



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGON

Apuntes de la Asignatura
Organización de Obras.

T E S I S
PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

Raquel Ramirez Rodríguez

E. N. E. P

San Juan de Aragón, Edo. de Mex. 1993.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E
C O N T E N I D O

	PAG.
INTRODUCCION	1
 CAPITULO I. " PRESUPUESTOS "	
I.1 Costos directos	3
I.2 Costos indirectos	32
I.3 Criterios para la determinación de la utilidad. Impuestos.	38
I.4 Integración de precios unitarios	44
I.5 Indices de costos en la construcción	64
I.6 Ajustes por inflación	69
I.7 Elaboración de antepresupuestos por índices y por cantidades de obra y precios unitarios	74
I.8 Elaboración de presupuestos	77
I.9 Tipos de contratos más usuales	85
 CAPITULO II. " PLANEACION Y PROGRAMACION DE OBRAS "	
II.1 Organización de la obra; Planeación de los trabajos. Organización administrativa de la obra : Alcances, funciones y responsabilidades	89
II.2 Actividades complementarias de la obra : Localización de oficinas y talleres, almacenes, etc	110
II.3 Análisis de los recursos disponibles	118
II.4 Aplicación del Método de la Ruta Crítica	120

II.5	Red básica de actividades	129
II.6	Programación de la obra en base a la red de actividades. Diagrama de barras	134
II.7	Determinación de los recursos necesarios para realizar la obra	138
II.8	Asignación de recursos a la red de actividades. Programa de suministros	148
II.9	Optimización de recursos	156
II.10	Sistema de control del tiempo de ejecución	158
II.11	Velocidad económica de ejecución. Compresión de redes	168

CAPITULO III. " ANALISIS DE PROYECTOS "

III.1	Costo total de la obra. Uso de la computadora	176
III.2	Determinación del flujo de caja en base a la distribución de recursos	182
III.3	Análisis de la inversión. Tasa mínima aceptable. Tasa interna de retorno. La obra como un sistema independiente	189
III.4	Integración del presupuesto. Estrategia de presupuestación. Impuestos	206
III.5	Aplicación de programación lineal, simulación y árboles de decisiones	218
	CONCLUSIONES	238
	BIBLIOGRAFIA	240

INTRODUCCION

De acuerdo con el nuevo plan de estudios que entró en vigor en 1992, en la carrera de Ingeniería Civil; se da un nuevo enfoque a lo que era la materia de Construcción III, que de acuerdo con este nuevo plan recibirá el nombre de " Organización de Obras ".

A mi manera de pensar, los nuevos puntos a tratar en esta nueva materia son de mucha utilidad, ya que se nos adentra aún más al fabuloso mundo de la Construcción. Se tocan temas tan importantes que vivimos hoy en día como son la inflación, falta de especialización de la mano de obra, el tema de los salarios, de cómo repercuten éstos en el bienestar y temperamento de los trabajadores.

Sabemos que el tema de " Organización " es tan antiguo como el hombre mismo, ya que éste se ha desarrollado siempre en medio de una comunidad o grupo, dónde cada uno de los que la forman cumplen con una misión específica para lograr un fin común.

Así mismo, en el campo de la Industria de la Construcción y de cualquier tipo de empresa, se tiene que dar una Organización para que sus integrantes no actúen por separado y sin control de sus acciones.

En todo proceso y específicamente el constructivo se llevan a cabo un conjunto de trabajos necesarios para producir una obra.

La adecuada Planeación, Programación, Organización y Control de los Recursos (Materiales, Mano de Obra y Equipo), darán como finalidad la realización de una obra, apoyados claro está de planos y especificaciones, control de calidad, abatimiento de costos y tiempos deseados como se estableció de antemano en el proyecto.

El objetivo principal de la elaboración de éstos apuntes es que el alumno tenga conocimiento de cada uno de los elementos que integran un proyecto, teniendo como antecedentes el manejo de términos constructivos, de administración de empresas y de conceptos de ingeniería de sistemas así como de ingeniería económica.

En nuestro medio estudiantil es muy común pensar que el ingeniero debe mantenerse al margen de temas administrativos, alegando que para ello habrá personas que se encargarán del asunto; olvidando que la Ingeniería Civil es una carrera Interdisciplinaria, que debemos estar empapados de tantos conocimientos como sea necesario y que sólo estando en la práctica es cuando nos damos cuenta de cuan importantes son.

El primer capítulo de estos apuntes " Presupuestos ", tiene por objetivo que el alumno sepa integrar un presupuesto detallado de obra, considerando cada factor que lo conforma.

Anteriormente lo que era la materia de Construcción III, se desconocía que era un número índice y para que se utilizaba y que todo contrato debe contar con una fórmula de ajuste por inflación para que sea aplicable a nuestras estimaciones ya que éstas correcciones consumen mucho tiempo, perjudicando al contratista que debe financiar por largos periodos de tiempo el incremento de costos de los insumos que emplea en la construcción de las obras.

El segundo capítulo " Planeación y Programación de Obras ", tiene por objeto que el alumno tenga conocimientos de cómo se planea y organiza una obra analizando los recursos disponibles y diseñando sistemas de control de tiempos de ejecución.

En este capítulo se da un diagrama de toda la organización administrativa de una empresa constructora y la función que desempeña cada uno de sus elementos; para que nos demos una idea de que no es siempre fácil tener una comunicación continua y veraz entre todos y cada uno de los departamentos.

Para que no se pierda información de un departamento a otro es donde entra la Organización de cada uno de éstos, ya que de la información que de aquí salga afectará indudablemente las labores que se realizarán en campo.

De estas oficinas saldrá todo lo relacionado a los programas, asignación, optimización y control de los recursos con que contamos para llevar a cabo los trabajos.

El tercer capítulo " Análisis de Proyectos ", tiene como objetivo el que se tenga un conocimiento amplio de cómo se emplean modelos analíticos y conceptos de ingeniería económica a la solución de problemas de construcción.

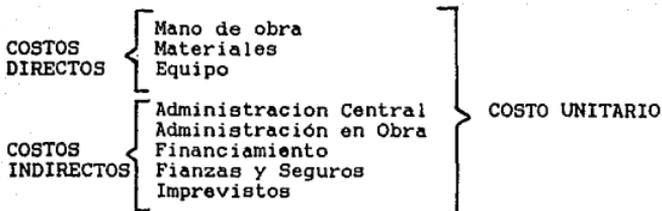
Como antes se mencionó el ingeniero debe abarcar tantas ramas del conocimiento como le sea posible para poder poner en práctica estos conocimientos en la práctica de su profesión.

En este capítulo, se da una panorámica general de las diferentes clases de inversión y de cómo la toma de decisiones va hacer definitiva para aceptar o rechazar un proyecto; aceptando el que nos brinde las utilidades esperadas sin perder de vista el objetivo de nuestra inversión.

En esta nueva materia " Organización de Obras " se habla en todos los capítulos de la importancia que tiene el uso de la computadora en nuestros días, elemento sin el cual estamos fuera de toda competencia sino nos actualizamos en este sentido, ya que con el uso de ésta se consideran ahorros muy importantes tanto de tiempo, como lo más importante, de costos.

CAPITULO I " PRESUPUESTOS "

Como primer paso partiremos en definir en forma esquemática a los elementos que conforman un Precio Unitario.



donde, $CD + CI = CU$ y
 $CU + UTILIDAD = \text{PRECIO UNITARIO}$

Ahora bien, analizando cada elemento tenemos :

I.1 COSTOS DIRECTOS

Entendemos por costo directo a los cargos que se generan de las erogaciones que en forma directa influyen en el valor de los trabajos que han de llevarse a cabo, tales cargos son por concepto de:

- I.1.1. Mano de obra
- I.1.2. Materiales
- I.1.3. Equipo

I.1.1. Mano de obra

El factor de costos que indudablemente resulta más complejo es el de la mano de obra. En la construcción, éste elemento básico representa en cifras de estadística oficial de un 28% a un 40% del gasto total, según se trate de obras con más o menos predominio de maquinaria y otros componentes, calculándose un porcentaje medio del 35% .

La mano de obra es muy variada y es una fuerte contribución a la industria, con una concurrencia de oficios y especialidades que supera a la de otras industrias. Su propia inestabilidad y unos sistemas de retribución irregulares, sujetos, como los de ninguna otra industria, a los influjos de la oferta y la demanda, dificultan en gran medida su aplicación al costo.

En las empresas constructoras el personal de planta lo componen en su mayor parte de empleados técnicos y administrativos en dirección, administración de obras y de servicios centrales, cuyas percepciones son de carácter fijo y llevadas al acervo de gastos generales, sin imputación a costos.

Aparte de algunos obreros especialistas, también permanentes se emplean por lo general, en los trabajos de maquinaria, talleres, mantenimiento de instalaciones y algunos trabajos auxiliares de obra, la gran masa de operarios que constituye la mano de obra directa o productiva es en su mayoría eventual y "flotante", y esto, trae consigo problemas de control de tiempos y trabajos que produce la naturaleza misma de las obras.

El carácter inestable de la mano de obra hace que los rendimientos no sean sostenidos produciendo un desajuste frecuente en los equipos de trabajo, desorganización de las tareas y desorientación de encargados y capataces, forzados a probar a diario la capacidad y rendimiento de personal nuevo.

La inestabilidad de la mano de obra en la Construcción tiene su origen fundamental, como sabemos, en el carácter temporal de las obras y la diseminación de sus lugares. No es posible el frecuente traslado colectivo de unas obras a otras, muchas veces a distancia, que exigiría mantener la plantilla de obreros de una empresa. El personal eventual, que compone el gran censo de la Construcción, está sujeto a los despidos en cadena que imponen la terminación de trabajos o la paralización de obras, esto, las más de las veces por causas ajenas a la voluntad de las empresas:

- agotamiento de créditos
- reformas de proyectos
- dificultades en la expropiación de terrenos
- condiciones climatológicas adversas, etc.

La creciente industrialización hace que muchos obreros de la construcción, incluso los de oficios y los especializados prefieran la Industria, que les ofrece más permanencia, trabajo más seguro y de menor riesgo.

La construcción suele ser primera etapa en los movimientos migratorios de la mano de obra que desliza después hacia la industria.

En los despidos obligados por las empresas, los perjuicios, con no ser escasos, están limitados al pago de indemnizaciones, sin descartar el bajo rendimiento del personal en los períodos de preaviso.

La producción, en tales condiciones, baja en cantidad y calidad si no se le estimula con fuertes incentivos que, muchas veces, se salen del marco de las previsiones presupuestarias y traen consigo repercusión en los costos.

El cargo por mano de obra es llevado a cabo por medio de pago de salarios al personal que interviene en la ejecución de un concepto de trabajo y el rendimiento que desarrolla dicho personal en un determinado período de tiempo.

El personal que ejecuta la mano de obra puede clasificarse en dos :

- El que desarrolla directamente la actividad y
- El que tiene a su cargo la vigilancia .

Se ha establecido que la categoría más alta que se incluye en el cargo por mano de obra dentro de los costos directos es la de "Cabo" y las categorías superiores como Maestros o Sobrestantes de vigilancia, deberán quedar incluidos en los costos indirectos.

DETERMINACION DE LOS CONCEPTOS DE MANO DE OBRA

Los sistemas que se siguen en la industria de la construcción para cubrir al trabajador el importe de su trabajo son comúnmente los siguientes :

- a) Por día
- b) Por destajo
- c) Por tarea

Legalmente se autorizan los trabajos a destajo, por tarea o con primas a la producción. Cumpliendo los trámites exigidos y respetando siempre condiciones mínimas de remuneración, las empresas, con la libre aceptación de los trabajadores, determinan las modalidades y las tarifas.

Los salarios base oficiales establecidos por la legislación laboral se consideran mínimos y como una base de cotización para los seguros sociales.

- a) Por día : La remuneración al trabajador será por día cuando deba darse a éste una cantidad fija por jornada normal de trabajo.
La experiencia demuestra que si existe una adecuada vigilancia y un estricto control de calidad laborando por día, pueden obtenerse óptimos resultados a un bajo costo.
- b) Por destajo : En los trabajos realizados a destajo, se tendrá un mayor rendimiento pero menor calidad que en los trabajos realizados por día, ya que estando a destajo el trabajador tratará de incrementar su productividad pero afectando directamente la calidad; de lo anterior resulta para el ingeniero, la necesidad de mantener una mejor y mayor vigilancia en este tipo de trabajo.
- c) Por tarea : El sistema por tarea consiste en la asignación de un trabajo determinado por día, y al ejecutar el trabajador la tarea asignada, podrá retirarse, recibiendo su jornal diario completo.
Este sistema es el menos empleado y su utilización está restringido a aquellos trabajos en los que el riesgo y la calidad requerida sean mínimos, como por ejemplo, excavaciones menores, acomodos locales, esquivado de materiales no peligrosos, etc.
En los trabajos a tarea, cuando el obrero o cuadrilla termina la tarea fijada y opta por continuar el trabajo, es necesario

tener en cuenta las horas que siga empleando y valorarlas como horas extraordinarias con sus correspondientes recargos, controlando este gasto para imputación directa a la actividad que lo origine, siempre que su cuantía merezca esta separación.

El pago de los salarios al personal puede ser individual o por cuadrilla.

Existe el caso particular de la mano de obra de operación de equipo el cual se involucra dentro del costo hora máquina, ya que el operador depende directamente del número de horas que trabajó la máquina.

El ingeniero encargado de elaborar los precios unitarios debe conocer en forma integral y profunda la obra por valorizar, para que dentro del aspecto particular de la mano de obra, pueda prever todos los factores que pudieran afectar tanto al salario base de los trabajadores, como a su capacidad de producción.

En el medio de la construcción y para efecto de análisis de costos directos para mano de obra se dan 3 conceptos de salario :

- 1) Salario diario, salario base ó salario nominal.
- 2) Salario mínimo y
- 3) Salario real.

SALARIO.- Es la retribución que se hace al trabajador por su trabajo realizado. El monto de este trabajo se determina en base a tiempo trabajado, al tipo de trabajo realizado, a las condiciones de su realización y a la capacidad y preparación del trabajador.

En nuestro medio existen leyes que regulan las relaciones laborales con el fin de dar protección a los estratos menos favorecidos socialmente, por lo que para efecto de análisis y determinación de costos por mano de obra, es sumamente importante conocer a fondo las obligaciones legales contraídas por todo constructor al contratar personal obrero, ya que tales obligaciones tienen repercusiones económicas muy importantes en la evaluación de los gastos reales por concepto de salario.

- 1) Salario diario, salario base ó salario nominal.- Es el que se paga en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, días festivos y vacaciones) mientras dura la relación laboral por el cual fue contratado.
- 2) Salario mínimo.- Es el establecido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, como salario diario mínimo obligatorio, para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores que ella misma establece; en algunas regiones y por los problemas económicos locales, los sindicatos o asociaciones gremiales establecen salarios mínimos diferentes a los que establece la Comisión, por lo que el ingeniero deberá considerar en sus análisis los salarios realmente vigentes en la localidad donde se ejecutará la obra.

3) Salario real.- Es la erogación total del patrón por día trabajado, que incluye : Pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

En el cálculo de éste salario, intervienen artículos y disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, de los cuales describiremos los más importantes.

ARTICULO 69.- Por cada seis días de trabajo disfrutará el trabajador de un día de descanso, por lo menos, con goce de salario íntegro.

ARTICULO 71.- En los reglamentos de esta ley se procurará que el día de descanso semanal sea el domingo.

Los trabajadores que presten servicio en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un 25 %, por lo menos, sobre el salario de los días ordinarios de trabajo.

