión.

Aunque es una práctica poco común, es importante mencionar que para la preparación de las propuestas técnicas se solicita la presentación de planes de gestión y cronogramas de ingeniería y de la gerencia de la construcción, lo cual resulta favorable, pues es la forma de saber, qué trabajos serán entregados por el ganador de la propuesta.

Además le permite a la empresa, medir que tan bien han entendido los licitantes lo indicado en las bases del concurso y contratos, de modo que puede incorporar las debidas correcciones y evitar conflictos durante el desarrollo o cierre del proyecto. Según lo revisado en las propuestas de los licitantes, se ha podido identificar dos tipos de entregables en el caso de la ingeniería, el diseño y la gestión. El diseño abarca lo relacionado a planos, memorias descriptivas, especificaciones técnicas, memorias de cálculo, etc. En el caso de la gestión se involucra la forma en que se piensa desarrollar la ingeniería, tales como reuniones semanales o mensuales, elaboración de actas, procedimientos de revisiones, informes mensuales, personal encargado de la revisión de planos y las personas autorizadas para la firma de éstos, cómo se piensa dar el soporte a la construcción, el control de comunicaciones, entregables, etc. A partir de estas especificaciones se puede detallar la forma en que se piensa afrontar esta etapa del proyecto, dando a la empresa el debido control.

Para el caso del gerenciamiento de la construcción se ha identificado que hay dos tipos de entregables, construcción y gestión. Para la construcción se indican los avances de la obra en el transcurso del plazo solicitado, permitiendo a la empresa tener una idea del cumplimiento del plazo solicitado al contratista, además de introducir recomendaciones para el logro de dicho período. La gestión está relacionada a la supervisión de la obra (pruebas de compactación, de rotura, de topografía, ensayos, etc.), control del proyecto (curvas “S”, seguimiento, etc.), control documentario y de comunicaciones (reuniones, actas, etc.), y planes de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (normas). A partir de estas especificaciones la empresa tiene un respaldo para exigir al contratista el cumplimiento del plazo de entrega de la obra, así como de su calidad.

### **9. Seguimiento y asistencia**

Con el propósito de asegurar una mayor fluidez entre las observaciones que se podrían generar al proyecto de ingeniería durante el periodo de construcción, las bases disponen que se conforme un equipo integrado por personal de cada área (arquitectura, estructuras, etc.) y que esté permanentemente en la obra. De esta forma se evita afectar el plazo de entrega de la construcción así como su calidad.

### **10. Presentación de propuesta económica**

Con la finalidad de favorecer la evaluación económica, se solicita que las propuestas económicas estén divididas en gestión (planilla mensual), gastos generales, oficina principal y las utilidades. Esto permitirá también realizar ajustes cuando sea necesario. La planilla mensual es importante para el control económico del proyecto, de esta manera, se puede verificar si el cobro del contratista es equivalente de acuerdo a lo asignado al proyecto. El dueño, pone a disposición del contratista oficinas, vehículos, etc., los gastos correspondientes no deberán ser incluidos en lo cotizado por el contratista. Este desagregado del costo total le permitirá al dueño estandarizar algunos montos de modo que se puedan aplicar cuando se realicen trabajos adicionales, se disminuirán así los conflictos y se garantizará la economía del proyecto.

#### **11. Requerimiento de información de costos**

En las bases de la licitación, se adjuntan los formatos para la presentación de costos indirectos de pre – construcción y construcción, precios de mano de obra, equipos mayores y menores, etc., por parte de los licitantes. Esta solicitud de precios es recomendable para los llamados a licitación, pues el dueño asegura los estándares para el pago de trabajos adicionales presentados en el transcurso del proyecto, disminuyendo la cantidad de conflictos con el contratista.

#### **12. Envío de contratos**

Con el objetivo que los licitantes analicen el marco legal exigido para la posterior firma de los contratos respectivos, se recomienda en general, se adjuntar en las bases del concurso los respectivos contratos. Así los licitantes podrán evaluar temas relevantes como suelen ser los plazos para la presentación de entregables, multas y fianzas, etc. Sin esta información los licitantes, no tendrían un enfoque más preciso de lo exigido por la licitación, pudiendo presentar propuestas no acordes a lo esperado.

### **3. PROCESO DE ADJUDICACION**

#### **1. Formación de equipos para el proyecto**

Aunque comúnmente el propietario o dueño del proyecto, suele formar equipos para la coordinación del proyecto, merece que se comente lo beneficioso que es esta práctica para los intereses del proyecto. La formación del equipo de ingeniería y supervisión de construcción, previo al inicio del proyecto, favorece la preparación del proceso de adjudicación del contrato a los licitantes.

La intervención del dueño en la elaboración de las bases de la licitación y el concurso, permite informar a los licitantes acerca de los procedimientos del concurso, tales como:

Requerimientos y contenido de propuestas, alcances del material o servicio solicitado, adjudicación y firma de contrato entre otros. Posteriormente su participación en la supervisión de la ingeniería y la construcción del proyecto le permitirá al dueño mantener su control.

Esta práctica le exige al dueño capacidades técnicas y estructura organizacional para realizar el trabajo. Si el dueño no contara con dicha estructura tendría que recurrir a la contratación de otra empresa para lograr tal fin. De esta manera tendría un interlocutor con capacidad técnica para hacer seguimiento y controlar las obligaciones contractuales, control documentario y sistemas de gestión de calidad, ambiental, seguridad y salud ocupacional del proyecto, etc. Este equipo daría continuidad y fluidez al proyecto, pues si se presentara algún problema, tendría la capacidad de resolverlo evitando así perjudicar los intereses del dueño.

## **2. Visita de los licitantes**

1. La visita de los licitantes al terreno es una etapa muy común en los procesos de adjudicación, resulta importante mencionar que en el proceso en estudio se realizó además una presentación del proyecto, la cual permitió detallar mucho más el servicio solicitado, incluyendo las respuestas de ciertas interrogantes planteadas. Los licitantes pudieron verificar la concordancia de la información entregada con lo observado en el terreno, llegando incluso a efectuar ciertas recomendaciones para el mejoramiento del proceso. Otro punto importante es que permitió medir el grado de interés de los licitantes en el concurso, al verificar su asistencia.

2. Aunque no suele ser una práctica regular en los concursos y licitaciones, los licitantes, firmaron una carta de confidencialidad durante la visita a las instalaciones. Esta carta es importante para temas comerciales, donde lo que se busca es la no divulgación de temas que puedan afectar los intereses del dueño.

3. Evaluación de propuestas: la tarea de evaluación es dividida por áreas según el contenido de la propuesta, así logística se encarga de la evaluación económica e ingeniería de la evaluación técnica. Esta práctica busca mejorar la evaluación, realizándola parcialmente y asignando este trabajo a las áreas mejor preparadas.

3. Cartas de agradecimiento: en el proceso de estudio se establece que una vez finalizada la evaluación del proyecto, deba comunicarse esta decisión al ganador de la propuesta mediante una carta. Además el dueño debe agradecer a los otros licitantes por medio de una carta la atención a la invitación a presentar ofertas, aunque eventualmente no es necesario, es importante esta consideración, pues favorecerá el interés para futuras propuestas.

#### 4. EJEMPLO DE CONTRATO, EMPRESA METRO

En el ejemplo parcial de Contrato, se indican algunos puntos importantes dentro del contrato completo. Especialmente aquellos relacionados con la adjudicación del Contratista y otros acápite importantes dentro de cada contrato de construcción derivado de un llamado a Licitación.

**1. Derecho de Metro a Aceptar o Rechazar cualquier Propuesta.** Realizado el análisis de las Ofertas Económicas, el Contrato le será adjudicado al Proponente que presente la Oferta Económica válida más conveniente a los intereses de Metro. Sin perjuicio de lo dispuesto en el numeral anterior, Metro se reserva el derecho de aceptar, descalificar o rechazar una o todas las Propuesta, así como el de declarar desierta la Licitación, en cualquier momento con anterioridad a la firma del Contrato, sin que por ello incurra en responsabilidad alguna de carácter precontractual o extracontractual respecto de los Proponentes afectados por esta decisión y sin existir derecho alguno de los Proponentes a cuestionar o solicitar una revisión de los fundamentos de tal decisión.

En consecuencia, Metro no será responsable de ningún tipo de indemnización por este concepto, lo que es aceptado por los Proponentes por el sólo hecho de presentar el Formulario Intención de Participar a que se refiere el numeral 2.4.1 de las presentes Bases de Licitación.

**2. Notificación de la Adjudicación.** Una vez realizada la evaluación de las Propuestas adoptada la decisión por parte del Directorio de Metro acerca de cuál es la Propuesta a la que se deberá adjudicar el Contrato, dicha decisión le será comunicada por escrito al Proponente seleccionado, mediante carta de Notificación de la Adjudicación de la Propuesta, carta que deberá suscribir el representante legal del Contratista declarando su plena conformidad con la Adjudicación y confirmando la fecha en que iniciará las actividades del Contrato.