ARTICULO 74.- Son días de descanso obligatorio :

- I. El 1o. de Enero;
- II. El 5 de Febrero;
- III. El 21 de Marzo;
- IV. El 1o. de Mayo;
- V. El 16 de Septiembre;
- VI. El 20 de Noviembre;
- VII. El 1o. de Diciembre de cada seis años, cuando corresponda a la transmisión del poder Ejecutivo Federal; y
- VIII. El 25 de Diciembre.

ARTICULO 76.- Los trabajadores que tengan más de un año de servicios disfrutarán de un período anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior a 6 días laborables, y que aumentará en 2 días laborables, hasta llegar a 12, por cada año subsecuente de servicios.

Después del cuarto año, el período de vacaciones se aumentará en dos días por cada cinco de servicio.

ARTICULO 80.- Los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de 25 % sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones.

ARTICULO 85.- El salario debe ser remunerador y nunca menor al fijado como mínimo de acuerdo con las disposiciones de ésta ley. Para fijar el importe del salario se tomarán en consideración la cantidad y calidad del trabajo.

En el salario por unidad de obra, la retribución que se pague será tal, que para un trabajo normal, en una jornada de 8 horas, dé por resultado el monto del salario mínimo, por lo menos.

ARTICULO 87.- Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del día 20 de Diciembre, equivalente a quince días de salario, por lo menos.

Los que no hayan cumplido el año de servicios, independientemente de que se encuentren laborando a no en la fecha de liquidación del aguinaldo, tendrán derecho a que se les pague la parte proporcional del mismo, conforme al tiempo que hubieren trabajado, cualquiera que fuere éste.

ARTICULO 136.- Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, está obligada a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Para dar cumplimiento a esta obligación, las empresas deberán aportar al Fondo Nacional de la Vivienda el 5 % sobre los salarios de los trabajadores a su servicio.

Para la integración del salario real, se tomarán en consideración los siguientes puntos :

- a) Días no laborables por fiestas de costumbre. Entre ellas, las celebraciones religiosas más notables son :
- Viernes y Sábado Santo
 - 3 de Mayo
 - 10 y 2 de Noviembre
 - 12 de Diciembre

Estos días varían de acuerdo con la política de cada empresa y la localidad en que se encuentre la obra.

- b) Días no laborables por enfermedad profesional. Normalmente el patrón cubre un salario durante los tres primeros días de ausencia, por lo que el ingeniero deberá considerar a criterio los días no laborables por esta causa.
- c) Días no laborables por agentes físico-meteorológicos. Estos dependerán del lugar de ejecución de la obra, el medio geográfico, la estación del año y la topografía local. Asimismo causas fortuitas como : Lluvia, nieve, calor, frío, inundaciones, derrumbes, sismos, etc; para esto se considera una cierta cantidad de días no laborables que oscilan entre 3 y 4.

De lo establecido en los incisos anteriores podemos obtener ya condiciones importantes aunque parciales para la integración del salario real del trabajador.

O B T E N C I O N D E L S A L A R I O R E A L

PRIMERO.- Los trabajadores de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo los siguientes pagos mínimos anuales :

Por cuota diaria (Art.85)	=	365.00 días
Por prima vacacional (Art.76,80)		
0.25 x 6 días de vacaciones mínimas		1.50 días
Por aguinaldos netos (Art.87)		15.00 días
		<hr/>
		381.50 días

SEGUNDO.- De acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, también los trabajadores tienen derecho de descansar con goce de salario, los siguientes días mínimos al año :

Por séptimo día (Art.69)	=	52.00 días
Por días festivos (Art.74)	=	7.17 días
Por vacaciones (Art.76)	=	6.00 días
		<hr/>
		65.17 días

TERCERO.- De acuerdo con la experiencia y la política de cada empresa, es necesario considerar como inactivos algunos días del año durante los cuales el trabajador gozará de su salario íntegro, como puede ser :

Por fiestas de costumbre	=	6.0 días
Por enfermedad no profesional	=	3.0 días
Por mal tiempo y otros	=	4.0 días
		<hr/>
		13.0 días

Por lo tanto tenemos que los días pagados al trabajador por año suman 381.5 días.

Los días realmente trabajados se obtienen de :

$$365 - (65.17 + 13) = 286.83 \text{ días}$$

Entonces se determina el valor del coeficiente de incremento debido a las prestaciones de la Ley Federal del Trabajo :

$$\frac{381.5 \text{ días}}{286.83 \text{ días}} = 1.330$$

Esto indica que al integrar el salario real del trabajador se debe considerar un incremento del 33% sobre su salario base por concepto de prestaciones.

I N F O N A V I T

Como se mencionó en el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo, el 5% debe aportarse sobre el salario integrado, lo que indica que éste factor modifica el salario real del trabajador :

Por cuota diaria (Art.85)	-	365.00 días
Por prima vacacional (Art.76,80)		
0.25 x 6 días de vacaciones mínimas		1.50 días
Por aguinaldos netos (Art.87)		15.00 días
		<hr/>
		381.50 días

SEGUNDO.- De acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, también los trabajadores tienen derecho de descansar con goce de salario, los siguientes días mínimos al año :

Por séptimo día (Art.69)	-	52.00 días
Por días festivos (Art.74)	-	7.17 días
Por vacaciones (Art.76)	-	6.00 días
		<hr/>
		65.17 días

TERCERO.- De acuerdo con la experiencia y la política de cada empresa, es necesario considerar como inactivos algunos días del año durante los cuales el trabajador gozará de su salario íntegro, como puede ser :

Por fiestas de costumbre	-	6.0 días
Por enfermedad no profesional	-	3.0 días
Por mal tiempo y otros	-	4.0 días
		<hr/>
		13.0 días

Por lo tanto tenemos que los días pagados al trabajador por año suman 381.5 días.

Los días realmente trabajados se obtienen de :

$$365 - (65.17 + 13) = 286.83 \text{ días}$$

Entonces se determina el valor del coeficiente de incremento debido a las prestaciones de la Ley Federal del Trabajo :

$$\frac{381.5 \text{ días}}{286.83 \text{ días}} = 1.330$$

Esto indica que al integrar el salario real del trabajador se debe considerar un incremento del 33% sobre su salario base por concepto de prestaciones.

I N F O N A V I T

Como se mencionó en el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo, el 5% debe aportarse sobre el salario integrado, lo que indica que éste factor modifica el salario real del trabajador :

0.05 X 381.5 días

- 0.066

286.83 días

Lo que significa que al integrar el salario real del trabajador deberá considerarse un incremento del 66% sobre su salario base por concepto de cuotas patronales e INFONAVIT.

En los análisis de precios unitarios, no debe figurar el 5% del importe de las percepciones de los trabajadores que marca el art.136 de la Ley Federal del Trabajo.

Lo anterior significa en este caso que el ingeniero deberá considerar tales erogaciones dentro del importe de su utilidad bruta.

SEGURO SOCIAL Y PRESTACIONES

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación de inscribir a sus trabajadores en el IMSS, el cual, a cambio del pago de las primas de seguros correspondientes, se encarga de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la propia Ley del Seguro Social; el régimen obligatorio de la ley comprende los siguientes seguros :

- I. Riesgo de trabajo
- II. Enfermedades y maternidad
- III. Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte
- IV. Guardería para hijos de aseguradas
- V. Retiro

La misma ley establece cuotas o primas que cubren cada uno de los seguros anteriores, por lo tanto se deben valorizar para considerarlos en la integración del salario real del trabajador.

De acuerdo al artículo 42 de la Ley del Seguro Social corresponde al patrón pagar íntegramente la cuota señalada para los trabajadores, que solo perciban como cuota diaria el salario mínimo.

Por decreto presidencial publicado en el Diario Oficial del día 27 de Diciembre de 1990, se llevaron a cabo reformas al porcentaje que se cubre por seguro de invalidez, vejez, cesantía, y muerte. Así como la prima por seguro de accidentes de trabajo que era del 125%, lo cual cambió a un solo factor que es igual a 6.5625 que se sumará directamente a los demás seguros.

Durante los años de 1991 a 1995, a los patrones y a los trabajadores les corresponderá cubrir para los seguros antes mencionados, las cuotas sobre el salario base de cotización que a continuación se indican :

PORCENTAJE SOBRE EL SALARIO
BASE DE COTIZACION

AÑO	PATRONES	TRABAJADORES
1991	4.90	1.75
1992	5.04	1.80
1993	5.18	1.85
1994	5.32	1.90
1995	5.46	1.95

GUARDERIA PARA HIJOS DE ASEGURADAS

El porcentaje que el patrón paga por concepto de guardería será del 1% sobre la cantidad que por salario paguen a todos sus trabajadores en efectivo por cuota diaria (Arts. 190 y 191 de la Ley del IMSS).

0.01 X 365 días de cuota diaria

 286.83 días laborados - 0.0127 = 1.27 %

SEGURO DE RETIRO. De acuerdo a la Ley del IMSS :

ART.183-A.- Los patrones estan obligados a enterar al Instituto Mexicano del Seguro Social, el importe de las cuotas correspondientes al ramo de retiro, mediante la constitución de depósitos de dinero en favor de cada trabajador.

ART.183-B.- Las cuotas a que se refiere el artículo anterior, serán por el importe equivalente al 2% de salario base de cotización del trabajador.

0.02 X 381.5 días pagados

 286.83 días laborados - 0.0266 = 2.66 %

REMUNERACIONES PAGADAS

Este impuesto corresponde a una erogación real del patrón que repercute en el costo de la mano de obra, ya que deberá pagar el 1% del total de remuneraciones pagadas.

0.01 X 381.5 días pagados

 286.83 días laborados - 0.0133

INTEGRACION DEL FACTOR DEL SALARIO REAL

- A) Factor aplicable al salario base por las obligaciones marcadas por la Ley Federal del Trabajo _____ 1.33
- B) Incremento al factor por cuotas al INFONAVIT (como ya se mencionó, éste factor no debe aparecer en los análisis de P.U para contratos de obras públicas) _____ 0.066
- C) Incremento al factor por cuotas patronales debidas a los siguientes seguros del IMSS.

PARA TRABAJADOR DE SALARIO MINIMO :

I. Riesgos de trabajo	6.5625 %
II. Enfermedades y maternidad	11.4000 %
III. Invalidez, vejez, cesantía y muerte	7.0300 %
IV. Guardería para hijos de aseguradas	1.2700 %
V. Retiro	2.6600 %
	28.9225 %

Integrándolo.

$$\frac{0.289225 \times 381.5 \text{ días}}{286.83 \text{ días}} = 0.38468$$

PARA TRABAJADOR DE SALARIO MAYOR AL SALARIO MINIMO :

I. Riesgos de trabajo	6.5625 %
II. Enfermedades y maternidad	8.4000 %
III. Invalidez, vejez, cesantía y muerte	5.1800 %
IV. Guardería para hijos de aseguradas	1.2700 %
V. Retiro	2.6600 %
	24.0725 %

Integrándolo.

$$\frac{0.240725 \times 381.5 \text{ días}}{286.83 \text{ días}} = 0.32017$$

- D) Incremento al factor sobre remuneraciones pagadas___0.0133

La suma de incrementos de todos los incisos anteriores nos determina el factor de salario real :

- Para salario mínimo 1.7940
- Para salario mayor al mínimo 1.7295

A continuación se presenta una tabla en la que se describen los oficios más comunes en el área de la construcción; se indica su sueldo base, el factor de salario real (F.S.R) y su sueldo real para el área geográfica " A ", que comprende al Distrito Federal. Existen las áreas geográficas " B " y " C ", que junto con el área " A ", son determinadas por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

OFICIO NUM.	DESCRIPCION	SUELDO BASE	* F.S.R.	SUELDO REAL
0	Peón	N \$ 14.27	1.7940	N \$ 25.60
1	Of. Albañil	20.84	1.7295	36.04
4	Op. de Buldozer	21.90	1.7295	37.87
8	Carpintero de obra negra	19.30	1.7295	33.38
13	Of. Colocador de mozaicos	20.35	1.7295	35.19
15	Of. Yesero	19.29	1.7295	33.36
16	Of. Fierrero	20.06	1.7295	34.69
21	Chofer de camión de carga general	21.32	1.7295	36.87
23	Operador de grúa	19.77	1.7295	34.19
24	Op. de Draga	22.19	1.7295	38.37
27	Of. Electricista	20.55	1.7295	35.54
36	Of. de Herrería	20.06	1.7295	34.69
61	Perforista con pistola de aire	20.55	1.7295	35.54
63	Of. Pintor	19.87	1.7295	34.36
65	Of. Plomero	19.97	1.7295	34.54
77	Soldador con so- plete o con arco eléctrico	20.55	1.7295	35.54
84	Op. de Traxcavo y/o oruga	21.22	1.7295	36.69

* FACTOR DE SALARIO REAL OBTENIDO EN ESTOS APUNTES.

Los sueldos utilizados son los que fija la Comisión Nacional de Salarios Mínimos y entraron en vigor a partir del 1o. de Enero de 1993.

I.1.2 MATERIALES

Constituyen los materiales uno de los elementos directos del costo de más influencia en la producción. Suponen, generalmente, más de la mitad del gasto total de las construcciones.

Para el ingeniero constructor, es indispensable el conocimiento amplio de todos los materiales, y hacer una selección óptima y adecuada acorde con las condiciones de trabajo, calidad y sus limitaciones económicas; ésta selección se efectúa en base a lo siguiente :

- a) Precios de adquisición
- b) Abundancia y escasez
- c) Fluctuaciones
- d) Transporte, carga y descarga
- e) Derechos y regalías
- f) Almacenamiento
- g) Riesgos

a) Precios de adquisición .- El costo que se toma como base para integrar un P.U., es el "costo de material en obra", el cual está integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen) más el costo de transporte incluyendo carga y descarga.

Los precios de adquisición varían hasta en un mismo material dependiendo de la calidad, volumen de compra, cercanía o lejanía del proveedor.

b) Abundancia y escasez .- Dependen directamente de la demanda en el mercado por lo que se recomienda utilizar materiales de la localidad, ya que con esto se determinará la selección de procedimientos y tipos de construcción.

c) Fluctuaciones .- El precio de los materiales varían de acuerdo con la oferta y la demanda de éstos. Las fluctuaciones se presentan tanto en el precio de adquisición, como de la disponibilidad misma del material; éste, a su vez, puede fluctuar por diversas causas : Condiciones climatológicas, problemas laborales que afectan la producción, escasez periódica de materia prima, etc.

d) Transporte, carga y descarga .- Se le conoce también como " flete " y depende primordialmente de la distancia entre la fuente productora y la fuente de consumo; este costo debe integrarse al precio de adquisición (inciso a) para obtener el costo del material puesto en obra.

Existe también la transportación local o lo que comúnmente se le conoce como "acarreo", los cuales pueden ser horizontales o verticales; ésta transportación se incluye en los precios unitarios cuando sean requeridos.

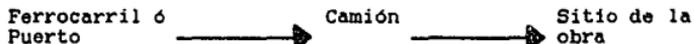
Estos acarrees muchas veces son más económicos que si se empleara transporte de la propia empresa.

e) Derechos y regalías .- Ocasionalmente, un material se ve afectado por el pago de ciertos derechos y regalías como puede ser por :

- Derechos de importación
- Derechos de pago
- Regalías de explotación

Generalmente estos derechos y regalías están regidos por normas, lineamientos legales o por leyes fiscales vigentes.

f) Almacenamiento .- Este concepto se debe aplicar a los costos indirectos y más específicamente al aspecto administración de obra, sin embargo, podría darse el caso de considerar el costo de almacenamiento dentro del costo del material; por ejemplo, el almacenamiento transitorio e intermedio entre dos etapas de transporte :



g) Riesgos .- Los materiales empleados en una obra están sujetos a distintos riesgos, desde su transportación hasta su utilización, lo que significa desperdicio mayor que el normal.

Los riesgos se clasifican en normales y extraordinarios :

- Riesgos normales. Desperdicios del material que se considera aceptable.
- Riesgos extraordinarios. Desperdicio mayor que el aceptable y esto es por la pérdida total o parcial o el deterioro de un material.

I.1.3 EQUIPO

El equipo para ejecutar trabajos de construcción, es una fuerza vital para las operaciones competitivas modernas, particularmente, para la llamada construcción pesada. La planeación de la producción para un proyecto dado, se enfoca a menudo hacia la productividad del equipo, mismo que rigiere la cantidad de trabajo a entregar. Además, la planeación financiera de una empresa constructora, siempre comienza a partir de la inversión en equipo, ya que este elemento constituye la mayor inversión de capital a largo plazo.

Al planear la adquisición de equipo para construcción, un factor determinante, es el costo total que representa para la gerencia y que comprende no solamente la inversión original o el cargo de la renta, sino también el costo de operación, reparación y conservación del equipo.

Todas las operaciones de construcción abarcan movimiento, procesamiento o colocación de materiales. La selección del equipo adecuado para realizar cada operación, depende del material en cuestión, de lo que tiene que hacerse con el, y, consecuentemente, de las fuerzas físicas que han de aplicarse al material.

A continuación se da un ejemplo de maquinaria pesada que se utiliza en grandes obras :

TRABAJOS DE EXCAVACION Y NIVELACION

- Palas excavadoras
- Zanjadoras
- Escarificadoras
- Dragas
- Bulldozers
- Traxcavos
- Motoniveladoras

TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE

- Palas cargadoras
- Tractores
- Locomotoras para obras
- Vagonetas
- Dumpers
- Camiónes

PARA COMPACTACION Y PAVIMENTACION

- Apisonadoras vibratorias
- Apisonadoras estáticas
- Compactadores
- Rodillos autopropulsados
- Plantas de fabricación de aglomerados asfálticos
- Maquinaria para riego bituminoso

ARRANQUE Y PERFORACION

- Compresores
- Equipos de perforación
- Acondicionamiento de aire comprimido, etc.

TRITURADORA DE PIEDRA Y CLASIFICACION DE AGREGADOS

- Trituradoras
- Molinos de martillo, girogravilladores, areneros
- Cribas y tamices vibrantes
- Equipos móviles de trituración, etc.

Por lo tanto el equipo es un elemento importante en empresas dedicadas al movimiento de tierras y edificación, como en la elaboración de los precios unitarios. El equipo siempre será considerado en costo de operación por hora trabajada, para lo que intervienen diferentes factores como son :

- VIDA UTIL

Es el lapso de tiempo durante el cual el equipo está en condiciones de realizar el trabajo, sin que los gastos de su posesión y operación reporten pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.

La vida útil de una máquina depende de múltiples y complejos factores, que pueden ser : Fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, desgastes excesivos debidos a su uso normal, vibraciones y fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de éstos, descuidos técnicos, etc.

- VIDA ECONOMICA

Periodo durante el cual puede operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando se le proporcione mantenimiento.

- VALOR DE ADQUISICION

Precio promedio actual en el mercado, el equipo es comprado de contado.

Cuando el valor de adquisición de la máquina incluye el valor de las llantas y otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original.

- VALOR DE RESCATE

Es el valor comercial que tiene la máquina al final de su vida económica.

Toda máquina usada, aún en el caso de que solo amerite considerarse como chatarra, tiene siempre un valor de rescate. Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que varía entre un 5% y un 20%

Para efectos de obtención del costo horario de operación de una máquina, existe también el criterio de considerar que, al finalizar el período de su vida económica, el equipo está totalmente depreciado, considerándose entonces nulo su valor de rescate.

- COSTO HORARIO DE OPERACION

Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el

contrato; éste costo horario se integra mediante los siguientes cargos :

a) Cargos fijos .- Se derivan de los correspondientes a :

- Cargos por depreciación -

Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica, y se determina mediante la ecuación :

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

- Cargos por inversión -

Es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria. Se obtiene con la ecuación :

$$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (i)$$

- Cargos por seguros -

Es el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria durante su vida económica y por accidentes que sufra; se representa por la ecuación :

$$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (s)$$

- Cargos por mantenimiento -

Son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones de trabajo y rendimiento normal durante su vida económica; se representa por la ecuación :

$$M = Q X D$$

- Cargos por almacenaje -

Es el cargo necesario para cubrir las erogaciones por concepto de almacenaje y vigilancia de la maquinaria durante sus periodos de inactividad. Aunque la ley no lo incluya como costo directo, es necesario tomarlo en consideración dentro de los costos inherentes al equipo.

$$A = K X D \quad \text{por lo tanto:}$$

A = Almacenaje

K = Coeficiente que multiplica la depreciación por hora. Tomado

por experiencia y de acuerdo al salario del vigilante (varía de 0.03 a 0.01).

D = Depreciación por hora efectiva de trabajo

Va = Valor de adquisición de la máquina descontándose el valor de las llantas en su caso.

Vr = Valor de rescate

Ve = Vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo

I = Inversión por hora efectiva de trabajo

Va + Vr

----- = Valor medio de la máquina durante su vida económica

2

Ha = Número de horas efectivas que trabaja durante el año

i = Tasa de interés anual en vigor

S = Seguro por hora efectiva de trabajo

s = Prima anual promedio; expresada en por ciento del valor de la máquina, varía entre 3% y 6%

M = Mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo

Q = Coeficiente de mantenimiento que está en función del tipo de máquina

b) Cargos por consumos .- Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de :

- Combustibles -

Consumo de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo, se representa por la ecuación :

$E = e P_c$ donde;

E = Cargo por consumo de combustibles por hora efectiva de trabajo

e = Cantidad de combustible necesaria por hora efectiva de trabajo

Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina (entre 50% y 90%) y de un coeficiente determinado por la experiencia, que varía de acuerdo con el combustible que se utilice.

P_c = Precio de combustible que consume la máquina

En base a estadísticas, se ha determinado, que los motores de combustión interna, tienen consumos promedio de combustibles por cada hora de operación y referidos al nivel del mar.

Motores Diesel = 0.20 lts X H.P X OP/HR
Motores Gasolina = 0.24 lts X H.P.X OP/HR

Ejemplo :

Una máquina con motor diesel de 100 H.P y un factor de operación de 75% promedio, tendrá un consumo de combustible de :

$0.20 \text{ lts} \times 100 \text{ H.P} \times 0.75 = 15 \text{ lts} / \text{hr}$

- Cargos por consumo de lubricantes -

Es el cargo por consumos y cambios periódicos de aceites; se representa por la ecuación :

$L = a P_e$ donde;

- L = Cargo por consumo de lubricantes por hora efectiva de trabajo
 a = Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo y está en función de la capacidad del carter en Lts, los tiempos entre cambios, la potencia del motor, el factor de operación y un coeficiente determinado por la experiencia
 P_e = Precio de aceites

Estos consumos se pueden determinar a partir de las siguientes fórmulas obtenidas por medio de observaciones estadísticas :

Para máquinas con potencia de placa igual o menor de 100 HP

$$a = c / t + 0.0030 \times \text{H.P. OP}$$

Para máquinas con potencia de placa mayor de 100 HP :

$$a = c / t + 0.0035 \times \text{H.P. OP} \quad \text{donde;}$$

- a = Cantidad de aceite necesario por hora
 c = Capacidad del carter
 t = Número de horas transcurridas entre cambios de aceite, por lo general $t = 100$ hrs
 H.P. OP = Potencia de operación (potencia de placa del motor por el factor de operación)

- Cargos por consumo de otras fuentes de energía -

Son consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes a gasolina o diesel. Su ecuación es la siguiente :

$E_c = N \times E_m \times P_e$ donde;

- E_c = Energía consumida
 N = Eficiencia del motor eléctrico
 E_m = Energía mecánica utilizable
 P_e = Precio de la unidad de energía eléctrica suministrada

- Cargos por consumo de llantas -

Este cargo es sólo para aquella máquina en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma. Este cargo se representa por la ecuación :

$$L_l = \frac{V_{ll}}{H_v} \quad \text{donde;}$$

L1 = Consumo de llantas por hora efectiva de trabajo
Vll = Valor de adquisición de las llantas
Hv = Horas de vida económica

- Cargos por piezas de desgaste rápido -
Piezas sujetas a continuas fuerzas abrasivas, variaciones de presión, etc., cuya vida económica es menor al resto del equipo y esta representada por :

$$Pe = \frac{Vp}{Hr} \quad \text{donde;}$$

Pe = Costo de pieza de desgaste rápido
Vp = Valor de adquisición de piezas especiales
Hr = Hora de vida económica de piezas especiales

c) Cargos por operación .- Son erogaciones que hace el contratista por concepto de pago de operación de la máquina por hora efectiva de trabajo, y se representa por :

$$O = \frac{St}{H} \quad \text{donde;}$$

O = Cargo por operación del equipo por hora efectiva de trabajo
St = Salario por turno del personal para operación
H = Horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina dentro del turno

d) Cargo unitario por máquina .- Se expresa como el cociente del costo directo por hora máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina.

$$CM = \frac{HMD}{RM} \quad \text{donde;}$$

CM = Cargo unitario por maquinaria.
HMD = Costo directo de Hora-Máquina.
RM = Rendimiento horario, expresado en la unidad de que se trate.

A continuación se presentan ejemplos de costo - horario de equipo usado en construcción; se llegará a la obtención de éste, aplicando las fórmulas antes indicadas.

1.- MAQUINA :

Camión de volteo	Precio de adquisición (Pa) :
FAMSA, 8 m3	N \$ 160 000.00
Tipo de motor : Diesel	Valor de llantas (Vn) :
Vida económica (Ve) :	N \$ 4 200.00
8 500 hrs	Valor de adquisición (Va) :
Vida económica de llantas :	N \$ 155 800.00
(Hv) : 1 800 hrs	Valor de rescate (Vr) :
Horas por año (Ha) :	N \$ 31 160.00
1 700 hrs	Capacidad carter: 7.0 lts
Valor de rescate (Vr):20%	Cambio de lubricante: 200 hrs
Mantenimiento (Q): 80%	Intereses: 55%
Factor de operación: 50%	Seguros: 5%

CARGOS FIJOS :

Depreciación : $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$

$$D = \frac{155\ 800.00 - 31\ 160.00}{8\ 500}$$

D - N \$ 14.66

Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (i)$

$$I = \frac{155\ 800.00 + 31\ 160.00}{2 (1\ 700)} (0.55)$$

I - N \$ 30.24

Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (s)$

$$S = \frac{155\ 800.00 + 31\ 160.00}{2 (1\ 700)} (0.05)$$

S - N \$ 2.75

Mantenimiento : $M = Q \times D$

$$M = 0.80 (14.66)$$

M - N \$ 11.73

Subtotal Cargos Fijos - N \$ 59.38

CARGOS POR CONSUMOS :

Combustibles : E = e Pc
E = 0.20 X 170 HP X 0.50
E = 17 lts X N \$ 1.15
E - N \$ 19.55

Lubricantes : L = a Pc
donde; c 7.0 lts
a $\frac{c}{t}$ = $\frac{7.0 \text{ lts}}{200 \text{ hrs}}$ = 0.035
a = 0.035 + (0.0035 X 170 X 0.50)
a = 0.33 lts sustituyendo en L :
L = 0.33 X N \$ 6.50
L - N \$ 2.14

Llantas : L1 = $\frac{V11}{Hv}$
4 200.00
L1 = $\frac{4 200.00}{1 800}$
L1 - N \$ 2.33

Subtotal Cargos por Consumos - N \$ 24.42

CARGOS POR OPERACION :

O $\frac{St}{H}$ = $\frac{N \$ 36.87}{8 \text{ hrs}}$
O - N \$ 4.61

Subtotal Cargos por Operación - N \$ 4.61

TOTAL COSTO HORARIO :

Cargos Fijos N \$ 59.38
Cargos por Consumo N \$ 24.42
Cargos por Operación N \$ 4.61

TOTAL - N \$ 88.41

2.- MAQUINA :

Pulidora de pisos	Valor de adquisición (M.N):
Tipo de motor :	(Va): N \$ 4 100.00
Eléctrico	Valor de rescate (Vr) : 10 %
Potencia: 1 1/2 H.P	(Vr): N \$ 410.00
Factor de operación: 1	Vida económica (Ve) : 4 500 hrs
Mantenimiento : 100 %	Horas por año (Ha) : 1 500 hrs
Intereses : 55 %	Seguros : 5 %

CARGOS FIJOS :

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$D = \frac{4\ 100.00 - 410.00}{4\ 500}$$

D = N \$ 0.82

$$I = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} (i)$$

$$I = \frac{4\ 100.00 + 410.00}{2 (1\ 500)} (0.55)$$

I = N \$ 0.83

$$S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} (s)$$

$$S = \frac{4\ 100.00 + 410.00}{2 (1\ 500)} (0.05)$$

S = N \$ 0.075

Mantenimiento :

$$M = Q D$$

$$M = 100 \% \times 0.82$$

M = N \$ 0.82

Subtotal Cargos Fijos - N \$ 2.55

CARGOS POR OPERACION :

$$0 = \frac{\text{St}}{\text{H (Jornal)}}$$

1 ayudante N \$ 14.27 X 1.7940 = N \$ 25.60

$$0 = \frac{\text{N \$ 25.60}}{8 \text{ hrs}}$$

0 = N \$ 3.20

Subtotal Cargos por Operación = N \$ 3.20

TOTAL COSTO HORARIO :

Cargos Fijos	N \$ 2.55
Cargos por Consumos	0.00
Cargos por Operación	N \$ 3.20

TOTAL = N \$ 5.75

3.- MAQUINA

Revolvedora de concreto	Valor de adquisición (Va):
Capacidad : 1 saco	N \$ 5 405.00
Tipo de motor : Gasolina	Valor de rescate (Vr):
Potencia : 8 H.P	N \$ 540.50
Tasa de inversión (i):55%	Vida económica (Ve):
Seguro (s): 3 %	4 200 hrs
Mantenimiento (Q): 90 %	Horas por año (Ha):
Factor de operación: 75 %	1 400 hrs
Capacidad carter : 1 lt	
Cambio de aceite : 50 hrs	

CARGOS FIJOS :

Depreciación :

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$D = \frac{5\ 405.00 - 540.50}{4\ 200}$$

D = N \$ 1.16

Inversión :

$$I = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} (i)$$

$$I = \frac{5\ 405.00 + 540.50}{2 (1\ 400)} (0.55)$$

I = N \$ 1.17

Seguros :

$$S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} (s)$$

$$S = \frac{5\ 405.00 + 540.00}{2 (1\ 400)} (0.03)$$

S = N \$ 0.064

Mantenimiento : M = Q D

M = 90 % X N \$ 1.16

M = N \$ 1.044

Subtotal Cargos Fijos

- N \$ 3.44

CARGOS POR OPERACION :

O = $\frac{\text{St}}{\text{H (Jornal)}}$

O = $\frac{\text{N } \$ 20.84 \times 1.7295}{8 \text{ hrs}}$

O = N \$ 4.51

Subtotal Cargos por Operación - N \$ 4.51

CARGOS POR CONSUMOS :