En este documento se fijará la fecha de entrega del terreno, fecha de inicio de las actividades del Contratista para el proyecto y el plazo referencial para la suscripción del Contrato. Iniciadas las actividades del Proyecto por parte del Contratista, éstas se

realizarán bajo los términos establecidos en los documentos de la Licitación, en tanto no se formalice el Contrato. Sin perjuicio de lo anterior, el Contratista no podrá iniciar ninguna actividad en las obras, en tanto no presente a Metro la boleta de garantía de fiel cumplimiento del Contrato y las pólizas de seguro establecidas en el Contrato de Construcción. La no suscripción del Contrato por parte del Contratista en el plazo establecido en la Notificación de Adjudicación de la Propuesta, facultará a Metro para desestimar dicha Propuesta y hacer efectiva la Boleta Bancaria de Seriedad de la Oferta o la de Fiel Cumplimiento, según corresponda quedando asimismo Metro en libertad para adjudicar la propuesta a otro Proponente y de perseguir la responsabilidad civil del Proponente seleccionado. En el evento que el Proponente adjudicatario decidiera realizar actividades de instalación en faena, para su ejecución, habiendo cumplido lo señalado en el párrafo ante precedente, se procederá conforme a lo señalado a continuación: Una vez adjudicado el Contrato, el Proponente adjudicatario podrá efectuar aquellos gastos razonables, que de acuerdo al programa incluido en la oferta o revisión posterior aprobada por la I.T.O. y Metro, sean necesarios para iniciar la ejecución de las Obras. Durante este período, el Proponente adjudicatario deberá proporcionar a la I.T.O. todos los antecedentes que ésta le solicite. En el caso de que por causas ajenas al Proponente adjudicatario no se firme el Contrato, Metro le reembolsará exclusivamente los gastos efectivos y acreditados que a juicio de la I.T.O. reúnan las condiciones anteriormente indicadas.

El monto del reembolso no podrá exceder al valor de mercado de los servicios prestados o materiales suministrados. El reembolso se hará sin pago de recargo ni indemnización y corresponderá exclusivamente a los gastos directos reales, con excepción de los fletes de retorno. Los fletes de retorno a su lugar de origen de aquellos elementos cuyo transporte a la faena sea calificado por la I.T.O. como justificado, serán pagados al Proponente adjudicatario al mismo precio que se apruebe por el flete de esos elementos hacia la faena, sin incluir ningún tipo de recargo como intereses, reajustes, gastos generales, utilidades, etc.

En caso de que, dentro de los gastos incurridos por el Proponente adjudicatario, existan adquisiciones de bienes y éste solicite su reembolso, dichos bienes deberán ser vendidos a Metro a su costo real, o, a lo sumo, al valor del mercado si el costo real lo superara. Si no se firma el Contrato por causas de responsabilidad del Proponente adjudicatario, Metro procederá a hacer efectiva la Boleta Bancaria de Seriedad de la Oferta o bien la de Fiel Cumplimiento del Contrato si correspondiere, a cuenta de indemnización de perjuicios, no le reembolsará gasto alguno y tendrá el derecho de comprar y el Proponente adjudicatario la obligación de vender al costo, según factura aceptada por la I.T.O., sin intereses ni

reajustes, parte o el total de los bienes que haya adquirido el Proponente adjudicatario para el desarrollo del proyecto.

**4. Firma del Contrato.** El Contrato se firmará dentro del plazo establecido en la Notificación de Adjudicación de la Propuesta, en 3 (tres) ejemplares debiendo el contratista protocolizar uno de ellos en una Notaría de la ciudad de Santiago.

**5. Gastos del Contrato.** Serán de cargo exclusivo del Contratista todos los gastos relacionados con la celebración del Contrato, su protocolización, pago de impuestos y los que se produzcan por este concepto hasta la liquidación final, debiendo incluir estos valores en su Propuesta.

**6. Texto del Contrato.** El texto del Contrato será el entregado por Metro dentro de los Documentos de la Licitación. El Contrato a suscribir incorporará las modificaciones resultantes de las aclaraciones emitidas por Metro durante el proceso de Licitación, más los datos del Licitante Seleccionado completando y/o eliminando los blancos que contuviere.

### **TEMA 3: LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN COMO SISTEMA INTEGRADO**

#### **1. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

En el inicio de una obra, y en las tareas de este tipo se necesita conocer aspectos normativos y preventivos resumidos en diversas formas, tales como leyes y decretos que rigen toda acción del trabajo productivo al interior de una obra de construcción, y estas normas buscan recomendar medidas de acción ante cualquier desvío de la norma y practica correcta.

En este aspecto, se consideran DS 40, DS 594, Ley 20123, Fiscalización asistida al sector construcción, Circular de accidentes graves, y del PEC de Mutual de Seguridad, programa centrado en fortalecer un Sistema de Gestión eficiente para la administración de la prevención de riesgos laborales al interior de las empresas. El objeto de estas Leyes y Decretos, es una forma en que el estado exige a las empresas a cumplir con las disposiciones legales en relación a la seguridad laboral, y la prevención de riesgos para los trabajadores y el código del trabajo para los efectos de controlar y resguardar la protección de los trabajadores en lo referente a lo laboral. Las Leyes y Decretos, están dirigidas a obras típicas de construcción, y en el caso de proyectos y trabajos especiales, grandes proyectos y similares, es necesario consultar la normativa y aspectos administrativos específicos en beneficio de una adecuada implementación de acciones preventivas en el desarrollo de este tipo de obras.

## DECRETO SUPREMO 40 Y TEMAS PREVENTIVOS REGLAMENTO SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Establece normas que regirán la aplicación del título VII, sobre Prevención de Riesgos Profesionales Ley 16.744, también establece normas para la aplicación del artículo 184 del Código del Trabajo. Para los efectos del presente reglamento se entenderán por riesgos profesionales, los relacionados a los accidentes en el trabajo, en el trayecto y las enfermedades profesionales, ante cualquier fiscalización en relación a las actividades de prevención que desarrollan las empresas, corresponde a la Seremi de Salud y Dirección del Trabajo realizarlas.

A continuación, se indican algunos aspectos importantes que las empresas constructoras deben cumplir y considerar como normas básicas para el desempeño y el trabajo de su personal:

- Se ha establecido un Departamento de Prevención de Riesgos en su empresa y faena.
- El Departamento de Prevención es dirigido por un Experto en Prevención de Riesgos de la categoría según la normativa vigente, y elaboran estadísticas de Accidentabilidad, Siniestralidad, Gravedad y Frecuencia.
- El Departamento de Prevención de Riesgos de Faena se encuentra a cargo de un experto en prevención de riesgos de la categoría profesional y contratado a tiempo completo, y realiza las funciones contempladas en el DS 76, art. 31 y el DS 40, art. 8
- El Departamento de Prevención de Riesgos elabora y difunde una Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, matriz de riesgos Los trabajadores aportan para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos-Matriz de riesgos.
- Se ha establecido un Plan de Acción anual por parte del Departamento de Prevención de Riesgos, de acuerdo al sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Se mantiene al día y entrega a los trabajadores el Reglamento Interno.
- El administrador de obra participa en las reuniones de prevención y realiza seguimiento de los acuerdos preventivos.
- Se proporciona a los trabajadores los equipos e implementos de protección personal, y cuentan con su certificación y mantención.
- Se realizan acciones concretas para reconocer y evaluar los riesgos en las tareas y actividades.
- Se realizan acciones concretas para detectar y prevenir enfermedades profesionales al interior de la empresa.
- Se realizan acciones concretas para reconocer y evaluar los riesgos ambientales Se realizan mediciones cualitativas y cuantitativas de los riesgos en su empresa

- Se realizan capacitaciones o acciones educativas en el área de la prevención de riesgos, e informa de los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores de acuerdo a su actividad y cargo, las medidas preventivas y los métodos de trabajo correctos.
- Se evalúa la efectividad de las actividades de capacitación, y se determina si existen medidas correctivas que permitan mejorar las desviaciones detectadas.
- Las charlas integrales preventivas de obra y similares, son lideradas por el experto en prevención de riesgo de faena, administrador de obra, jefes en terreno y supervisores.

### **DECRETO SUPREMO 594 REGLAMENTO DE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES PROTOCOLOS DE MINSAL Y TEMAS PREVENTIVOS**

Establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo centro de trabajo, no obstante la reglamentación específica para aquellas faenas especiales o de cuidado. Además establece los límites permisibles de exposición ambiental, y aquellos límites de tolerancia biológica para los trabajadores expuestos a riesgo ocupacional, para cumplir la legislación vigente, la empresa debe mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger de forma eficaz la vida y la salud de los trabajadores propios y de terceros.

### **LEY 20.123 LEY DE SUBCONTRATACION REGLAMENTO DE RESPONSABILIDAD DE LA EMPRESA PRINCIPAL Y EMPRESA DE SERVICIOS TRANSITORIOS Y TEMAS PREVENTIVOS**

El trabajo en régimen de subcontratación, considera realizar en virtud de un contrato de trabajo suscrito por un trabajador para un empleador determinado, denominado contratista o subcontratista, de un acuerdo contractual. El empleador se encarga de ejecutar obras o servicios, por su cuenta, riesgo y con trabajadores bajo su dependencia, para una tercera persona que puede ser natural o jurídica dueña de la obra, empresa o faena, denominada Empresa Principal.

### **PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS Y TEMAS PREVENTIVOS**

El programa de Buenas Prácticas de la Cámara Chilena de la Construcción, es una herramienta de autogestión en que de forma voluntaria una empresa acepta implementar para identificar el estado en que se encuentran sus proyectos en relación a los estándares en el ámbito de la construcción y la comunidad, para ello, la Cámara Chilena de la Construcción evidencia su cumplimiento mediante la realización de auditorías focalizadas a las empresas incorporadas a dicho programa.

## **PROGRAMA DE FISCALIZACIÓN ASISTIDA SECTOR CONSTRUCCIÓN Y TEMAS PREVENTIVOS**

Es una herramienta de gestión de la Dirección del Trabajo, que busca el cambio a través de la fiscalización in situ de las normas de la Ley 20123 de Subcontratación y relacionadas, para ello se considerarán no solo los trabajadores que se encuentren expuestos, sino a todo el universo de trabajadores propios y por cuenta ajena, expuestos a riesgos dentro de la obra o faena.

### **DENTRO DEL PROGRAMA DE FISCALIZACIÓN ASISTIDA SE PROCEDERA A “SUSPENSIÓN DE FAENAS” EN FORMA INMEDIATA, CUANDO SE CONSTATE PELIGRO INMINENTE PARA LA VIDA Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EN LOS SIGUIENTES CASOS QUE SE INDICAN:**

1. No contar con agua potable
2. Andamios sin barandas protectoras
3. No encontrarse los andamios amarrados (apernados fijos) a la estructura, con excepción de los andamios de apoyo simple
4. Conductores eléctricos sobre superficies con agua
5. Por encontrarse los trabajadores laborando al borde de la excavación de profundidad superior a 1,5 metros, sin contar con arnés de cuerpo completo afianzado a alguna estructura o soporte (donde el riesgo de caída sea inminente).
6. Trabajadores laborando en andamios o en altura, sin contar con arnés de cuerpo completo con estrobo afianzado a línea de vida o a una estructura fija y firme.

### **CIRCULAR 2345 SUSESO**

En conformidad con lo dispuesto por la Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO), si en una empresa ocurre un accidente del trabajo grave o fatal, el empleador deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

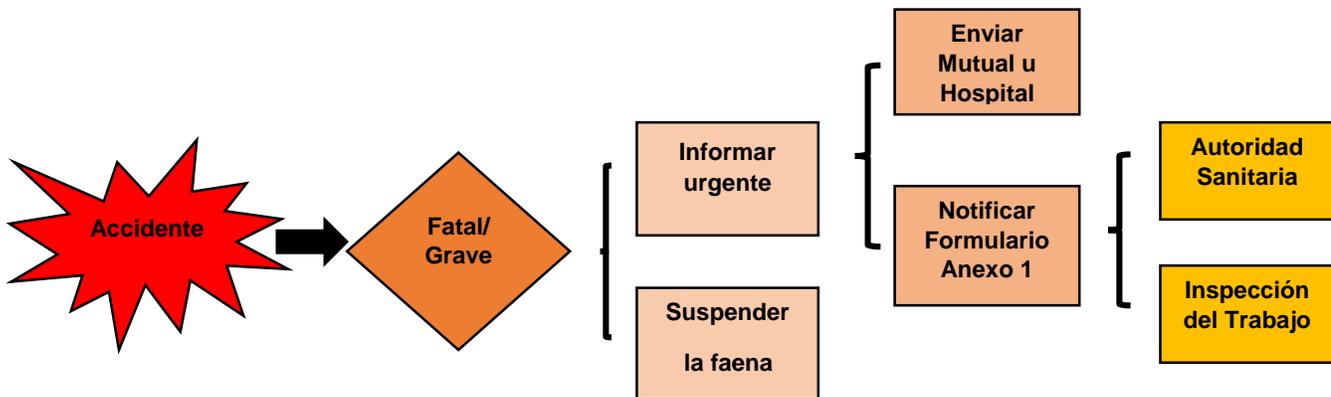
- Suspender en forma inmediata las faenas afectadas y, de ser necesario, permitir a los trabajadores evacuar el lugar de trabajo.
- Informar inmediatamente de lo ocurrido a la Inspección del Trabajo (Inspección) y a la Secretaría Regional Ministerial de Salud (Seremi) que corresponda.

Para los efectos de las obligaciones antes señaladas, se entenderá por:

- a) **Accidente del trabajo fatal:** aquel accidente que provoca la muerte del trabajador en forma inmediata o durante su traslado a un centro asistencial.
- b) **Accidente del trabajo grave:** cualquier accidente del trabajo que: Obligue a realizar maniobras de reanimación, Obligue a realizar maniobras de rescate, Ocurra por caída de altura, de más de 2 metros, Provoque, en forma inmediata, la amputación o pérdida de cualquier parte del cuerpo, Involucre un número tal de trabajadores que afecte el desarrollo normal de la faena afectada.

### ACCIONES DEFINIDAS EN CASO DE ACCIDENTE GRAVE Y FATAL SEGÚN CIRCULAR 2345

FIGURA 1



**¿Cómo clasificar un caso como grave?** Cuando obligue a realizar maniobras de reanimación. Cuando obligue a realizar maniobras de rescate. Cuando ocurra por una caída de altura, de más de 2 mts. Cuando provoque, en forma inmediata, la amputación o pérdida de cualquier parte del cuerpo. Cuando involucre a un número tal de trabajadores que afecte el desarrollo normal de la faena afectada.

**¿Qué se entiende por faena afectada?** Área o puesto de trabajo en el que ocurrió el accidente, pudiendo incluso abarcar la faena en su conjunto, dependiendo de las características y origen del siniestro, y en el cual, de no adoptar la empresa medidas correctivas inmediatas, se pone en peligro la vida o salud de otros trabajadores.

**¿Cuándo se reanuda la faena?** Sólo podrá ser autorizada por la Inspección del Trabajo o SEREMI de Salud, solo cuando se hayan subsanado las causas que originaron el accidente.

## 2. NORMAS DE SEGURIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN PARA LOS TRABAJADORES



Las obras de construcción pueden llegar a ser lugares peligrosos para el desarrollo normal del trabajo. Por esta razón, es muy importante conocer y seguir las reglas de seguridad establecidas y que han sido fijadas y normadas por la autoridad competente. A continuación presentamos algunas normas de seguridad en obras de construcción que facilitarán las actividades en este ámbito y permitirán desarrollar normalmente el trabajo con seguridad para todos los trabajadores.

### 1. Levantar los objetos adecuadamente

Los dolores de espalda son el enemigo número uno de todos los trabajadores de la construcción. Si bien es fácil lesionarse al transportar cargas pesadas, no es tan complicado evitar este peligro por completo. En este sentido, es importante doblar las rodillas adecuadamente y evitar girar hacia un lado al levantar peso. Para mantener el equilibrio, es recomendable colocar un pie ligeramente delante del otro.

### 2. Utilizar herramientas ergonómicamente correctas

Según las normas de seguridad en obras de construcción, las herramientas deben facilitar el trabajo. Sin embargo, es posible encontrar un martillo que ejerce demasiada tensión en la mano, o alicates que deslizan al agarre. Por lo tanto, al utilizar con frecuencia herramientas mal diseñadas, es posible desarrollar afecciones como el síndrome del túnel carpiano o tendinitis.



Incluso las herramientas eléctricas pueden causar serios problemas por su alta vibración y ruido excesivo. Por esta razón, los empleadores deben asegurarse de que estas no solo tengan una vibración baja, sino que también posean un gatillo largo. Es necesario tomar en cuenta tanto los trabajadores zurdos como los diestros cuando se seleccionen herramientas.

En el caso de las herramientas de mano, los empleadores o los coordinadores de seguridad, siguiendo las normas de seguridad en obras de construcción, deben elegir aquellos que necesitan menos fuerza para usarse. Las herramientas manuales tienen que estar equilibradas y no conducir calor ni electricidad.



### **3. Usar casco y gafas de seguridad**

En la mayoría de las obras de construcción, el uso de casco y gafas es obligatorio. Aunque pueda existir una sensación de no necesitarlo, lo mejor que se puede hacer por la seguridad en el entorno es usar el casco.