Combustibles :

E = e Pc
e = 0.24 lts X 8 H.P X 0.75
E = 1.44 lts X N \$ 1.15

E = N \$ 1.65

Lubricantes :

L = a Pc
a = c/t + 0.0030 X HP X OP
a = 1/50 + 0.0030 X 8 HP X 0.75
a = 0.038 lts
L = 0.038 lts X N \$ 6.50

L = N \$ 0.24

Subtotal Cargos por Consumos - N \$ 1.89

TOTAL COSTO HORARIO :

Cargos Fijos N \$ 3.44
Cargos por Operación N \$ 4.51
Cargos por Consumos N \$ 1.89

TOTAL - N \$ 9.84

4.- MAQUINA

Vibrador para concreto	Valor de adquisición (Va):
Tipo de motor :	N \$ 2 800.00
Gasolina	Valor de rescate (Vr): 10%
Potencia : 4 H.P.	N \$ 280.00
Mantenimiento : 100 %	Vida económica (Ve): 4800 hrs
Intereses : 55 %	Horas por año (Ha): 1 600 hrs
Seguros : 3 %	Cambio de aceite : 30 hrs
Factor de operación:60%	Capacidad carter : 2 lts

CARGOS FIJOS :

$$\text{Depreciación : } D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$D = \frac{2\ 800.00 - 280.00}{4\ 800}$$

$$D = N \$ 0.52$$

Inversión :

$$I = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} \quad (i)$$

$$I = \frac{2\ 800.00 + 280.00}{2\ (1\ 600)} \quad (0.55)$$

$$I = N \$ 0.53$$

Seguros :

$$S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} \quad (s)$$

$$S = \frac{2\ 800.00 + 280.00}{2\ (1\ 600)} \quad (0.03)$$

$$S = N \$ 0.029$$

Mantenimiento :

$$M = Q\ D$$

$$M = 100\% \times N \$ 0.52$$

$$M = N \$ 0.52$$

Subtotal Cargos Fijos - N \$ 1.60

CARGOS POR CONSUMOS :

Combustibles : E = e Pc
e = 0.24 lts X 4 H.P X 0.60
E = 0.576 lts X N \$ 1.15
E - N \$ 0.66

Lubricantes : L = a Pe
a = c/t + 0.0030 X H.P X OP
a = 2/30 + 0.0030 X 4 H.P X 0.60
a = 0.1656 lts
L = 0.1656 ltrs X N \$ 6.50
L - N \$ 1.07

Subtotal Cargos por Consumos - N \$ 1.73

CARGOS POR OPERACION :

O = $\frac{St}{H \text{ (Jornal)}}$
N \$ 14.27 X 1.7940
O = $\frac{\quad}{8 \text{ horas}}$
O - N \$ 3.20

Subtotal Cargos por Operación - N \$ 3.20

TOTAL COSTO HORARIO :

Cargos Fijos N \$ 1.60
Cargos por Consumos N \$ 1.73
Cargos por Operación N \$ 3.20

Total Costo Horario - N \$ 6.53

1.2 COSTOS INDIRECTOS

Por definición se designa como cargo por indirectos " los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluídos en los cargos directos, que realiza el contratista y que se distribuyen en proporción a los cargos directos de los conceptos de trabajo y tendiendo a las modalidades de la obra.

Este cargo está en función directa del tipo de obra, ubicación, programa y época de ejecución y de ciertas condiciones contractuales establecidas. En rigor, en la ejecución de cada obra, debe corresponder un indirecto determinado; conforme a lo establecido por las disposiciones legales, " los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo el resultado de esta suma entre el costo total directo de la obra de que se trate ", es decir, no deben incluirse otros cargos como son : Utilidad ó cargos adicionales que deberán ser tratados separadamente.

Se define como costo indirecto a aquel costo que no puede identificarse específicamente con el producto (o servicio) y que, por esta razón, debe asignarse a ese producto de acuerdo con un prorrateo determinado.

El costo directo por lo tanto, se "identifica claramente en la producción y cuya asignación es por tanto específica y definida".

Dentro de una empresa de construcción pueden identificarse dos niveles de costos indirectos :

- 1) Costos indirectos incurridos por la operación y administración de la oficina central
- 2) Costos incurridos por la operación técnica y administrativa de la obra.

DETERMINACION DE LOS COSTOS INDIRECTOS

La determinación de los costos indirectos se hace de acuerdo con la experiencia de la empresa y/o de acuerdo con un programa de necesidades (datos de presupuesto).

Del cuidado y exactitud con que se cuantifiquen los costos indirectos estará el éxito de la empresa para poder cubrirlos.

Los costos indirectos estan integrados por los siguientes conceptos :

- a) Administración en obra
- b) Administración central
- c) Financiamiento
- d) Fianzas y seguros
- e) Imprevistos

a) Administración en obra y gastos generales :

Todos los gastos originados por la organización de la obra: Transporte del equipo, construcción de campamentos, montaje de talleres, instalación de almacenes, traslado de personal. Gastos de su administración : Personal técnico y administrativo. Gastos de su ejecución: Sobrestantes. Y por último de su control: Personal de costos, topografía, laboratorio... son costos indirectos. Es frecuente considerar una cantidad dentro de estos conceptos por " imprevistos " .

Estos costos son generalmente controlables por el responsable de la obra (superintendente o residente), siendo algunos de ellos fijos, y otras variables dentro de ciertos límites (ya sea en función del tiempo o del volumen de obra).

Los conceptos que constituyen este grupo los podemos desglosar en los siguientes conceptos :

- 1) Honorarios, sueldos y prestaciones
- 2) Instalaciones y obras provisionales
- 3) Transportes, fletes y acarreos
- 4) Gastos de oficina
- 5) Varios

1) Honorarios, sueldos y prestaciones :

Este aspecto cubre todas las erogaciones originadas por el personal técnico y administrativo que en el campo, dirige y supervisa.

La ejecución de los trabajos. En dicha organización de dirección y superintendencia, se incluye desde la jerarquía suprema de residencia, hasta sobrestantes y cabos.

Dentro de este aspecto quedan involucrados los siguientes puntos :

- Honorarios de superintendentes e ingenieros auxiliares
- Honorarios y sueldos de personal administrativo y de servicios (jefe de oficina, pagador, secretarias, oficinistas, almacenistas, laboratoristas).
- Sueldos y salarios del personal obrero (bodegueros, choferes, veladores, mecánicos, etc)
- Seguro social e impuestos sobre remuneraciones pagadas del personal técnico y administrativo y obra.
- Pasajes y viáticos
- Sueldos de tránsito
- Compensaciones y gratificaciones

2) Instalaciones y obras provisionales :

Incluye dentro de este aspecto todas las erogaciones relativas a la construcción de obras e instalaciones auxiliares necesarias para el desarrollo de la obra misma, como puede ser :

- Campamentos
- Oficinas de obra
- Talleres, bodegas, comedores, dormitorios
- Laboratorios de campo y patios de almacenamiento
- Instalaciones para servicios médicos
- Casetas de vigilancia

Para la conservación y mantenimiento de las instalaciones antes mencionadas es necesario la instalación eléctrica, hidráulica, sanitaria y de gas.

3) Transportes, fletes y acarreos :

En este aspecto se agrupan los gastos originados por consumos de amortización de vehículos del servicio general de la obra; y fletes de materiales y equipo, no incluidos en el costo directo, etc.

4) Gastos de oficina :

Son los originados por los siguientes puntos :

- Papelería y útiles de escritorio
- Consumo de luz, gas, agua
- Amortización de muebles de oficina y equipo de ingeniería
- Correos, teléfono, telégrafo, radio, etc.
- Copias y duplicados de planos y documentos
- Pasajes y transportes locales
- Situaciones bancarias
- Relaciones públicas, donativos, suscripciones

5) Varios :

Este aspecto involucra otras erogaciones como son :

Servicios médicos de urgencia. Ingeniería de seguridad. Sindicatos. Control de calidad. Amortización y consumos de equipo y herramientas de talleres. Riesgos de obras terminadas (reclamaciones posteriores). Conservación de la obra hasta su entrega. Rupturas y reposiciones (ductos, pavimentos, etc).

Se deduce de la observación de ésta extensa lista de conceptos que intervienen en la administración y gastos generales de obra, que dicho factor de costos indirectos presenta un rango de variación muy amplio, pudiendo indicarse que sus límites varían

entre un 5% y 20% del costo total de una obra.

b) Administración central :

Toda empresa constructora " organizada ", deberá estar dotada de cuerpos administrativos que esten encargados de conducir, controlar, vigilar todas las operaciones de la propia empresa, así como de servir de enlace entre las diversas dependencias que forman parte de la misma.

La oficina central; todos los gastos originados por la oficina central por concepto de organización, dirección técnica general, administración, control, financiamiento y, en fin, todos aquellos gastos no identificados con una obra específica, son costos indirectos.

Estos conceptos o costos son únicamente controlables por la gerencia de la empresa, y se consideran como fijos dentro de un periodo de tiempo, independientemente de las variaciones en el volumen de obra.

Dentro de la administración central, algunos de los renglones de gastos más importantes son :

- Honorarios de directores y ejecutivos
- Honorarios y sueldos de personal administrativo
- Salarios de personal de servicio (mozos, veladores, choferes)
- Seguro social e impuesto sobre remuneraciones pagadas de todo el personal anterior
- Pasajes y viáticos del personal administrativo central
- Gastos de representación
- Consultorías y asesorías
- Estudios e investigaciones
- Iguales en asuntos jurídicos y fiscales
- Depreciación, rentas y mantenimiento de edificios, talleres, bodegas, etc.
- Depreciación de muebles y enseres
- Amortización de gastos de organización
- Previsión para cuentas de cobro dudoso
- Previsión para periodos de inactividad
- Depreciación, renta y operación de vehiculos
- Servicios médicos de urgencia
- Indemnizaciones
- Gastos de oficina (papelería, correos, teléfono, luz, etc)
- Preparación de concursos
- Publicidad y promoción
- Donativos

El monto de los gastos correspondientes a la administración central, es muy variable dependiendo de la magnitud de la empresa, se acostumbra expresarlo en un porcentaje (%) que aporta el costo neto total de las obras que ejecuta la empresa, en un periodo dado

razón por la cual éste porcentaje debe ser calculado en base al costo directo total de cada obra. En forma estadística podemos afirmar que la administración central representa entre un 3% y un 8% del costo directo total de las obras de la empresa.

c) Financiamiento :

Este es un factor de costo de vital importancia cuya imprevisión puede acarrear graves consecuencias en los resultados finales de una obra, y aún ocasionar grandes pérdidas.

El monto de los financiamientos dependerá, en cada caso particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo primero del programa general de obra y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato.

Así por ejemplo:

Que el contratista deba financiar el 15 % del costo total de la obra durante toda la duración, el renglón de financiamiento representará para el contratista un porcentaje mensual de dicho costo total.

En términos generales, dentro de cargos normales, el financiamiento puede representar entre el 1% y 50% del costo total de una obra.

d) Fianzas y seguros :

Se involucran dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes, etc. Este renglón de fianzas y seguros puede representar entre 1% y 4% del costo total de la obra.

e) Imprevistos :

Existen discrepancias en que se incluyan o no los imprevistos dentro de los costos indirectos.

Pero se reconoce que existe en todo trabajo de construcción, causas o elementos de costos que no pueden ser expresados en números. No se pueden suprimir totalmente los errores, tanto en estimación como en el proceso constructivo. No se puede predecir la magnitud de un posible accidente y tampoco se puede cubrir con recursos todas las posibles eventualidades, no se puede prever las demoras que causan en las operaciones.

Todos estos elementos constituyen el riesgo natural en el área de la construcción, riesgos que son inherentes a cualquier otro orden de la actividad económica.

El criterio correcto de estimación de imprevistos, consiste en tratar de superar con alguna base razonable, los cargos de previsión para el mayor número posible de contingencias, reduciendo a un mínimo aceptable el factor marginal que se supone servirá para cubrir en alguna proporción los riesgos verdaderamente imprevisibles.

Se puede concluir que el porcentaje con que se expresa el factor de imprevistos dentro de los costos indirectos depende del grado de incertidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra.

Los imprevistos representan entre un 2% y un 5% del costo directo total de una obra.

Ejemplo : ANALISIS DE INDIRECTOS Y UTILIDAD.

CIA. CONSTRUCTORA : ESTRUCTURAS Y MONTAJES ELECTROMECHANICOS
S.A DE C.V

ADMINISTRACION CENTRAL

Personal directivo	1.20 %
Personal técnico	1.90 %
Personal administrativo	1.30 %
Gastos generales	1.40 %
	<hr/>
	5.80 %

ADMINISTRACION EN OBRA

Personal técnico	2.00 %
Personal administrativo	2.20 %
Personal en tránsito	1.20 %
Gastos generales	1.40 %
	<hr/>
	6.80 %

FIANZAS

Sobre anticipo	2.00 %
Sobre garantía de obra	1.00 %
	<hr/>
	3.00 %

SEGUROS

De personal en obra	0.65 %
Inspección S.P.P	0.80 %
I.C.I de la C.N.I.C	0.45 %
	<hr/>
	1.90 %

IMPREVISTOS 2.50 %

TOTAL DE INDIRECTOS 20.00 %

Utilidad 10 % sobre C.D e Indirectos

Costos Directos	=	1.00	Costos Directos	=	1.00
Costos Indirectos	=	0.20	Utilidad	=	0.10
		<hr/>			<hr/>
		1.20			1.10

1.20 (1.10) = 1.32 % sobre C.D.

I.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE LA UTILIDAD. IMPUESTOS.

UTILIDAD :

Al tratar este tema nos introducimos en un campo en el que cada empresa debe determinar libremente, sin más limitaciones que las que le fijen sus obligaciones para consigo misma y para la sociedad. Concebida la empresa como una entidad de servicio, sus obligaciones en el campo de la economía y en el campo de lo social son :

- Sobrevivencia y mejoramiento
- Continuidad y desarrollo

Las utilidades tienen entonces un mínimo obligado que es aquél que hace posible el cumplimiento de ésta doble función.

Por otra parte, dentro de nuestro régimen de empresa libre y de economía privada, el capital tiene un papel generador, al desempeñarlo asume un riesgo, es de conveniencia social y de justicia evidente que tenga una remuneración equitativa.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos; el criterio de

evaluación más significativo es el basado en el grado de riesgo a que esta sujeto el contratista. Otros factores circunstanciales que pueden influir en la determinación del porcentaje de utilidad pueden ser :

- Grado de dificultad técnica de la obra
- Localización de la obra
- Plazo en que debe ejecutarse la misma
- Magnitud de la obra

Es común en nuestro medio y dadas las circunstancias normales, que el porcentaje de utilidad ande entre un 8% y un 15%.

Por definición la utilidad es " la ganancia que debe pagarse al contratista por la ejecución del concepto de trabajo; y queda representada por un porcentaje sobre la suma de los cargos directos más indirectos de dicho concepto de trabajo ".

La utilidad es un cargo importante dentro de la integración de los Precios Unitarios, y por lo tanto el porcentaje que se aplique debe calcularse en forma racional para que sea justo y conveniente para las empresas constructoras y no aplicar por costumbre un coeficiente establecido.

El porcentaje por utilidad se aplica a la suma de los cargos directos más indirectos, la denominaremos " Utilidad Bruta ". Esta a su vez contendrá la " Utilidad Neta ", y las obligaciones impositivas del contrato. Estas últimas varían en función del lugar, época y disposiciones legales que sobre el impuesto haya determinado el Gobierno de cada Nación.

La " utilidad neta ", es la retribución o compensación que recibe la empresa a cambio del servicio que presta.

Existen diversos factores que influyen directamente en la integración del cargo por utilidad, dentro de los cuales pueden considerarse como preponderantes las condiciones especiales de la empresa, la oferta y la demanda en el mercado de la Industria de la Construcción, el monto de las obras por ejecutar así como el riesgo que presenta una determinada contratación.

Las empresas calculan su utilidad neta total para determinar su aplicación final, conforme a las políticas establecidas para tal efecto, bien sea para incrementar su desarrollo, o bien para fijar sus factores de distribución. La utilidad neta que percibe una empresa al año, constituye en sí el indicador de su progreso.

El cálculo de la utilidad neta, de las empresas que se dedican a la construcción de obras no es simple, considerando los factores que provocan sus fluctuaciones en cuanto a escasez o exceso de obras en determinadas épocas, así como de otras condiciones.

Por lo que respecta a las obligaciones impositivas (carga que forma parte de la utilidad) en nuestro país y en la rama de la Industria de la Construcción, para contratos de obras públicas se tiene en la actualidad los siguientes conceptos :

- 1.- El Impuesto Sobre la Renta para las empresas constructoras es del 42 % sobre la utilidad (anteriormente había un régimen especial del 3.75 % de la obra ejecutada).
- 2.- El Impuesto al Valor Agregado no debe incluirse en el costo porque se traslada el impuesto al consumidor final, a excepción de las obras exentas.
- 3.- La aportación al Fondo Nacional de la Vivienda INFONAVIT que el patrón debe cubrir de sus utilidades y que significa del 0.5% al 1.5% del Precio Unitario dependiendo del tipo de obra que se realiza (5% del costo de la mano de obra).
- 4.- La participación de utilidades a los trabajadores 8% de la utilidad de la empresa.

En resumen, la utilidad será entonces, la ganancia que debe considerar cada empresa contratista como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos para cumplir con la realización de un proyecto. La suma del costo unitario más la utilidad será el precio unitario de un concepto de obra.

Tanto los elementos que integran los costos directos, los costos indirectos y el elemento utilidad, son los que permiten valorizar el precio unitario, razón por la que en conjunto, constituyen los llamados " Factores de Consistencia de los Precios Unitarios ".

IMPUESTOS :

Los impuestos representan otro factor del costo que grava la producción de manera directa o indirecta, según su naturaleza fiscal y base de imposición. Las hay motivadas por la contratación de obras o por su ejecución; otras, que tienen su origen en la propia actividad de la empresa, sin influencia en la producción, y otras ajenas a los fines específicos empresariales.

Los que afectan a la producción obedecen a tasas fijas en sus porcentajes, por lo que el incremento que suponen para los costos puede tomarse de manera periódica y en cuantías conocidas, aunque la liquidación del impuesto se haya diferido o se haya adelantado.

Estos gravámenes, que son un costo fijo de producción, deben ser considerados para hacerlos repercutir en los precios y su carga no representa una disminución del beneficio industrial, aunque esto, en la construcción, no depende de la voluntad de la empresa, sino de la coyuntura de la oferta y de la concurrencia que permita o no salvar los márgenes de impuestos total o parcialmente sin detrimento del beneficio.

La legislación fiscal es flexible, ajustándose a las distintas situaciones económicas y necesidades estatales, por lo que no puede darse un modelo de tributación permanente.

Repercusión del impuesto en gastos generales de empresa :

De manera directa, afecta el Impuesto sobre el Tráfico de Empresas (ventas, obras, arrendamientos y servicios). Las empresas constructoras están obligadas al pago del Impuesto por los importes de obras que realicen, estando legalmente autorizados a hacer repercutir el total del Impuesto sobre los dueños de las obras, los cuales quedan obligados a soportar la repercusión.

Otras cargas legales :

Además, a cargo de las empresas contratistas de obras del Estado se dan otros tributos parafiscales por concepto de dirección, inspección, replanteos y vigilancia de las obras.

Algunos contratos, independientemente, establecen obligaciones empresariales para atender a su cargo los gastos de laboratorios, pruebas, sondeos, proyectos, liquidaciones, etc.

Los cálculos de impuestos y otras cargas legales que se obtengan, han de referirse necesariamente a cada obra, de acuerdo con las condiciones del contrato y el organismo contratante.

El coeficiente fijo que se haya obtenido debe aplicarse sobre el importe de los trabajos de cada actividad valorados a los precios líquidos del presupuesto, sumando este producto a los costos unitarios.

En el cuadro siguiente se dan los costos unitarios siguiendo el orden en que deben situarse para llegar, por imputación directa y de distribución, al resultado definitivo de cada actividad.

COSTOS DE UNA ACTIVIDAD	
(Valoración de la producción a precios líquidos de proyecto o contrato = V)	
Costos Directos	
1.- Materiales.....	X
2.- Mano de obra	X
3.- Maquinaria e instalaciones: herramental y medios auxiliares	X
3a. Elementos de la empresa	_____
3b. De propiedad ajena	_____
3.1 Maquinaria pesada	X
3.2 Maquinaria ligera y otros medios auxiliares de trabajo	X
4.- Transporte	X
4.1 Transporte propio	X
4.2 Transporte ajeno	X
5.- Talleres auxiliares de obra	X
6.- Subcontratas	X
6.1 Subcontratación completa (puede sustituir a todos los costos directos de la actividad).	_____
6.2 Subcontratación parcial (sustit. a dos o más costos directos)	_____
6.3 Subcontratas de mano de obra solamente	_____
6.3.1 Unidades de obra destajadas	_____
6.3.2 Prestación de personal para trabajos especiales	_____

COSTOS DE UNA ACTIVIDAD

Costos Indirectos

7.- Gastos de producción	x
7.1 Imputables a varias actividades (parte correspondiente)	x
Suma a)...	X
7.2 Gastos de producción común a toda la obra (parte proporcional sobre suma a) de actividades	x
7.2.1 De aplicación inmediata	x
7.2.2 Amortizables	x
Suma b)...	X
8.- Impuestos sobre la producción	x
(Coeficiente. V)	x
Suma c)...	X
9.- Gastos generales (distribución proporcional a la suma c) de actividades)	x
9.1 Gastos generales de obra	x
9.2 Gastos generales de sucursal o zona	x
9.3 Gastos generales de central (opción su aplicación al costo)	x
Total Costo de la Actividad.....	X

I.4 INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PRECIO UNITARIO : Es la remuneración o pago en moneda que el contratante cubre al contratista por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute de acuerdo a las especificaciones.

UNIDAD DE OBRA : Es la unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago.

CONCEPTO DE TRABAJO : Es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas, que el contratista realiza durante la ejecución de la obra de acuerdo a planos y especificaciones divididas condicionalmente para fines de medición y pago, incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando estos sean necesarios.

ESPECIFICACIONES : Son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y calidad el alcance de los conceptos de trabajo, las especificaciones de un concepto en particular, deben de contener :

- a) Descripción del concepto
- b) Materiales que intervienen y su calidad
- c) Alcance de la ejecución del concepto
- d) Mediciones para fines de pago
- e) Cargos que incluyen los precios unitarios

Por lo que el precio unitario es el medio por el cual el contratista cobra al contratante el valor justo del trabajo que desarrolla; en esta forma recupera los gastos que ha realizado para la ejecución del trabajo, y así mismo obtiene la utilidad que le corresponde.

El precio unitario es un valor promedio que debe contener las variaciones de los parámetros que lo integran durante el tiempo de ejecución de la obra.

La elaboración de los precios unitarios no es más que una etapa dentro del proceso contractivo federal que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y que termine con la construcción de la misma. No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones ya que son éstas las que definen la obra que se requiere y la manera en que deben ejecutarse, lo que indudablemente constituya la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra.

Previo a la elaboración de los precios unitarios, es absolutamente indispensable conocer a fondo la naturaleza de los recursos tanto humanos como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos.

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : ANALISIS DEL GRUPO I		U N I D A D Jornal			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO		
			NORMAL		
			MINIMO		
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
SUBTOTAL N \$					
MANO DE OBRA :					
Peón	Jor.	1.00	25.60	25.60	
Cabo	Jor.	0.10	36.04	3.60	
SUBTOTAL N \$ 29.20					
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
SUBTOTAL N \$					
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO				29.20
	UTILIDAD E INDIRECTOS				%
	PRECIO UNITARIO				N \$

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : ANALISIS DEL GRUPO 2		U N I D A D Jornal			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO		
			NORMAL		
			MINIMO		
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
SUBTOTAL N \$					
MANO DE OBRA :					
Peón		Jor.	1.00	25.60	25.60
Oficial de Alba- ñilería		Jor.	0.25	36.04	9.01
SUBTOTAL N \$ 34.61					
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
SUBTOTAL N \$					
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO N \$ 34.61			
		UTILIDAD E INDIRECTOS % _____			
		PRECIO UNITARIO N \$			

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : ANALISIS DEL GRUPO 3			U N I D A D J o r n a l		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	
				NORMAL	
				MINIMO	
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
SUBTOTAL N \$					
MANO DE OBRA :					
Oficial carpintero	Jor.	1.00	33.38	33.38	
Ayudante de carpintero	Jor.	1.00	25.60	25.60	
SUBTOTAL N \$ 58.98					
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
SUBTOTAL N \$					
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO			N \$ 58.98	
	UTILIDAD E INDIRECTOS			% _____	
	PRECIO UNITARIO			N \$ _____	

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	T E S I S P R O F E S I O N A L			
ESPECIFICACIONES : ANALISIS DEL GRUPO 5		U N I D A D Jornal			
		RENDIMIENTO	MAXIMO		
		POR	NORMAL		
		JORNAL	MINIMO		
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
	SUBTOTAL N \$				
MANO DE OBRA :					
Oficial albañil	Jor.	1.00	36.04	36.04	
Peón	Jor.	1.00	25.60	25.60	
SUBTOTAL N \$					61.64
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
	SUBTOTAL N \$				
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO		N \$ 61.64		
	UTILIDAD E INDIRECTOS		% _____		
	PRECIO UNITARIO		N \$		

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : ANALISIS DEL GRUPO 6			U N I D A D Jornal		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	
				NORMAL	
				MINIMO	
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
	SUBTOTAL N \$				
MANO DE OBRA :					
	Oficial especiali- zado.	Jor.	1.00	34.19	34.19
	Peón	Jor.	1.00	25.60	25.60
	SUBTOTAL N \$				
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
	SUBTOTAL N \$				
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO		N \$ 59.79		
	UTILIDAD E INDIRECTOS		% _____		
	PRECIO UNITARIO		N \$ _____		

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Básico. Concreto f'c = 200 Kg/cm2 R.N Agregado máximo 3/4". Fabricado en obra en revolvente de 1 saco.		U N I D A D M ²			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	16.00	
			NORMAL	15.00	
			MINIMO	13.00	
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
Cemento R.N	Ton.	0.3697	380.00	140.48	
Arena	m ³ .	0.5328	80.00	42.62	
Grava	m ³ .	0.6452	80.00	51.61	
Agua	m ³ .	0.2424	1.20	0.29	
SUBTOTAL N \$				235.00	
MANO DE OBRA :					
Grupo 7 (5 peones + 1 of. albañil)	Jor.	0.06666	164.04	10.94	
SUBTOTAL N \$				10.94	
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
Revolvedora de 1 saco	Hr.	0.53333	9.84	5.25	
Herramienta menor	%	4 (M.O)	10.94	0.44	
SUBTOTAL N \$				5.69	
OBSERVACIONES :					
COSTO DIRECTO				251.63	
UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %				75.49	
PRECIO UNITARIO				N \$ 327.12	

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L	
ESPECIFICACIONES : Básico. Mortero cemento-cal-arena en proporción 1:1:10			U N I D A D M=		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	
				NORMAL	
				MINIMO	
C O N C E P T O		UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES :					
Cemento	Ton.	0.1926	380.00	73.188	
Cal	Ton.	0.1143	302.00	34.518	
Arena	M ³ .	1.2347	80.00	98.776	
Agua	M ³ .	0.3288	1.20	0.395	
SUBTOTAL N \$					206.877
MANO DE OBRA :					
SUBTOTAL N \$					
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
SUBTOTAL N \$					
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO			N \$ 206.877
		UTILIDAD E INDIRECTOS			% _____
		PRECIO UNITARIO			N \$ _____

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L	
ESPECIFICACIONES : Básico. Concreto f'c = 100 Kg/cm ² R.N Agregado máximo de 3/4" (19 cm). Fabricado en obra en revolvedora de 1 sacco.			U N I D A D M ²		
			RENDIMIENTO	MAXIMO	16.00
			POR	NORMAL	15.00
			JORNAL	MINIMO	13.00
C O N C E P T O		UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES :					
Cemento	Ton.	0.2704		380.00	102.752
Arena	M ² .	0.5200		80.00	41.600
Grava	M ² .	0.7072		80.00	56.576
Agua	M ² .	0.2028		1.20	0.243
SUBTOTAL N \$					201.171
MANO DE OBRA :					
Grupo 7 (5 peones + 1 of. albafil)	Jor.	0.06666		164.04	10.935
SUBTOTAL N \$					10.935
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
Revolvedora para 1 sacco.	Hr.	0.5333		9.84	5.247
Herramienta menor	%	4		10.935	0.437
SUBTOTAL N \$					5.684
OBSERVACIONES :					
COSTO DIRECTO					N \$ 216.79
UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %					65.337
PRECIO UNITARIO					N \$ 282.127

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Demolición de muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor.		U N I D A D M ²			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	19.00	
			NORMAL	17.00	
			MINIMO	15.00	
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
SUBTOTAL N \$					
MANO DE OBRA :					
Grupo 1 (1 peón + 1/10 de cabo)		Jor.	0.0588	29.204	1.717
SUBTOTAL N \$ 1.717					
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
Herramienta menor		%	4	1.717	0.068
SUBTOTAL N \$ 0.068					
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO N \$ 1.785 UTILIDAD E INDIRECTOS 30 % 0.535 PRECIO UNITARIO N \$ 2.320			

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Excavación a mano en cepas de 0.00 a 1.5 metros de profundidad en material tipo I. Incluye afines de taludes y fondo.				U N I D A D M ²		
				RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	5.50
					NORMAL	5.00
					MINIMO	4.50
C O N C E P T O		UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :						
SUBTOTAL N \$						
MANO DE OBRA :						
Grupo 1 (1 peón + 1/10 de cabo)		Jor.	0.20	29.204	5.841	
SUBTOTAL N \$ 5.841						
HERRAMIENTA Y EQUIPO :						
Herramienta menor		%	4	5.841	0.233	
SUBTOTAL N \$ 0.233						
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO N \$ 6.074				
		UTILIDAD E INDIRECTOS 30 % <u>1.822</u>				
		PRECIO UNITARIO N \$ 7.896				

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Plantilla de concreto hecho en obra. Agregado máximo 3/4". F'c = 100 Kg/cm ² de 7 cm de espesor.			U N I D A D M ²		
			RENDIMIENTO	MAXIMO	28
				NORMAL	18
			POR	MINIMO	16
			JORNAL		
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES : Concreto F'c = 100 kg/cm ² . Fabricado en obra en revol- vedora de 1 saco.	M ²	0.0721	232.00	16.72	
	SUBTOTAL N \$			16.72	
MANO DE OBRA : Grupo 5 (1 peón + 1 of.de albañilería)	Jor.	0.0555	61.64	3.42	
	SUBTOTAL N \$			3.42	
HERRAMIENTA Y EQUIPO : Herramienta menor	%	4	3.42	0.137	
	SUBTOTAL N \$			0.137	
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO		N \$ 20.27		
	UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %		6.08		
	PRECIO UNITARIO		N \$ 26.35		