Las gafas de seguridad industrial también son una parte importante del uniforme. Es necesario su uso y no subestimar el daño que el ambiente laboral puede causar a los ojos.

#### **4. Sentarse cuando se trabaje en niveles más bajos**

Es necesario evitar ponerse en cuclillas o arrodillarse cuando se debe trabajar en niveles inferiores. Al sentarse en un taburete estable, se evita forzar las rodillas y la cintura, lo que ayuda a prevenir lesiones.

#### **5. Usar el arnés de seguridad industrial**

Si se trabaja en zonas elevadas, se debe usar el arnés de seguridad. Esta norma es completamente obligatoria, ya que en las zonas altas de la construcción es donde más peligro se corre. La empresa constructora debe proporcionar uno a cada empleado.

#### **6. Equilibrar el peso del cinturón de herramientas**

Los cinturones de herramientas son pequeños y prácticos, pero tienen la capacidad de sacar al cuerpo de su alineación natural. En consecuencia, es necesario mantener el peso equilibrado. Si notamos que un lado del cinturón es más pesado que el otro, entonces hay que realizar los ajustes necesarios moviendo las herramientas hacia el lado más ligero.

#### **7. No esforzar de más las muñecas**

Si se presenta algún tipo de dolor o molestia en las muñecas durante la faena, se debe descansar inmediatamente. Lo mismo aplica para los brazos. De lo contrario, al final del turno, las articulaciones sufrirán de hinchazón, tensión y dolores.

#### **8. Usar el calzado adecuado**

Ante el riesgo existente en las zonas de construcción, es absolutamente recomendable que los trabajadores usen botas de seguridad industrial, y eviten en lo posible usar calzado convencional.

#### **9. Lo que no hay que olvidar de la seguridad en la construcción:**

Trabajar en obras de construcción requiere de un gran esfuerzo físico, ya que todos los días se deben usar equipos y herramientas riesgosas, así como soportar cargas pesadas. Es por eso que este tipo de trabajos puede generar estrés y lesiones físicas en quienes lo llevan a cabo.

### **3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN**

En los lugares donde se realizan las obras y en forma particular las distintas faenas en la construcción, también deben cumplirse ciertas normas de seguridad y de salud que permiten

asegurar el normal desarrollo de los trabajos, y con plena seguridad y confianza de todos los que en ella participan.

A continuación, se detallan algunos consejos básicos sobre salud y seguridad en construcción, con el fin de ayudar a prevenir los accidentes de los trabajadores y también los que puedan sufrir personas ajenas a las obras.

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos existentes en el trabajo y las medidas de control que deben seguirse, así como impartir la formación necesaria para la realización de cada tarea. Esta información debe entregarse a los trabajadores al momento de ser contratados o cuando se vayan a iniciar los trabajos.
- Marcar las zonas de trabajo de la obra para evitar el acceso a la misma de personas que no trabajen en ella. Crear accesos seguros a las zonas de trabajo (andamios, escalas, zonas de equipos, zanjas, etc.) mediante la utilización de pasarelas y torres de acceso protegidas.
- Señalizar toda la obra indicando las vías de tráfico de los vehículos. Marcar en el suelo las zonas de paso de éstos y las vías de los peatones manteniendo, si es posible, una separación física entre ambas. Indicar la prohibición de entrada de personas ajenas a la obra mediante la señal en letreros e iluminación si corresponde.



- Mantener seguras las vías de tráfico. Señalar y delimitar espacios seguros alrededor de los vehículos de carga y de la maquinaria de excavación (retroexcavadora, pala cargadora,

betoneras, etc.). Los límites vienen dados por el alcance máximo de estos vehículos, ya sean propios de la obra, instalados sobre un camión o móviles. Se deben señalizar y separa en cada caso.

- Formar de manera específica a los conductores de los vehículos mencionados y han de disponer de una identificación que los acredite. Además, es necesario que el trabajador tenga la autorización expresa de la empresa para conducir y circular por los caminos de la obra o faena.
- Usar los dispositivos obligatorios de seguridad de las máquinas (señales sonoras y protectores) y revisar su buen funcionamiento, especialmente en retroceso.
- La obra debe contar con instalaciones higiénicas y de áreas de descanso que cubran las necesidades de todas las personas que trabajan en ella.
- Establecer procedimientos de emergencia instalando los medios necesarios contra incendios (extintores, vías de evacuación, etc.) y de primeros auxilios, incluyendo camillas.
- Instalar los montacargas, elevadores y ascensores, de manera que su solidez y estabilidad estén garantizadas.
- Asignar el montaje, desmontaje y modificación de andamios a personas formadas para ello. Comprobar periódicamente su estado de seguridad, sobre todo después de mal tiempo. Instalar en ellos barandas seguras, pasillos anti resbalamiento y redes para evitar la caída de personas y objetos.
- Utilizar equipos mecánicos de manipulación de carga y eliminar, en lo posible, la manipulación manual. Formar a las personas que trabajan de como levantar cargas con seguridad y precaución.
- Instaurar medidas para reducir la exposición al ruido. Prioritariamente, se procurará el aislamiento de las máquinas productoras de ruido y el uso de las orejeras y tapones.
- Almacenar de forma segura y aisladas de las zonas de trabajo directo, las sustancias peligrosas siguiendo las indicaciones de las Normas Chilenas establecidas.
- Utilizar los equipos de protección personal que sean necesarios: casco, guantes, calzado, cinturón, mascarillas contra la exposición al polvo (madera, silicatos, etc.).
- Instalar protecciones colectivas contra caídas en todos los lugares que sean necesarios (barandas, cobertura de espacios libres o huecos, redes de seguridad). Identificar los techos y partes frágiles de la obra y proteger los agujeros con cubiertas marcadas y fijas para evitar las caídas.

- Instalar protecciones que eviten que las personas o los vehículos caigan en las excavaciones: vallas señalizadas (franjas rojas y blancas y amarillas en algunos casos) a 1,50m mínimo del borde del vaciado; barandillas en zonas de paso a 0,60 m del borde del vaciado; topes de seguridad para vehículos, etc.

Finalmente, muchos estudios sobre los siniestros y accidentes en sectores de la construcción, indican que el 80% de los accidentes tienen las causas en errores de organización, planificación y control por parte de las empresas constructoras.

### **UNIDAD 3: COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN**

#### **TEMA 1: CRITERIOS DE SELECCIÓN Y DEPRECIACIÓN**

##### **1. LA IMPORTANCIA DE LA ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS**

Los procesos de construcción como proceso productivo que es, conlleva en sí mismo la creación de un espacio que lo posibilite de forma fehaciente, controlada y segura en la realización del proyecto y que éste sea rentable. Más allá de los materiales y la mano de obra, el proceso productivo requiere de una serie de infraestructuras o equipamientos que conviertan aquel espacio inicial en un lugar de trabajo y de producción temporal.

La rentabilidad del proceso, la calidad del producto final, la seguridad de los agentes intervinientes en el mismo, dependen inevitablemente, de la programación y gestión de los recursos de producción. Esto es, de la adecuada elección de los mismos, de su oportuna incorporación al proceso y de su correcta utilización.

Además su fabricación, venta, incorporación, montaje, uso, mantenimiento y desmontaje están sujetos a una serie de requisitos legales y normativos que hay que cumplir.

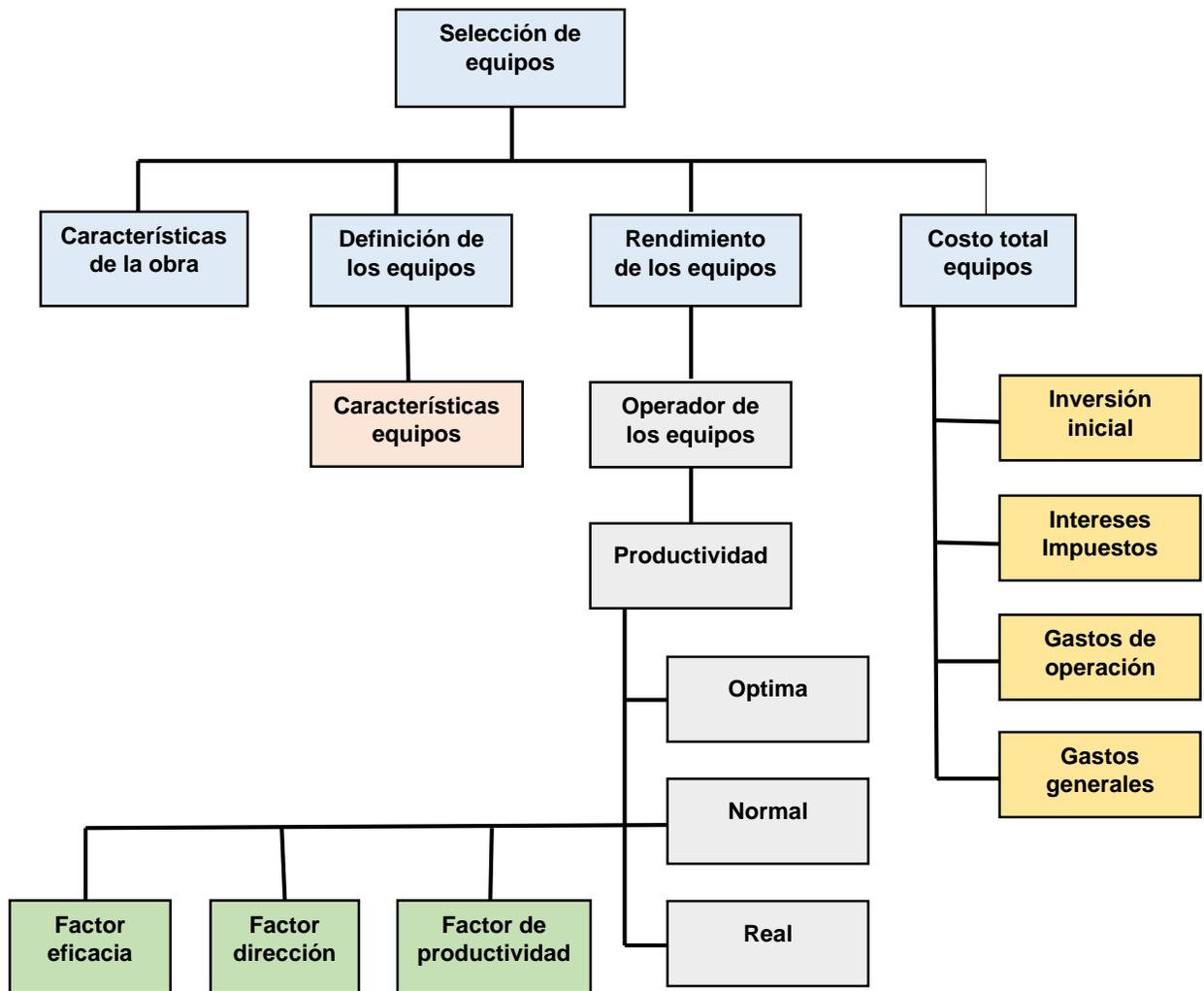
En este parte del Módulo, nos vamos a centrar, tras presentar someramente esos equipamientos, en los criterios de elección de los bienes de equipo y maquinarias necesarias para el correcto desarrollo de una obra de construcción.

En el proceso de la construcción, el contratista es la persona, física o jurídica que asume ante la empresa constructora o el dueño, con medios humanos, materiales y mecánicos, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras sujeto al contrato y al proyecto.

El contratista, como empresario tiene por objetivo primero la obtención de beneficios y así, especial interés en reducir los costos, aumentar rendimientos, disminuir tiempos de ejecución, mejorar la calidad del trabajo y garantizar la seguridad en la ejecución del trabajo. Por su parte, la administración del proyecto u obra, se encargará de velar por los intereses del dueño, exigiendo el cumplimiento de las condiciones del contrato de obra en cuanto a plazos, presupuesto y calidad.

En resumen, sea cual sea el rol a desempeñar en este proceso, todos los agentes intervinientes tienen de una forma u otra enorme interés en que la incorporación de los bienes de equipos y maquinarias a la obra sea el resultado de un más que cuidado proceso de selección y elección de los equipos.

## SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS EN UNA OBRA



## 2. ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS

### CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

Por la diversidad de obras y de empresas constructoras, es imposible crear una guía general, pero existen una serie de factores que en términos generales se deben tener en consideración y que servirán de guía en la elección del equipo.

El primero de estos es la propia obra; sus condiciones físicas y las del entorno de la misma, tanto en lo que a dimensiones y forma del lugar y los accesos se refiere, como en cuanto a los servicios urbanísticos que ofrece el mencionado entorno; es por ello que será decisivo tener en cuenta las siguientes condiciones para la adecuada selección de los equipos y maquinarias:

- 1. Situación de la obra.** Este factor es básico a la hora de prever las instalaciones provisionales que son necesarias y se pueden ubicar en el mismo lugar o en sus inmediaciones, así como la maquinaria y los medios auxiliares que nos facilitarán la ejecución de una obra. El tratamiento será distinto en función de que la obra esté en una zona urbana, consolidada o no, de nueva urbanización, ensanche o casco histórico, o una zona industrial, o una zona rural.
- 2. Accesos a la obra y al entorno.** Las dimensiones, su maniobrabilidad, y la propia tara de los equipos harán posible el acceso a la obra o no.
- 3. Dimensiones y forma de la obra:** Por lo que ambas puedan influir en la movilidad de los equipos o en las dimensiones del equipamiento que se pueda instalar en la obra.
- 4. Topografía.** Importa tanto si el terreno original es irregular como si presenta pendiente en el interior. Nos referimos aquí al terreno como suelo del lugar de trabajo. Ambas circunstancias en un lugar específico puede complicar el tránsito de los equipos móviles, hacer necesaria trabajos adicionales de modificación de esa pendiente para el emplazamiento de los equipamientos fijos, etc. Por otra parte un terreno en pendiente puede provocar acumulación de agua de lluvia no deseada si impide la evacuación natural, y hacer necesarias obras adicionales para evitar dicha acumulación o propiciar la evacuación.
- 5. Tipo de terreno.** Del tipo de terreno hay varios factores que considerar independientemente de su perfil topográfico. También nos referimos aquí al terreno como suelo del lugar de trabajo por el que han de transitar o en el que se van a instalar equipos y estructuras provisionales pesadas en ellos mismos o que transportarán o manejarán pesos importantes.

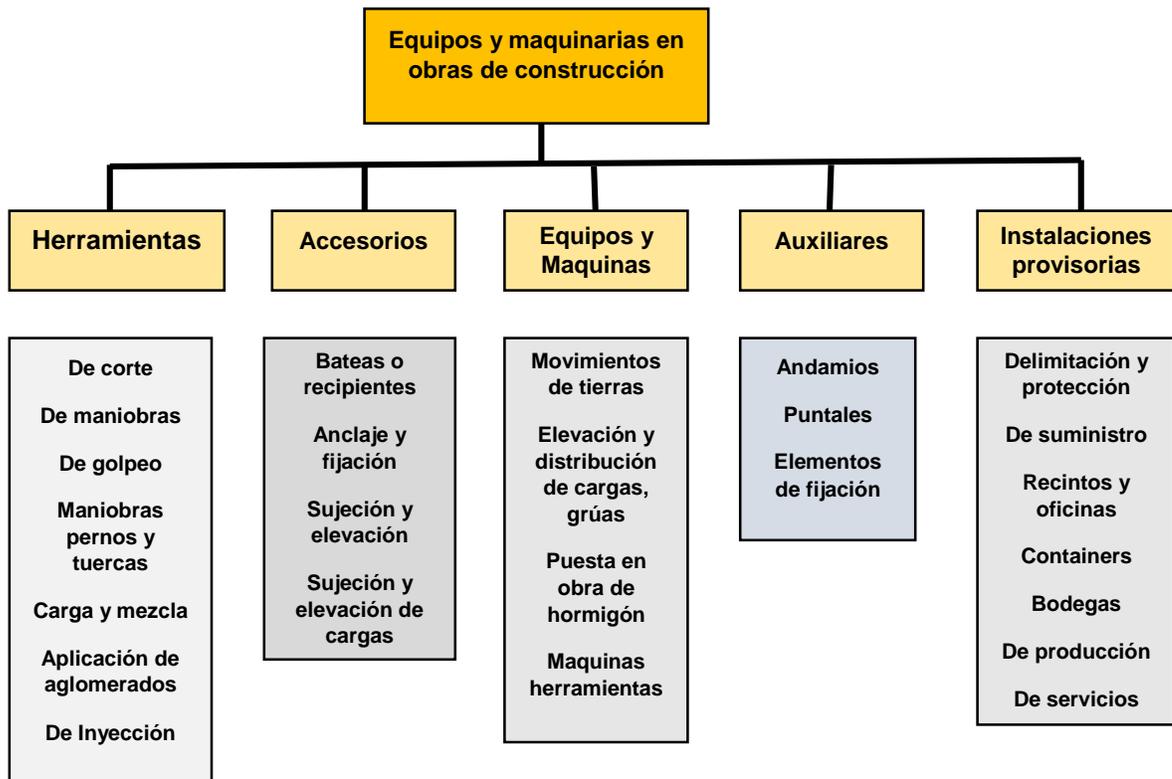
Es por ello que de ese suelo hay que tener en cuenta su resistencia, compacidad, impermeabilidad, su alterabilidad o incluso en ocasiones, su agresividad, grado de contaminación o composición química, si fuese el caso.