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Cimientos de mampostería de piedra braza asentada con mortero cemento- arena en proporción 1:5				U N I D A D M ²		
				RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	2.00
					NORMAL	1.90
					MINIMO	1.80
C O N C E P T O		UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :						
Piedra braza		M ² .	1.50	48.40	72.60	
Mortero cemento- arena en propor- ción 1:5		M ² .	0.33	250.00	82.50	
SUBTOTAL N \$					155.10	
MANO DE OBRA :						
Grupo 5 (1 peón + 1 of. de albañilería)		Jor.	0.5263	61.64	32.44	
SUBTOTAL N \$					32.44	
HERRAMIENTA Y EQUIPO :						
Herramienta menor		%	4	32.44	1.297	
SUBTOTAL N \$					1.297	
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO N \$ 188.83				
		UTILIDAD E INDIRECTOS 30 % 56.65				
		PRECIO UNITARIO N \$ 245.48				

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L			
ESPECIFICACIONES :Muro de tabique rojo recocido de 7X14X28 cm, asentado con mortero cemento-arena en proporción 1:5			U N I D A D M ²			
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	14.50	
				NORMAL	13.50	
				MINIMO	12.00	
C O N C E P T O		UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES : Tabique rojo Andamio Agua Mortero plastoce- mento arena 1:5		Pza.	64.00	0.36	23.04	
		USO.	0.0510	5.00	0.255	
		M ³ .	0.080	1.20	0.096	
		M ²	0.040	250.00	10.00	
		SUBTOTAL N \$				33.391
MANO DE OBRA : Grupo 5 (1 peón + 1 of. de albañilería)		Jor.	0.1020	61.64	6.28	
		SUBTOTAL N \$				6.28
		HERRAMIENTA Y EQUIPO : Herramienta menor		%	4	6.28
SUBTOTAL N \$				0.25		
OBSERVACIONES :				COSTO DIRECTO		N \$ 39.921
		UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %		11.976		
		PRECIO UNITARIO		N \$ 51.897		

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Aplanado fino en muros con mortero cemento-arena en proporcion 1:5, con espesor de 2.5 cm. Incluye desperdicios.	U N I D A D M ²				
	RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	15.00		
		NORMAL	13.00		
		MINIMO	11.00		
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
Arena cernida	M ² .	0.005	80.00	0.400	
Andamio	USO.	0.051	5.00	0.255	
Agua	M ³ .	0.025	1.20	0.030	
Mortero cemento- arena prop. 1:5	M ² .	0.025	250.00	6.250	
SUBTOTAL N \$				6.935	
MANO DE OBRA :					
Grupo 5 (1 peón + 1 of. de albañilería)	Jor.	0.0769	61.64	4.74	
SUBTOTAL N \$				4.74	
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
Herramienta menor	%	4	4.74	0.189	
SUBTOTAL N \$				0.189	
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO N \$ 11.864 UTILIDAD E INDIRECTOS 30 % 3.559 PRECIO UNITARIO N \$ 15.423				

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Suministro y colocación de acero de --- refuerzo estructural, grado duro Fy = 4 200 Kg/cm2 de --- 3/8 " de diámetro. Incluye --- abilitado, ganchos, traslapes, dobles y desperdicios.			U N I D A D Ton		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	0.16
				NORMAL	0.15
				MINIMO	0.14
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES :					
Acero de refuerzo de 3/8 "	TON.	1.03	1 600.00	1 648.00	
Alambre recocido No. 18	Kg.	30.00	3 000	90.00	
SUBTOTAL N \$				1 738.00	
MANO DE OBRA :					
Grupo 4 (1 ayu--dante de fierro y 1/2 oficial fierro).	Jor.	6.67	42.945	286.44	
SUBTOTAL N \$				286.44	
HERRAMIENTA Y EQUIPO :					
Herramienta menor	%	4	286.44	11.45	
SUBTOTAL N \$				11.45	
OBSERVACIONES :					
COSTO DIRECTO			N \$ 2 035.89		
UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %			610.76		
PRECIO UNITARIO			N \$ 2 646.65		

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Concreto premezclado R.N vaciado con carretilla y botes. F'c = 200 Kg/cm ² , agregado máximo de -- 3/4" en trabes y losas. Incluye materiales, hechura, vibrado, vaciado y curado.		U N I D A D M ³			
		RENDIMIENTO POR	MAXIMO	8.75	
			NORMAL	8.00	
JORNAL	MINIMO	6.75			
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES : Concreto F'c -200 Kg/cm ² . Fabricado en obra en revol-vedora de 1 saco. Agua para curado	M ³ .	1.04	264.00	274.560	
	M ³ .	0.840	1.20	1.008	
SUBTOTAL N \$				275.568	
MANO DE OBRA : Grupo 7 (5 peones + 1 of. albañil), para vaciado. Grupo 1 (1 peón + 1/10 de cabo), para curado.	Jor.	0.125	164.04	20.50	
	Jor.	0.4662	29.204	13.61	
SUBTOTAL N \$				34.11	
HERRAMIENTA Y EQUIPO : Herramienta menor	%	4	34.11	1.36	
	SUBTOTAL N \$				1.36
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO		N \$ 311.038		
	UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %		93.311		
	PRECIO UNITARIO		N \$ 404.349		

U.N.A.M E.N.E.P ARAGON.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		T E S I S P R O F E S I O N A L		
ESPECIFICACIONES : Relleno de tezontle en azoteas con espesor promedio de 10 cm para dar pendiente, incluye entortado de mortero cemento-cal-arena en proporción 1:1:10 de 2 cm de espesor.		U N I D A D M=			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	3.00	
			NORMAL	2.75	
			MINIMO	2.50	
C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES : Tezontle Entortado con mortero cemento-cal-arena prop 1:1:10	M ² .	0.104	112.00	2.688	
	M ³ .	0.024	80.00	8.320	
	SUBTOTAL N \$			11.008	
MANO DE OBRA : Grupo 5 (1 oficial albañil + 1 peón)	Jor.	0.3636	61.64	22.41	
	SUBTOTAL N \$			22.41	
HERRAMIENTA Y EQUIPO : Herramienta menor	%	4	22.41	0.836	
	SUBTOTAL \$			0.836	
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO		N \$ 34.314		
	UTILIDAD E INDIRECTOS 30 %		10.294		
	PRECIO UNITARIO		N \$ 44.618		

I.5 INDICES DE COSTOS EN LA CONSTRUCCION

Es un hecho que en cualquier economía se presenta un proceso inflacionario, debido principalmente al incremento en la mano de obra, en donde están involucrados otros aspectos económicos. Por otro lado, el avance tecnológico se refleja en los costos (nueva maquinaria, más oficios) y tiende a abatirlos.

Con esto, se tiene la necesidad de conocer la variación del costo de elementos que tienen cierta afinidad entre sí, lo cual se consigue por medio de los índices de costos.

Los números índice es una técnica dirigida al análisis de datos clasificados.

El término " índice " se emplea con frecuencia como sinonimo de porcentaje o proporción entre números, y se le concibe como una cantidad absoluta que sirve para medir.

Un número índice compara una medida actual con otra anterior, o de un lapso escogido como base. Es decir, un índice sirve para describir o indicar, ya que no es posible sustituir un conjunto de datos observados, por una cifra única, sin que se pierda información.

Se suele distinguir tres tipos de inflación :

1) Por demanda excesiva de producción.- Significa también exceso en la demanda de insumos, que no es más que aumento en los precios de los productos e insumos, siempre que los precios estén en libertad para subir.

Cuando por medio de control gubernamental se impide la inflación libre, se presenta la inflación reprimida, ocurriendo que los efectos equilibradores del alza de precios quedan suprimidos, o bien que la expectativa de escasez futura aumente el exceso de la demanda.

2) Inflación por aumento en los costos.- Existen incrementos en la mano de obra, es decir, en los salarios y por consiguiente aumentos en los costos de producción y a su vez aumento en los precios, aun no existiendo demanda excesiva.

Los salarios son independientes de la curva de demanda de mano de obra; las tasas de salarios no tienen equilibrio, son fuerzas autónomas dentro del sistema, por lo que se corrige que son los salarios los que fomenten el aumento de precios.

3) Inflación por aumento en las ganancias.- Se da cuando los gastos generales fijos de operación (ventas, administración, investigación y desarrollo) aumentan, aún en salarios constantes. Se considera que todo empresario quiere obtener el máximo de utilidades o cierta tasa de rendimiento por inversión, todo lo anterior da origen a aumentos autónomos en los precios.

Al describir los diferentes tipos de inflación queremos dar margen a que los precios en los insumos son siempre cambiantes y debemos tener en consideración, que tanto se aumenta el precio de un producto en un lapso determinado, dependiendo claro está, del tipo de inflación de que se trate.

Así tenemos que los números índice son métodos estadísticos que se emplean para medir las diferencias en la magnitud de una variable o de un conjunto de ellas (pueden ser, precios de artículos o de servicios, cantidad física de artículos, eficiencia, etc.) y las comparaciones se pueden hacer entre periodos de tiempo, lugares categorías semejantes, etc.

CLASES DE NUMEROS INDICE

Números índice simples .- Son aquellos que se refieren a un bien particular y pueden elaborarse aún cuando solo se disponga de una sola serie cronológica.

Números índice compuestos .- Son aquellos que se refieren, en términos generales, a cambios en cantidad, precio o valor, de diversos bienes; para su elaboración se requiere de varias series cronológicas para bienes afines.

EJEMPLOS DE NUMEROS INDICE :

SIMPLES :

	Combustóleo en Cd. Juárez				
	1967	1968	1969	1970	1971
Cantidades	11 931	11 496	10 557	5 514	9 932
Números Índice (% de 1967)	100.0	96.3	88.5	46.2	83.2

COMPUESTOS :

Producto	1967	1968	1969	1970	1971
Kerosina	98 866	102 115	99 453	94 997	94 727
Diesel	91 906	107 912	124 576	139 827	160 880
Gasolinas	495 031	537 413	553 727	638 199	681 628
Valor Total	685 803	747 440	775 756	873 023	937 235
Número Índice	100.00	109.00	113.10	127.30	136.70

Para el cálculo de los números índice, tomaremos como ejemplo los precios de los productos que se dieron de 1972 a 1975.

Para elegir nuestro período de tiempo (generalmente un año como 100% para comparar los otros números índice) es que ese año sea "normal" significa que no sea de inflación o deflación muy marcadas o de censos económicos.

Tenemos que :

I = Índice de precios

Pn = Precio de un bien en el período considerado

Po = Precio de un bien en el período base

$\sum Pn / Po$ = Suma de todos los relativos de precio de bienes

N = Número de relativos de precios empleados

q = Es la cantidad de bien producido

CALCULO DE NUMEROS INDICE

1.- Método de Agregación Simple :
$$I = \frac{\sum Pn}{\sum Po}$$

		P R E C I O S			
MATERIALES	UND	1972	1973	1974	1975
Varilla G.D No.3	Ton.	2 540	2 688	6 020	5 348
Grava	M3.	56	68	85	85
Cemento	Ton.	285	310	520	530
Madera	Pt.	3	4	6	5
Valor total		2 784	3 010	6 631	5 968
Indice de precios		100.0	108.1	238.2	214.4

$$I = \frac{3\ 010}{2\ 784} (100) = 108.1$$

		P R E C I O S			
MATERIALES	UND	1972	1973	1974	1975
Varilla G.D No.3	Kg.	2.54	2.69	6.02	5.35
Grava	M3.	56.00	68.00	85.00	85.00
Cemento	Ton.	285.00	310.00	520.00	530.00
Madera	Pt.	3.00	4.00	6.00	5.00
Valor Total		346.54	384.69	617.02	625.35
Indice de precios		100.00	111.00	178.1	180.50

Ventaja de este método : Es fácil de aplicar

Desventajas : No toma en cuenta la importancia relativa de los bienes.
Las unidades empleadas afectan el valor del índice.

2.- Método de Media de Relativos Simple :

Existen varias posibilidades, según el procedimiento usado (media aritmética, media geométrica, mediana, armónica, etc) para promediar los relativos de precios.

Para la media aritmética se tiene :

$$I = \frac{\sum P_n / P_o}{N}$$

MATERIALES	UND.	1972	1973	1974	1975
Varilla G.D No.3	Ton.	100.0	105.8	237.0	210.6
Grava	M3.	100.0	121.4	151.8	151.8
Cemento	Ton.	100.0	108.8	182.5	186.0
Madera	Pt.	100.0	133.3	200.0	166.7
Totales		400.0	469.3	771.3	715.1
Número índice		100.0	117.3	192.8	178.8

Para 1973 tenemos :

Tomando los datos del ejemplo anterior ; $N = 4$

Relativos de precios :

$$\frac{2\ 688}{2\ 540} (100) = 105.8$$

$$\text{Número Índice : } I = \frac{469.3}{4}$$

$$I = 117.3$$

3.- Método de Agregación Ponderada :

Este método suprime las desventajas del de agregación simple, pues se asigna "peso" al precio de cada bien mediante un factor adecuado.

$$I = \frac{\sum P_n q_o}{\sum P_o q_o}$$

MATERIALES	UND	CANT *	1972	1973	1974	1975
Varilla G.D No3	Ton	0.57	2540 1448	2688 1522	6020 3431	5348 3049
Grava	M3.	29.4	56 1646	68 1999	85 2499	85 2499
Cemento	Ton	2.8	285 798	310 868	520 1456	530 1484
Madera	Pt.	174.2	3 522	4 696	6 1045	5 871
Totales			4414	5095	8431	7903
INDICES			100.0	115.4	191.0	179.0

* Divididas entre 1000

Se recomienda redondear las cantidades dividiéndolas entre el múltiplo de 10 más adecuado, lo cual simplifica el trabajo.

Ejemplo :

$$2\ 540 \times 0.57 = 1448$$

$$I = \frac{4\ 414}{44.14} = 100$$

$$I = \frac{5\ 095}{44.14} = 115.4$$

I.6 AJUSTES POR INFLACION

La Industria de la Construcción vivió en México hasta el año de 1972 una época de gran tranquilidad que le permitió, un crecimiento considerable y fácil. Se debió a que el incremento de los costos era uniforme y predecible; además de muy razonable.

A partir del año de 1973 nuestro país no pudo sustraerse a presiones inflacionarias severas y sin precedentes, motivadas por trastornos económicos que ocurrieron a escala mundial.

De 1972 a 1978 se tuvo un crecimiento promedio del 41% sobre materiales y mano de obra. Al surgir este problema constructores y contratantes se encontraron sin fórmulas de tipo legal, mecanismos o herramientas para ajustar los costos de construcción en los contratos, tanto de obra pública como privada, o sea no se tenía ninguna experiencia al respecto.

La única herramienta disponible eran los índices de la CNIC, que en aquella época eran de aplicación limitada, ya que, como índice de costo agregado manejaban un solo tipo de obra y como índices de costos simples, tenían muy pocos elementos (sólo cinco materiales y dos categorías de mano de obra).

Esta aplicación inflacionaria coincidió con dos años en que la Industria de la Construcción tuvo crecimientos sin precedentes, lo que provocó escasez en ciertos insumos, misma que presionó el mercado y aceleró aún más los incrementos en los costos.

Con esto, no tardaron en surgir graves problemas entre contratantes y contratistas. No sabían como manejar la situación ni tampoco los contratos de obra que se encontraban en proceso estipulaban alguna previsión para ajuste en los costos.