6. **Climatología.** La posibilidad de fuertes lluvias, heladas, nevadas, altas temperaturas, vientos, tormentas, etc., afectan sin lugar a dudas al propio proceso constructivo y deben considerarse en su programación. Pero también a la obra y a su equipamiento. De hecho circunstancias climatológicas variables o extremas pueden afectar al funcionamiento de los equipos, a su movilidad; pueden poner en riesgo su estabilidad si se trata de estructuras fijas; pueden dejar de funcionar si esos cambios meteorológicos interrumpen el suministro de energía; pueden incidir en la seguridad del operario, y de terceros en su manejo por estar en contacto con el suelo, la humedad y la instalación eléctrica.
7. **Fuente de energía a emplear:** El tipo de motor (eléctrico o de explosión) de los equipos, máquinas y demás equipamiento que necesite de una fuente de energía para funcionar se elegirá, en algunas ocasiones, dependiendo de las condiciones urbanísticas del entorno, es decir, de si dicho entorno dispone de todos los esos servicios de suministro que la obra y su equipamiento necesitan para funcionar o no. Cuando eso no ocurra, otra alternativa puede ser equipar la obra con sistemas alternativos de suministro de energía (grupos electrógenos). Si nos distanciamos del concepto obra como espacio y nos referimos a ella como el proceso constructivo, los condicionantes tienen que ver con el contrato, con los propios equipos, la organización temporal y el costo. Esto es como a continuación se indica:
  - **Plazo de ejecución:** Es el tiempo previsto para realizar los trabajos y que se fijará en el contrato entre las partes. Así pues condiciona el grado mecanización de los trabajos de obra y el tipo de bienes de equipo a seleccionar, aquéllos que garanticen una más alta productividad.
  - **Calidad de ejecución:** No se eligen los mismos tipos de equipos para trabajos donde predomina la precisión y calidad de acabado que para trabajos donde el volumen o cantidad de trabajo prima frente al acabado del mismo.
  - **Adaptabilidad entre equipos:** Existen en el mercado equipos y maquinarias que aún, perteneciendo a grupos o subgrupos diferentes, son adaptables entre ellos o bien interfieren menos en los trabajos de los otros.

- **Efectividad del operador con el equipo:** El usuario del bien de equipo (el operador) puede tener mayor facilidad para trabajar con uno que con otro, lo cual proporciona mayor productividad (efectividad) en el rendimiento.
- **Versatilidad y adaptabilidad a otros trabajos de tipo similar:** El técnico, en el planteamiento de la adquisición de un equipo, deberá considerar su utilización en varios proyectos u obras o en varios trabajos de un proyecto. Este factor es aconsejable, ya que los equipos regularmente, duran varios años. Como no se puede saber, a priori, los trabajos que surgirán en la empresa, el equipo que pueda utilizarse en múltiples ocasiones y en trabajos más o menos semejantes en todo ese período será el más conveniente.
- **Por último, el más fundamental, su costo.**

### 3. EQUIPOS Y MAQUINARIAS, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los equipos y maquinarias para la construcción, son aquellos bienes que son necesarios o favorecen el proceso de producción y construcción en una obra determinada. Su clasificación se indica en el cuadro o gráfico siguiente:



#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y MAQUINAS

Cada tipología de bien de equipo tiene unas características que los diferencian de los demás y se elegirán en función de que esas prestaciones se ajusten más o menos a las necesidades de la ejecución de la obra y su resultado. Al momento de requerir alguna maquinaria o equipo específico, y para una función determinada, se debe recurrir a los proveedores especializados o a fabricantes de equipos, solicitando las especificaciones de determinados equipos y sus características. Estas deben estar relacionadas acorde a la función que desempeñaran y a lo menos considerar los siguientes aspectos más importantes:

- Diseño
- Volumen
- Peso
- Potencia
- Energía Necesaria
- Costo
- Amortización
- Consumo
- Mantenimiento

Igualmente, dentro de cada grupo tipológico de los equipos, habrá una serie de características que son propias de dicho grupo y diferenciadoras de cada uno de sus miembros, como por ejemplo:

- Alcance
- Capacidades
- Presiones
- Diámetros
- Tensiones
- Materiales
- Velocidades
- Giros y dimensiones principales

## 5. RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD: EL OPERADOR DEL EQUIPO

En el tema particular de los equipos y la maquinaria de una obra, hay que considerar que todos los equipos de construcción están hechos para ser manipulados por un operador. Incluso en el caso de los que están muy automatizados, necesariamente deberá existir un operador que maneje los botones y controles automáticos correctamente.

La mayoría de los equipos no son fáciles de manipular, requieren de práctica y experiencia. Por tanto, cuando se plantea la necesidad de seleccionar un equipo, necesariamente se ha de pensar si se dispone del operario capacitado para manipularlo correctamente.

Las características que facilitan la manipulación de un equipo o maquina son las siguientes:

- Posición y ubicación de los controles de manipulación.
- Visibilidad del operador hacia la zona de trabajo.
- Dispositivos y accesorios que permiten comodidad y seguridad.
- Tamaño del equipo manipulable por el operador con facilidad y con seguridad.

Una de las condiciones del operador es que conozca el equipo que va a utilizar, para que las operaciones de mantenimiento y pequeñas reparaciones se realicen en el mínimo tiempo y con piezas estandarizadas y fáciles de obtener.

Por otra parte, la productividad de un equipo es el rendimiento por unidad de tiempo. Es decir, es la cantidad de trabajo que desarrolla un equipo en un tiempo determinado, normalmente 1 hora.

Evidentemente no es una cantidad fija, sino que depende de multitud de factores, entre los que a continuación se indican:

- Condiciones de trabajo
- Dirección y supervisión del trabajo
- La destreza del operador
- Persistencia e interés del operador
- La coordinación con los demás equipos de trabajo

## PRODUCTIVIDAD

La mejor productividad que se puede obtener en la operación de un equipo, se le denominará productividad óptima ( $q_p$ ). Y se define cuando el equipo trabaja los 60 minutos de cada hora.

Considerando una tolerancia por factor humano para equipo automatizado, habrá un rendimiento más bajo al que llamaremos productividad normal ( $q_n$ ). Esto es debido a que el operador no trabaja a máximo rendimiento de forma continua, sino que toma un descanso aproximadamente cada hora.

Por lo tanto, la productividad normal será la productividad óptima durante 45 o 50 minutos cada hora, es decir, que el operador trabaja efectivamente con el equipo el 80% de la unidad de tiempo de referencia que es una hora:

$$(1) \quad q_n = 0.80 \times q_p$$

Al factor 0,80 se le denomina **factor de eficacia en el trabajo**, que denominamos:  $f_w$ .

Además de este factor de eficacia, es necesario usar un **factor de dirección del trabajo**  $f_j$ , factor el cual, considera las interrupciones del equipo debido a factores dependientes del tipo de trabajo, por ejemplo, no es lo mismo trabajar con una taladradora perforando en posición horizontal que vertical. Algunos tipos de trabajo, normalmente requieren interrupciones ya sea de descanso para el operador o por instrucciones que deban darse al operador.

El producto del factor de eficacia de trabajo por el factor de dirección del trabajo nos da el factor de la productividad real:

$$f_a = f_w \times f_j$$

Por otra parte, la productividad real que denominamos  $q_a$ , se define como:

$$q_a = f_a \times q_p$$

En esta última expresión o fórmula, sustituimos  $f_a$  y obtenemos:

$$q_a = f_w \times f_j \times q_p$$

La fórmula anterior, considerando lo señalado en el punto (1), se puede sustituir como:

$$q_a = q_n \times f_j$$

Por lo tanto, la Productividad Real es igual al producto de la productividad normal por el factor de dirección del trabajo.

Algunos estudios han demostrado que el tiempo productivo medio normal en la industria de la construcción, es menor del 50% del tiempo total. Esta reducción supone retrasos mayores a 15 minutos por hora debidos a reparaciones del equipo, variaciones atmosféricas, planificación deficiente, etc.

Es la misión del Jefe de Obras, planificar los equipos con las características adecuadas para cada trabajo a realizar, decidir el momento de su incorporación a la obra, su correcto emplazamiento, condiciones de su utilización, interferencias con otros trabajos o equipos y el momento del término de su trabajo.

## **TEMA 2: COSTOS DE OPERACIÓN Y CICLOS DE VIDA DE LOS EQUIPOS**

### **1. COSTO TOTAL DE UN EQUIPO O MAQUINARIA**

Las características de la empresa constructora, personal, capital mobiliario e inmobiliario, capacidad de financiación, solvencia, etc., van a determinar también el establecimiento de los criterios de elección. Así se deberá prestar atención a todas aquellas características de los equipos y maquinaria que desde el punto de vista económico y de calidad puedan afectar a la empresa, por supuesto a su cuenta de resultados, y al resultado final del contrato que es el edificio o la construcción terminada.

En resumen, un equipo será más o menos adecuado a la empresa según su costo total en el que normalmente se incluye:

- La inversión inicial
- Los intereses de financiación en su caso.
- Los impuestos, seguros y demás gastos generales aplicables al equipo.
- El tratamiento fiscal que se pueda hacer de su amortización.
- Gastos de funcionamiento, esto es, consumo, mantenimiento, revisiones, etc.
- Adaptabilidad y versatilidad del equipo, es decir, la posibilidad de utilizarlo no solo en otras obras, sino incluso en otras circunstancias o para otros trabajos.
- Efectividad del operador con el equipo, pero también la necesidad de formación específica, o incluso la necesidad de acreditar una formación para poder manejarlo.

Así mismo, atendiendo a las condiciones contractuales pactadas entre contratista y constructor, la empresa prestará especial atención a aquellos aspectos que le faciliten o posibiliten el cumplimiento de los otros aspectos del contrato, esto es:

- Plazo de ejecución.
- Calidad de ejecución.
- Prevención y seguridad de los trabajadores.

## **2. EL COSTO DE LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Dependiendo de la partida específica a ejecutar, cuyo precio unitario se desee estimar, se establecerán los diferentes tipos de máquinas, equipos y/o herramientas a utilizar, de aquí en adelante designados simplemente como equipos.

De los rendimientos de ejecución de las partidas, expresados en cantidad de obra estimada a ejecutar por día, se determinan las cantidades de equipo de cada tipo requeridos por día de trabajo. Establecidos de esta manera las cantidades y tipos de equipo, corresponderá determinar los costos diarios de cada uno de ellos para obtener el costo total de los mismos por día de trabajo en la partida, como la sumatoria de los productos de la cantidad de cada equipo por su correspondiente costo diario.

De esta manera, el costo unitario de equipos se estimara como el cuociente resultante de dividir el costo total diario así determinado entre el rendimiento de la partida.

Para determinar el costo diario de los equipos corresponde, en primer lugar, establecer la propiedad de los mismos. Cuando el equipo a utilizar es propiedad de terceros y se prevé alquilarlo, el costo diario no es más que la tarifa de alquiler incrementada en los costos prorrateados por días de trabajo que, por concepto de transportes, fletes y otros rubros, el dueño cargue al precio a cobrar por el alquiler, si es el caso.

Si el equipo es propiedad del ejecutor de la obra, debe entonces estimar la tarifa diaria que se cargara a la obra, de acuerdo a los diferentes tipos de costos de equipos.

## **3. COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS Y DE POSESIÓN**

Estos se clasifican en costos de posesión (que son costos fijos) y costos de operación (que son costos variables). Los costos de posesión están integrados por la Inversión, que son costos debido a los gastos en que debe incurrirse por comprar o poseer el equipo, y la Depreciación, que es el costo debido a la pérdida de valor del equipo en el tiempo, que a su vez se clasifica en sus condiciones físicas, correspondiente a la desvalorización debida al desgaste por el uso, y funcional, debida a la obsolescencia del equipo por la aparición en el mercado de nuevas y mejores tecnologías.

En el caso de equipos conformados por maquinaria a usar para la ejecución de trabajo, se consideraran los costos tanto de posesión como de operación.

Si el equipo estuviere conformado por elementos considerados más como herramientas que como maquinaria, tales como las propias herramientas que se requieran, andamios u otra clase similar, solo se consideraran los costos de posesión ya que los costos de operación son prácticamente nulos y solo considera la mano de obra. Los costos (horarios) de posesión y operación de los equipos considerados como maquinaria están afectados por muchos factores, tales como: tipo de trabajo, precio de los combustibles y lubricantes, costos de transporte del equipo desde la fábrica, tasas de interés, etc.

Los usuarios de las maquinas pueden calcular con bastante precisión los costos horarios de posesión y operación en un trabajo y lugar determinados, por lo que aquí se presenta un método aproximado para la estimación de los costos promedio correspondientes, de acuerdo a recomendaciones dadas por el fabricante.

Dichas estimaciones de los costos, se fundamentan en varios principios básicos, que a continuación se indica:

1. No se dan precios de los accesorios de los equipos, sino que se usaran los correspondientes al mercado local.
2. Los cálculos se basan en una maquina completa, por lo que no es necesario hacer cálculos separados para la maquina básica, los controles, alguna de las partes del equipo, etc.
3. Los factores multiplicadores proporcionados han dado buenos resultados históricos al usarlos con diferentes tipos de moneda que se expresen en cifras decimales.
4. Los tipos de aplicación del equipo (severa, normal, mediana, etc.) pueden constituir diferentes condiciones para diferentes usuarios y diferentes trabajos, por lo que para una mejor descripción del uso de una máquina y las condiciones de operación.
5. La unidad de tiempo hora, se refiere a tiempo de operación medido con un reloj u horómetro.

#### **4. COSTOS DE POSESIÓN**

Estos costos se refieren a la recuperación monetaria que debe realizar el dueño del equipo para proteger su inversión y poder reemplazar la maquina al final de su vida útil. Representa una cantidad igual a la pérdida del valor en la reventa, más los otros costos en que se debe incurrir para poseer el equipo, tales como los gastos en intereses de financiamiento, seguros, almacenamiento y movilización, así como también se deben considerar los impuestos que se le aplican.

**Costos de posesión.** Los costos de posesión o de propiedad son los valores financieros del equipo cuando está en buen estado técnico aunque no esté trabajando (ocioso), ellos son:

- Costo de depreciación horaria.
- Costo de interés financiero horario,

Que se obtienen de dividir el costo de adquisición y el interés financiero entre la vida útil del equipo en horas, respectivamente.

## 5. DEPRECIACIÓN

El método de depreciación sugerido en este procedimiento no tiene nada que ver, ni se basa ni relaciona con impuestos de ningún tipo y se limita a la estimación de la depreciación física de los equipos y maquinarias. Se trata de un método simple y directo de cancelación de la pérdida del valor durante el número de años o de horas que el dueño del equipo espera utilizarlo con ganancias.

Es importante que se escojan cuidadosamente los periodos de depreciación y que los cálculos de los costos de posesión (y de operación) se basan en la vida útil de la máquina y no sobre la base de ciertas posibles deducciones impositivas. Además de las condiciones de operación o trabajo como sugerencia para los periodos de vida útil en horas de reloj o de operación, deben considerarse también otros factores que afectan el tiempo de depreciación, tales como: el deseo de acelerar la recuperación del dinero invertido, la compra de una máquina para una obra de duración específica, las costumbres y condiciones económicas locales, la disponibilidad de divisas para la compra de repuestos y las prácticas de mantenimiento.

En cuanto a las prácticas en su uso y de mantenimiento se puede mencionar que, por ejemplo, tal vez las condiciones de operación sugieran un periodo de depreciación de 12.000 horas para un equipo dado, pero a causa de los malos hábitos de mantenimiento no sería económico retenerlo por más de 10.000 horas. Como es de imaginar, un programa de mantenimiento bueno y consistente extiende la vida útil económica de una máquina.

Por lo tanto, el saber la utilización que se le va a dar al equipo, las condiciones de operación y las prácticas de mantenimiento, mas cualquier otro factor especial, es algo esencial para establecer la duración esperada de la maquina con fines de depreciación.

Seleccionada la vida útil en horas y de acuerdo a la utilización estimada en horas/año, se establece el periodo de posesión o depreciación, en años. De manera que los primeros datos para el cálculo de los costos de posesión estarán conformados por el tipo de máquina, su vida útil en horas, la utilización anual estimada y el periodo de posesión o depreciación. Es normal estimar una utilización aproximada de algo más de 60% del año a razón de 20 días/mes (Aproximadamente 7,5 meses/año= 150 días/año, o bien 1200 horas/año).

En relación a las normas legales en Chile, existe una Resolución Exenta N° 43 del 26 de diciembre del 2002, la cual fija la vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación, conforme a las normas del n° 5 del artículo 31 de la ley de la renta, contenida en el artículo 1° del Decreto Ley N° 824, de 1974. La Norma indica una vida útil de los equipos de 15 años y una depreciación acelerada que debe ser de 5 años.

## **6. PRECIO DE ENTREGA DEL EQUIPO POR EL PROVEEDOR**

El precio de entrega de los equipos debe incluir todos los costos de preparación de la máquina para el trabajo en la localidad del usuario, incluyendo el transporte hasta sus depósitos, así como cualquier impuesto aplicable (derechos aduanales y de importación, etc.). Si la máquina es con neumáticos, estos se descuentan del precio de entrega para los efectos del cálculo de la depreciación, ya que se consideran como un elemento de desgaste y están cubiertos como un costo de operación.