Se presentó el fenómeno de descapitalización de las empresas constructoras, disminuyendo aún más el ritmo de producción en las obras. Los constructores no sabían si sus incrementos en los costos les serían aceptados y reconocidos y en este caso, cómo y cuándo podrían recuperar las diferencias por dicho concepto.

Ante esto, se empezaron a hacer ajustes a los costos de construcción de obras en proceso. El sistema seguido para ello resultó tan inadecuado como ineficiente : Se revisaron y repitieron cada uno de los análisis de precios unitarios de todos los contratos que estaban en operación, o lo que fue peor, de los que correspondían a obras ya terminadas.

Los contratantes no lograban desahogar tal cúmulo de trabajo, por lo que los pagos de los incrementos a los contratos de los contratistas se fueron retardando en forma alarmante.

En el año de 1975, fue reconocida oficialmente, en el seno de una Comisión Intersecretarial creada por el Gobierno Federal, la necesidad de incluir en los contratos de Obra Pública los ordenamientos legales necesarios para el ajuste de los costos de construcción. Nació así la famosa " Clausula de Ajuste ".

Hoy en día en México se tiene la experiencia necesaria para diseñar e implantar en los contratos de obra, mecanismos de ajuste de costos ágiles, de fácil aplicación y, sobre todo de respuesta rápida.

La " FORMULA DE AJUSTE " como la llamaremos, es una ecuación en la cual cada uno de sus términos representa a un elemento o grupo de ellos del costo de una obra, al que se le aplica un coeficiente de ajuste y cuya suma resulta ser el costo de la obra ya ajustado o el coeficiente de ajuste que deberá aplicarse al costo original, según el caso y tipo de ecuación usada.

Son fórmulas de aplicación para una obra en particular para la cual hayan sido diseñadas, ó para un tipo genérico de obra, pero nunca para aplicación general.

El texto completo de la Clausula de Ajuste, es el siguiente:

CLAUSULA DE AJUSTE .- " Cuando los costos que sirvieron de base para calcular los precios unitarios del presente contrato, hayan sufrido variaciones originadas en incrementos en los precios de materiales, salarios, equipos y demás factores que integran dichos costos, que impliquen un aumento superior al 5% del valor total de la obra aún no ejecutada y amparada por éste contrato, el contratista podrá solicitar por escrito a la Dependencia el ajuste de los precios unitarios proporcionando los elementos justificativos de su dicho.

" Con base en la solicitud que presente el contratista, la Dependencia llevará a cabo los estudios necesarios para determinar la procedencia de la petición, en la inteligencia de que dicha solicitud sólo será considerada cuando los conceptos de obra que sean fundamentales estén realizándose conforme al programa de trabajo vigente en la fecha de la solicitud, es decir, que no exista en ellos demora imputable al contratista.

" De considerar procedente la petición del contratista, después de haber evaluado los razonamientos y elementos probatorios que éste haya presentado, la dependencia ajustará los precios unitarios, los aplicará a los conceptos de obra que conforme a programa se ejecuten a partir de la fecha de presentación de la solicitud del contratista e informará a la S.P.P los términos de dicho ajuste.

" Si los costos que sirvieron de base para calcular los precios unitarios del presente contrato han sufrido variaciones

originadas en la disminución de los precios de materiales, salarios, equipos y demás factores que integran dichos costos, que impliquen una reducción superior al 5% del valor de la obra aún no ejecutada, el contratista acepta que la Dependencia, oyéndolo, para lo cual le concederá un plazo de 30 días a fin de que manifieste lo que a su derecho convenga, ajuste los precios unitarios como corresponda. Los nuevos precios se aplicarán a la obra que se ejecute a partir de la fecha de la notificación. La Dependencia informará en su oportunidad a la Secretaría del Patrimonio Nacional los términos del ajuste.

" La Secretaría de programación y Presupuesto en relación con los ajustes tendrá la intervención que las leyes le señalen.

" Queda expresamente convenido que ésta cláusula dejará de tener aplicación cuando el Gobierno Federal determine otros criterios o condiciones que deban operar en este tipo de revisiones "

ANALISIS DE LA CLAUSULA DE AJUSTE

- 1) ¿ Dentro de la posibilidad de ajuste, quedan comprendidos los costos indirectos?
Esta pregunta queda sin respuesta oficial, pero se inclinan a pensar sí estan sujetos a ajuste, ya que los elementos componentes de los costos indirectos, o cuando menos algunos de ellos, sufre variaciones con el tiempo.
- 2) En lo que se refiere a la utilidad, el criterio oficial que ha prevalecido es de éste debe permanecer constante en valor absoluto, o sea en importe, a nivel general del contrato.
Este criterio propicia la descapitalización de las empresas reiteran los contratistas. No se puede hacer nada mientras no se modifique la cláusula, en los contratos de Obra Pública.
En los contratos de Obra Privada sí podría aplicarse el porcentaje de utilidad pactado originalmente a los ajustes de costos directos e indirectos. Esto sería, un criterio justo y equilibrado, en términos generales.
- 3) La cláusula permite el ajuste de los precios unitarios cuando éste sea superior al 5% . Este porcentaje por la razón que antes de 1973 no se habían hecho ajustes, había garantía de precios en materiales, los aumentos de salarios mínimos eran cada dos años por lo tanto se hacía la previsión correspondiente desde el estimado de costos. Por todo esto, es incorrecto fijar límites al ajuste ni del 5% ni de ningún otro orden, ya que esto, provocaría una cobertura a los costos originales de igual cuantía a la del límite pactado, lo que puede ser un encarecimiento de origen a la obra.

- 4) El ajuste se hará a la obra que esté ejecutándose de acuerdo al programa de trabajo pactado y vigente a la fecha del ajuste, esto es, que el contratante no tiene porque pagar los incrementos de costo que sufra la obra cuando éstos se originan por retrasos, si se hiciera es como premiar el incumplimiento al programa. Por lo que se tiene que llevar un control de avance de la obra.
- 5) Es totalmente imperante realizar ajustes a los precios unitarios uno por uno ya que se pierde tiempo en resolver este problema dándose una respuesta meses después generando incumplimiento.

En síntesis, una fórmula de ajuste puede servir para obtener:

- Un coeficiente de actualización que aplicado al costo original determine el costo actual.
- El importe del ajuste en valor absoluto.

Los componentes o términos de la fórmula pueden ser :

- Elementos o grupos de elementos del costo de la obra expresados como pesos del mismo.
- Valores correspondientes a elementos del costo de la obra.

Cada término de la Fórmula de Ajuste se puede operar según sea el caso, en base a :

- a) Índice de costo simple de un elemento o insumo
- b) Costo de un elemento o insumo

La Fórmula de Ajuste podrá tener variantes para cubrir las posibilidades siguientes :

- El ajuste exclusivamente del costo directo.
- El ajuste del costo directo y del costo indirecto.
- El ajuste del costo directo, el costo indirecto y la utilidad.

Nunca se debe fijar la Fórmula de Ajuste sobre la marcha, una vez iniciada la obra.

Debe buscarse el equilibrio entre el número de componentes de la fórmula y la precisión que se quiera. A mayor número de componentes, mas complicada será su operación y no con esto será más precisa.

Al decir que la Fórmula de Ajuste es para un sólo tipo de obra es que el tiempo normal de duración de esa obra no es lo suficientemente largo como para que se alteren de manera significativa los componentes. Por lo que esa fórmula va a cambiar cuando se lleve a cabo otra y en otro tiempo.

A continuación se da un ejemplo de una Fórmula de Ajuste para el costo directo que se emplea para la construcción de un hotel :

$Fd = Pma Ima + Pmat X Imat + Pmo Imo + Pcl Ici - 100$ donde;

- Fd - Factor de escalación de costos directos
- Pma - Componente de costo de la maquinaria
- Ima - Índice de costos de la maquinaria
- Pmat - Componente de costo de los materiales
- Imat - Índice de costos de los materiales
- Pmo - Componente de costo de la mano de obra
- Imo - Índice de costos de la mano de obra
- Pcl - Componente de costo de los combustibles y lubricantes
- Icl - Índice de costos de los combustibles y lubricantes

I.7 ELABORACION DE ANTEPRESUPUESTOS POR INDICES Y POR CANTIDADES DE OBRA Y PRECIOS UNITARIOS

Se analizarán algunos conceptos como ejemplos :

CONCEPTO	UND	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	
			1990 indice	1992
Demolición de muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor	M2.	10.00	1 194.00	2 165.68
Excavación a mano en cepas de 0.00 a 1.5 m de prof. en mat tipo I	M3.	5.00	4 603.67	7 366.28
Plantilla de concreto hecho en obra F'c= 100 kg/cm2 de 7 cm de esp.	M2.	8.00	12 949.50	26 060.46
Cimientos de mampostería de piedra braza asentada con mortero cemento-arena prop.1:5	M3.	5.00	112 331.70	242 549.61
Muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor asentado con mortero cemento-arena en prop 1:5 acabado común.	M2.	25.00	23 222.35	51 338.76
Aplanado fino en muros con mortero cemento-arena en prop. 1:5 con espesor promedio 2.5cm	M2.	25.00	7 325.92	16 945.96
Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo estructural Fy=4200 kg/cm2 de 3/8" de diámetro.	Ton.	0.30	2'160095.16	2'620 713.53
Suministro y colocación de concreto F'c = 200 kg/cm2 en trabes y losas.	M3.	2.50	201 027.05	401 270.35

cont...

Relleno de tezontle en azoteas con espesor --- promedio de 10 cm para dar pendiente	M3.	2.00	18 655.48	42 580.15
---	-----	------	-----------	-----------

ANTEPRESUPUESTO

CONCEPTO	UND	CANTIDAD	1990	INDICE	1992
			P.U		P.U
Demolición de muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor.	M2.	10.00	1 194.00	1.8	2 149.2
Excavación a mano en cepas de 0.00 a 1.5 m de prof. en mat tipo I	M3.	5.00	4 603.67	1.6	7 366.0
Plantilla de concreto hecho en obra F'c= 100 kg/cm2 de 7cm de esp.	M2.	8.00	12 949.50	2.0	25 899.0
Cimientos de mampostería de piedra brasa asentada con mortero --- cemento-arena prop 1:5	M3.	5.00	112331.70	2.16	242 636.5
Muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor asentado con mortero cemento-arena en proporción 1:5.	M2.	25.00	23 222.35	2.21	51 321.4
Aplanado fino en muros con mortero cemento-arena en proporción --- 1:5 con espesor promedio de 2.5 cm.	M2.	25.00	7 325.92	2.31	16 922.9
Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo estructural Fy= 4200 kg/cm2 de 3/8" de diámetro.	Ton.	0.30	2'160 095 .16	1.21	2'613 715 .2

Cont...

Suministro y colocación de concreto F'c = 200 kg/cm2 en trabes y losas.	M3.	2.50	201027.05	1.99	400 044.0
Relleno de tezontle en azoteas con espesor -- promedio de 10 cm para dar pendiente.	M3.	2.00	18 655.48	2.28	42 534.5

Como se puede observar, en nuestro primer cuadro aparecen los precios unitarios reales de cada concepto para el año de 1992.

Ahora bien, para obtener nuestro antepresupuesto de dichos conceptos, contamos con los precios unitarios de cada uno de ellos que tuvieron en el año de 1990, el cual se multiplica por el número índice correspondiente dando como resultado el Precio Unitario aproximado de cada concepto para el año de 1992.

Por lo tanto se multiplica el Precio Unitario obtenido por la cantidad y se suman todos los Precios Unitarios obteniendo así un ANTEPRESUPUESTO de dichos conceptos para 1992.

I.8 ELABORACION DE PRESUPUESTOS

El ingeniero moderno se enfrenta no solo con problemas técnicos sino que también con los de carácter económico, ya que es su obligación dar la mejor solución técnica y sobre todo la más económica.

A todo ingeniero a quien se le encomienda una obra le serán formuladas las siguientes preguntas :

- ¿ Cuánto costará la obra ?
- ¿ Cuánto se invertirá en la obra ?

La confección del presupuesto de una obra antes de su ejecución, es uno de los trabajos más importantes del ingeniero; de él se deducen conclusiones acerca de su rentabilidad y de la posibilidad y conveniencia de su ejecución, al mismo tiempo sirve de base para el contrato con el constructor encargado de la ejecución de la obra.

Más adelante se da en forma esquemática el procedimiento para la elaboración de un presupuesto.

PLANOS Y ESPECIFICACIONES :

Este es el punto de partida para la elaboración del presupuesto. Entre más detallados estén los planos, se obtendrá un presupuesto más preciso, se debe estudiar perfectamente cada plano de cortes, fachadas, instalaciones, estructurales, así como las especificaciones que en ellos se proponen.

DETERMINACION DE LOS CONCEPTOS DE OBRA :

Dependiendo del tipo de obra se hará una apreciación de las partidas y conceptos que en ella intervienen.

Ejemplo de partidas: Gastos generales, demoliciones, limpia y trazo, excavaciones, acarreo, rellenos, etc. Se seleccionan los conceptos que se vayan a utilizar en cada partida, se corrigen especificaciones y los alcances de éstos, con el fin de que se adapten a la obra en cuestión.

LISTA DE MATERIALES :

Los precios de los materiales serán los oficiales de la localidad, influenciados por la ley de la oferta y la demanda. Si el material no lo ponen en obra, hay que componer su precio teniendo en cuenta la carga, transporte, etc.

CUANTIFICACION DE CONCEPTOS :

Es necesario seguir un método que permita cuantificar los conceptos en forma ordenada y precisa, verificar en forma directa como en forma paramétrica las cantidades obtenidas

Un método a seguir sería el de números generadores de cantidades de obra.

En el cuadro I.8.1 se da un formato de éste método.

Finalmente es necesario checar la cuantificación verificando que se cumplan, en una forma aproximada, los siguientes parámetros:

Cimbra en zapatas en m² - de 1 a 3 m²/m³
Concreto en zapatas en m³

Cimbra en contratraves en m² - de 13 a 18 m²/m³
Concreto en contratraves en m³

Cimbra en columnas en m² - de 6 a 16 m²/m³
Concreto en columnas en m³

Cimbra en trabes en m² - de 1 a 16 m²/m³
Concreto en trabes en m³

Cimbra en losas en m² - de 5 a 15 m²/m³
Concreto en losas en m³

Acero (ton)	Vs.	Concreto (m ³)
En zapatas	De	0.040 a 0.080 ton/m ³
En contratraves	De	0.080 a 0.130 ton/m ³
En columnas	De	0.150 a 0.400 ton/m ³
En trabes	De	0.110 a 0.300 ton/m ³
En losas	De	0.060 a 0.200 ton/m ³

Suma de losas en m² - aproximadamente 1.00 m²/m²
Suma de pisos en m²

Suma de muros en m² - aproximadamente 0.5 m²/m²
Suma de recubrimientos en m²

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS AUXILIARES :

Análisis que deben realizarse, son de uso continuo a lo largo de la elaboración del presupuesto.

Salario base - Salario real .- Se determina el tipo de personal que se empleará y se efectúa el estudio de salarios.

CUADRILLAS DE TRABAJO :

Se forman las cuadrillas de trabajo, que estan formadas por el ó los elementos que ejecutan el trabajo directamente, los elementos de vigilancia o mando intermedio (cabo y maestro), así como por la herramienta de que se auxilian para el trabajo.

MAQUINARIA :

Se hace la selección de la maquinaria a utilizarse y se analizan sus costos horarios.