## **7. VALOR RESIDUAL DE REEMPLAZO DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS**

Ya que toda máquina tendrá un cierto valor (comercial) cuando se cambie por otra, o bien cuando se decida finalizar su posesión y venderla, debe tomarse en cuenta dicho valor para efectos de cálculo de la depreciación. Algunos propietarios prefieren depreciar sus equipos hasta cero durante su vida útil, mientras que otros reconocen la existencia de un valor residual al momento de su reemplazo, proveniente de la reventa o del valor de entrega al proveedor al cambiarlo.

La decisión de hasta donde depreciar el equipo es una decisión del tasador pero, dados los altos costos que tienen las máquinas, es casi obligado considerar el valor de reemplazo para determinar la inversión neta depreciable. Este valor de reemplazo es más importante aun cuando los equipos se canjean en menos tiempo de la vida útil económica, debido a las ventajas impositivas derivadas de ello. El valor potencial de reventa o de reemplazo puede ser tan importante como para ser un factor determinante en las decisiones de compra de algunos usuarios, ya que es una forma de reducir la inversión a recobrar mediante la depreciación.

Al utilizar el valor de reemplazo para el cálculo de los costos horarios de posesión deben tenerse en cuenta las condiciones locales, ya que el valor del equipo usado varía mucho de un sitio a otro. Sin embargo, en el mercado de maquinarias de segunda mano los factores más importantes en el valor de reventa son las horas de servicio del equipo, los tipos de trabajo y las condiciones de operación en que se utilizó, así como el estado en que se encuentra el equipo a la hora del canje o reventa.

Una forma de calcular el valor residual es utilizar como guía los precios últimos de remate o subasta de equipos usados, ajustando el valor en forma descendente para anular el efecto de la inflación, aplicando los índices oficiales del costo de equipo de construcción, o bien los registros de precios de los distribuidores para calcular la inflación durante el tiempo de vida útil apropiado.

Otra forma de calcularlo es comparar los costos actuales de máquinas usadas con los precios actuales de una máquina nueva, siempre que no haya habido cambios importantes.

## **8. COSTOS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINAS.**

Los costos de operación se definen como aquellos que se producen adicionalmente con el funcionamiento normal del equipo en sus labores o trabajos. A continuación indicamos los más importantes y más usuales:

- Costo horario de las reparaciones generales.
- Costo horario de combustible.
- Costo horario de lubricantes.
- Costo horario de llantas, neumáticos u orugas.
- Costo horario de baterías.
- Costo horario de accesorios y mantenimiento.

El rendimiento horario, es la cantidad de obra de una actividad fundamental que se proyecta realizar con una maquinaria o un equipo de construcción idóneo durante una hora de trabajo continuo, por ejemplo: metros lineales/Hora; metros cuadrados /Hora; metros cúbicos/Hora, etc.

Los costos de operación consisten en el monto a recuperar para cubrir los gastos correspondientes a la operación propiamente dicha de los equipos y maquinarias. Se deben considerar en este caso todos los gastos relacionados con:

Consumo de Combustible (G), Consumo de Lubricantes, Aceites y Grasas (LAG), Consumo de Filtros (F), Gastos de Neumáticos (N), cuando la máquina los utilice, Gastos del Tren de Rodaje (TR) cuando la máquina sea de orugas o cadenas, Costos de Reserva para Reparaciones (R) y Gastos en Componentes de Desgaste Especial (DE).

No se consideraran los gastos correspondientes al operador de la máquina como costo de operación cuando se desee calcular los costos del equipo a los fines de incluirlo en la preparación de un análisis de precios unitario, en cuyo caso los mismos se consideraran como costos de la mano de obra.

En el caso de que el equipo se tenga con la intención de arrendarlo a terceros, los gastos correspondientes al operario, si se incluirán en los costos de operación, a los fines de determinar la Tarifa de Arriendo del equipo.

### **9. GASTOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE (G)**

El consumo de combustible se puede medir con bastante precisión en obra. Sin embargo, si no se tiene oportunidad de hacerlo se puede estimar sabiendo el empleo que se dará a la máquina.

La clase de trabajo a realizar determina el factor de carga del motor y esto influye, a su vez, en el consumo de combustible. Un motor que trabaja en forma continua a plena potencia funciona a un factor de carga de 1,0. En general las máquinas solo alcanza de forma intermitente un factor de carga de 1,0 y muy rara vez lo mantienen por tiempo seguido en operación. Los periodos de marcha de velocidad en vacío, el recorrido en retroceso, el movimiento de las máquinas vacías o sin carga, las maniobras precisas con aceleración parcial y el trabajo cuesta abajo son ejemplos de operaciones que reducen el factor de carga.

Normalmente en las páginas de los Manuales del fabricante, se presentan una serie de tablas que dan las estimaciones de consumo de combustible por hora a varios factores de carga, para los equipos, donde se incluyen guías de aplicación para la estimación del factor de carga, entre Alto, Medio y Bajo. Un Factor de Carga Alto es igual a 1,0.

Al usar las tablas para estimar el consumo de combustible se deben tener en consideración las distintas variables que pueden afectar el consumo de combustible. Por ejemplo, dos operadores diferentes, con actitudes o temperamentos distintos manejando equipos idénticos en las mismas condiciones, pueden llegar a tener diferencias del 10 al 12% en el consumo de combustible. Por tanto, las cifras que se indican en las tablas son promedios aplicables a una amplia variedad de condiciones y deben dar resultados promedio satisfactorios en el largo plazo, que además permiten ineficiencias normales en los ciclos de trabajo para acercarse a la operación clásica de un día normal de trabajo.

## **10. GASTOS DE CONSUMO EN LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS (LAG)**

Los costos horarios de consumo de lubricantes, aceites y grasas (LAG) se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos indicados en las tablas de los manuales de operación del fabricante y aplicándoles los respectivos precios locales. Las cifras de dichas tablas se basan en la operación del equipo en condiciones ideales sin pérdida de lubricantes y fueron calculadas dividiendo los intervalos de cambio recomendados (en horas) por la capacidad del tanque, sin incluir las cantidades añadidas entre cambios.

Las tablas de los manuales normalmente indican los consumos de aceites y lubricantes en el cárter del motor, en la transmisión, en los mandos finales y en los controles hidráulicos, así como la cantidad de conexiones de engrase a las que se puede dar servicio durante 2.000 horas de servicio. Se estima que cada conexión de engrase consume un peso aproximado de 25 grs. de grasa.

Para estimar el costo horario de consumo de lubricantes, aceites y grasas (LAG) se determinarán de las tablas los correspondientes consumos horarios, en lts/hr o kg/hr.

## **11. OTROS GASTOS DE OPERACIÓN**

Los otros gastos que se indicaron anteriormente, como lo son de neumáticos, desgaste de orugas y de reparaciones, se deben controlar mediante el control con un historial del equipo o bitácora donde el personal mecánico encargado de la mantención, colocará por escrito la información correspondiente a cada equipo o maquinaria. Los historiales de los equipos van a indicar directamente las fechas en que se deben revisar o mantener y serán vitales para el momento de la reventa cuando se deseen reponer por maquinaria nueva.

## **12. CICLO DE VIDA O VIDA ÚTIL DE UNA MAQUINA O EQUIPO**

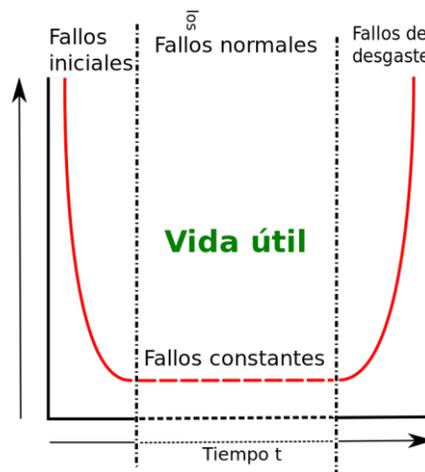
El ciclo de vida o vida útil de una maquina es el periodo de tiempo en el cual el equipo está en condiciones de ser usada en una función o trabajo determinado. Este periodo de tiempo abarca desde su fabricación como nueva hasta el momento que es dada de baja o es convertida en chatarra.

Durante el período útil de la máquina, ésta sufre variadas situaciones debido a su uso y utilización en diverso tipos de trabajo. En el grafico indicado más adelante, normalmente llamado curva de la bañera, es un gráfico que representa las fallas durante el período de vida útil de un equipo o máquina.

En el gráfico o curva, se pueden apreciar tres etapas:

- **Fallas iniciales:** esta etapa se caracteriza por tener una elevada tasa de fallas que desciende rápidamente con el tiempo. Estas fallas pueden deberse a diferentes razones como equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operadores o desconocimiento del procedimiento adecuado.
- **Fallas normales:** etapa con una tasa de errores menor y constante. Las fallas no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.
- **Fallas de desgaste:** etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente. Las fallas se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo.

### CURVA DE LA BAÑERA





**CICLO DE VIDA DE UN EQUIPO O MAQUINA**