MEZCLAS :

Se sigue el mismo procedimiento anterior.

CONCRETOS :

Se seleccionan los tipos de concreto a emplear con sus características físicas (resistencia, agregado máxim,etc), así como las características para su elaboración y vaciado (hecho en obra, premezclado, acarreado en bote, con bomba, etc).

ANDAMIOS :

Se usan en conceptos como muros, pintura, aplanados, etc.

ANALISIS DE COSTOS DIRECTOS :

Se analizan todos y cada uno de los conceptos de obra (mano de obra, materiales y equipo), haciendo los ajustes en cada análisis que se consideran necesarios para su adaptación a cada obra en particular.

ANALISIS DE COSTOS INDIRECTOS :

Con las proposiciones dadas en el capítulo de costos indirectos se determinará su porcentaje para cada obra en particular.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS :

A los costos directos se les multiplica por el factor de indirectos, para obtener, el precio unitario.

PRESUPUESTO FINAL :

Si efectuamos el análisis a precio unitario, el presupuesto final será la suma de todos ellos y se presentarán en formatos para precios unitarios.

Si se trabajó a costo directo, el factor de indirectos se aplica a la suma total del presupuesto a costo directo, dando el mismo resultado que en el procedimiento anterior.

FORMATO DE PRESUPUESTO

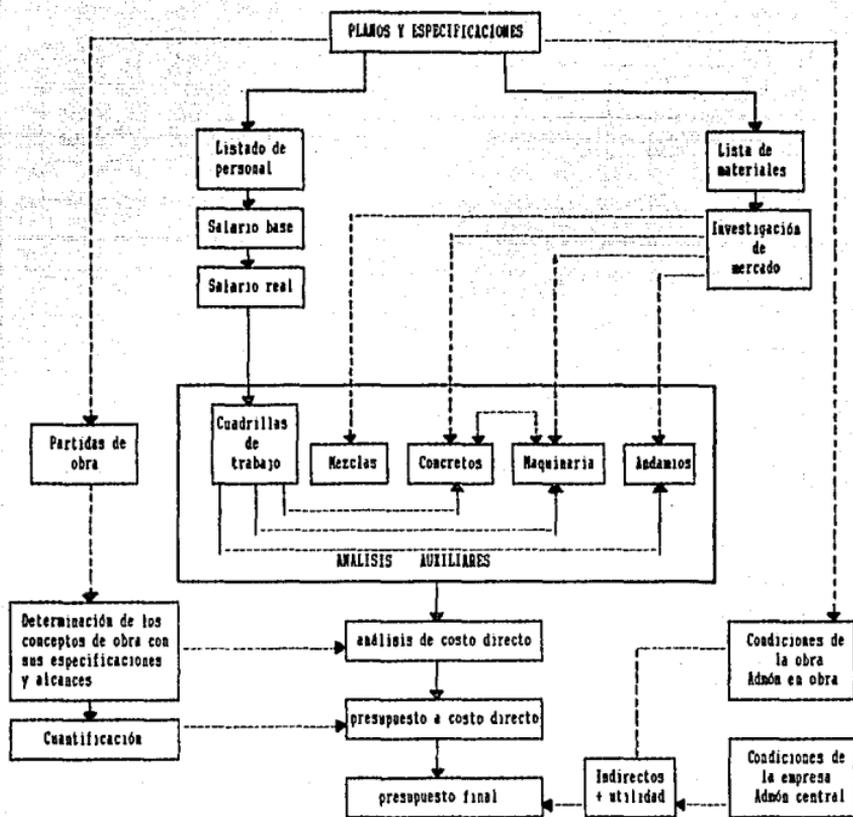
En primer lugar se deben presentar los formatos en los que se elaboran los análisis de precios unitarios, con dichos formatos se podrán ordenar correctamente los datos que integran el presupuesto.

En estas formas se anotan los datos generales de la obra, firmas de autorización y revisión tanto del cliente como del constructor.

En el presupuesto final quedarán consignados los precios unitarios así obtenidos, es decir, quedaran contenidos los indirectos y la utilidad correspondiente. Al importe así obtenido deberá agregarse el I.V.A.

NOTA : Las cantidades indicadas son propuestas, en la realidad, son obtenidas de la cuantificación de los planos.

SECUENCIA PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO



PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>		CLIENTE		CONSTRUCTOR	
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Aplanado fino en muros con mortero cemento-arena en prop.1:5, esp.2.5cm	M ² .	25.00	15.423	385.575
	Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo estructural Fy=4200 kg/cm ² de --- 3/8" de diámetro.	Ton	0.30	2 646.65	793.995
	Suministro y colocación de concreto F'c=200 kg/cm ² en traves y losas.	M ³ .	2.50	404.349	1 010.872
	Relleno de tezontle en azoteas con espesor de 10 cm para dar pendiente	M ³ .	2.00	44.61	89.22
	Demolición de muro de tabique rojo de 14 cm de espesor.	M ² .	10.00	2.32	23.2
	Excavación a mano en cepas de prof. 1.5 m. mat tipo I.	M ³ .	5.00	7.896	39.48
	Plantilla de concreto hecho en obra, f'c=100 kg/cm ² de 7 cm de espesor	M ² .	8.00	26.35	210.8
	Cimientos de mampostería de piedra braza asentada con mortero cemento-arena prop. 1:5 .	M ³ .	5.00	245.48	1 227.4

Cont...

PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA <u> 2 </u> DE <u> 2 </u>		CLIENTE _____		CONSTRUCTOR _____	
OBRA _____		UBICACION _____			
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Muro de tabique de 14 cm asentado con mortero cemento - arena en prop 1:5 acabado común.	M ² .	25.00	51.897	1 297.42
VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO					N \$ 5 077.96
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO 10 %					507.79
IMPORTE TOTAL					N \$ 5 585.75

I.9 TIPOS DE CONTRATOS MAS USUALES

Relaciones Jurídicas :

Las relaciones jurídicas son las que existen entre dos personas, de las que una ostenta un derecho y otra un deber. Pueden ser privadas, que son las que existen entre particulares; es el caso del constructor y el cliente.

Existen diferentes clases de empresas como por ejemplo :

- a) Empresa que proyecta, construye y vende sus obras.
- b) Empresa que construye y vende sus obras, y que han sido proyectadas por técnicos (ingeniero ó arquitecto) ajenos, por no existir éstos en la empresa. Pueden ser públicas, que son las que existen entre el Estado como representante de la colectividad y entre particulares; caso concreto del contratista.
- c) Empresas de ingeniería, que son empresas para contratar y construir obras ajenas.

Las relaciones jurídicas la integran los individuos o el Estado como sujetos, el objeto y la causa :

- Los sujetos ostentan un derecho ó una obligación.
- El objeto es aquello en que actúan los derechos o las obligaciones de los sujetos.
- La causa es el principio jurídico que preside la relación.

Personalidad Jurídica :

Es la unidad orgánica o empresa, constituida para un determinado fin, cuya capacidad de actuar está reconocida por el estado.

Contrato :

El contrato es el acuerdo, generalmente escrito, entre dos personas : Empresa y personas; entre Estado y personas y entre Estado y Empresas, constituyendo un vínculo jurídico entre ambos contratantes.

En los contratos del Estado con las Empresas, se le denomina contrato público, y éstas se rigen por el Reglamento General de Contratación vigente.

Los contratos privados, entre Empresas y particulares, se redactan de mutuo acuerdo entre los interesados.

Definición de CONTRATO en términos legales :

De acuerdo al artículo 1792 del Código Civil vigente en el Distrito y Territorios Federales :

" Convenio es el acuerdo de dos o más personas para crear, transferir, modificar o extinguir obligaciones ".

Artículo 1793 : " Los convenios que producen o transfieren las obligaciones y derechos toman el nombre de contratos ".

Sistemas de contratación seguidos en la ejecución de obras :

- a) Contratación a precios unitarios
- b) Contratación a precio alzado
- c) Contratación por administración

a) Contratación a precios unitarios

Este sistema de contratación permite que se lleve a cabo la obra con un mínimo de información sobre los planos, mediante los cuales se puede definir el catálogo de conceptos, magnitud de las cantidades de obra y preparación de precios unitarios.

Estos contratos ofrecen facilidades para modificar o ampliar el concepto general del proyecto a través de sus planos, independientemente del grado de su desarrollo.

Cuando no existe una óptima planeación y programación de la obra, no es posible estimar y controlar con facilidad las cantidades de obra. Además, es frecuente que al definirse los planos faltantes, surjan trabajos extraordinarios y conceptos para los cuales no se tienen precios unitarios establecidos. La búsqueda de éstos acarrea divergencias marcadas entre el cliente y el constructor.

Analizando este tipo de contratación, se encuentra que los volúmenes de obra, sólo se determinan con exactitud hasta la ejecución total de la misma, dando por hecho la facilidad de que el proyecto original se amplíe con frecuencia en sus alcances.

Dentro de este análisis se lleva a cabo la formulación de numerosos precios unitarios de los conceptos que van surgiendo como consecuencia de las ampliaciones y modificaciones del proyecto.

El compromiso de las partes acerca de formular los nuevos precios unitarios, es sumamente difícil llevarlo a cabo porque las cifras de rendimientos, consumo, y desperdicios no han sido valuadas en gráficas o tablas, previamente aceptadas por las partes, y sus valores siempre tendrán una variación dentro de un campo muy amplio. Además, el contenido de actividades de un

concepto va hacer variable, atendiendo a sus sistemas constructivos y en sus nuevos precios aprobados, no puede marcar como se deben ejecutar los nuevos trabajos.

En las obras aprecios unitarios, el constructor toma como obligación de costo, el correspondiente a los precios unitarios. El importe de los trabajos, indicado en el contrato, sólo tiene como función el de limitar el monto del compromiso entre las partes sin que estos, de ninguna manera, pueda identificarse como el costo de las obras. El citado importe de los trabajos se ve sujeto a incrementos, ya que con frecuencia se aplican convenios adicionales para poder absorber dicha elevación de costos.

b) Contratación a precio alzado

Las obras aprecio alzado, solo podrán llevarse a cabo, cuando se tengan planos y especificaciones de construcción completos.

Por lo tanto, en una obra a precio alzado, se reducen las posibilidades de modificar y ampliar el concepto general del proyecto, ya que el cliente ha buscado definir todas sus partes.

El desarrollo total del proyecto, en términos de costos, representa la posibilidad de fijar costo global, en virtud del conocimiento de las cantidades de obra y la determinación de los precios, por contar con especificaciones y llevar a cabo la planeación de la obra, por lo que se origina la reducción de los costos.

En la obra a precio alzado, los factores que intervienen son :

- 1) Los volúmenes de obra .- Se determinan por las partes en forma previa a la contratación de la obra, esto por contar con información completa de planos.
- 2) Los precios de la obra .- Pueden determinarse en forma previa a la contratación , por contar con especificaciones de construcción, así como por la oportunidad que tiene el constructor de definir sus sistemas constructivos y la programación de la obra.

La elevación de los costos de la obra, solo se podrán originar cuando el cliente modifique los planos o las especificaciones. De otra forma, no se presentará ningún cambio en costos por haber aprovechado las partes los volúmenes, independientemente de que en la ejecución de la obra se presenten algunas variaciones en estos factores.

En las obras a precio alzado, el constructor toma la responsabilidad del costo total de ellas.

Este tipo de contratación, lleva al cliente a realizar mayores costos en las construcciones, ya que su responsabilidad sobre el costo y tiempo de las obras, se aplican mayores honorarios.

Independientemente de que el contratista asigne imprevistos de costos al presupuesto y eleven su proposición, las ventajas que se ofrecen para programar y planear la obra en sus sistemas administrativos de contratación y financieros, le permitirán reducir los costos de las obras.

El cliente y su cuerpo técnico, tienen conocimiento sobre lo que representará modificar el proyecto o las especificaciones en los costos, por lo tanto sus funciones esencialmente serán de vigilar el control de tiempos y de una administración simplista de las estimaciones de obra, por haber sido definidas todas las partes de las mismas.

c) Contratación por administración

En este tipo de contratación se pagan los costos directos, más un porcentaje de éste, que es fijado por el concepto de costos indirectos y de utilidad.

El costo directo es la estimación de contrato por administración, comprende, según el caso :

- 1) Los salarios del personal previamente autorizados para prestar sus servicios directamente en la obra.
- 2) El importe de los materiales necesarios cuya calidad, tipo cantidad y precio hayan sido previamente aceptados.
- 3) Las erogaciones debidamente justificadas, por concepto de transporte, almacenamiento y maniobras de los materiales.
- 4) El importe del tiempo de trabajo en la obra por la maquinaria y equipo previamente autorizado en cuanto a número, tamaño o capacidad y modelo.

El costo indirecto en la estimación de contratos por administración incluye :

- a) Las retribuciones del personal que el contratista emplee en la dirección técnica y administrativa de las obras, en su asesoría, oficinas, campamentos, almacenes y bodegas.
- b) Las erogaciones por medidas de seguridad y prestaciones sociales que se indican en las cláusulas respectivas del contrato.
- c) La construcción o el alquiler de los locales que el contratista destine en la obra para oficinas, almacenes, campamentos y bodegas, así como la utilización de vehículos, mobiliario, equipo de oficina, instrumentos, papelería y otros.
- d) Las regalías que proceden por el uso de patentes.
- e) En general, todos los demás gastos que los trabajos originen.

CAPITULO II " PLANEACION Y PROGRAMACION DE OBRAS "

II.1 Organización de la obra; Planeación de los trabajos. Organización administrativa de la obra: Alcances, funciones y responsabilidades.

En todas las organizaciones humanas, por pequeñas que sean, se precisa de un orden en las realizaciones que han de llevar a cabo. Ningún miembro actuará desconectado de los demás; esto es, coordinación, de lo que se deduce un método o disciplina a seguir, lo que implica el establecimiento de una jerarquía.

La organización es, la base fundamental de la Empresa. El cumplimiento del deber de cada miembro da origen a la Administración, que es la Organización puesta en marcha y cumpliendo todas las reglas establecidas.

Las empresas pueden ser grandes o pequeñas lo que determinará el número de miembros y que el funcionamiento y control sea complejo o no; pero la organización estará siempre fundada en los principios del orden y disciplina.

Ya que organizar es regular la marcha de la empresa, ésta ha de organizarse de forma que se adapte a la realidad de su cometido; su organización impedirá que sobre o falte, ya que de existir estos fallos se dará la desorganización.

El número de personas ha de ser igual a los puestos de trabajo existentes, y éstos han de ser los necesarios para que cumpla su cometido la empresa.

Es de suma importancia estudiar con todo detalle el programa que se ha de cumplir en un futuro que puede estimarse, según la magnitud de la obra, controlando la marcha de forma que toda acción se desarrolle de acuerdo con el ritmo establecido. Para esto sera necesario que la acción sea continua, que todo esté preparado antes de empezar una obra, pues resulta más perjudicial empezar para tener que hacer luego paradas que dificulten la acción colectiva o de equipo.

Para lograrlo hay que contar con los medios necesarios para el trabajo propuesto, prever una reserva de materiales y efectuar un minucioso control de los mismos, así como de la actividad de la mano de obra.

Elementos determinantes de la organización de la obra :

- 1) Clase de obra
- 2) Situación geográfica
- 3) Situación económico - política

- 4) Economía
- 5) Belleza
- 6) Personal
- 7) Tiempo

1) Clase de obra .- Dependiendo de la magnitud de la obra se tendrá una idea general de los elementos que se necesitan para su realización.

2) Situación geográfica .- Influye por la geología y por el clima. La geología define la configuración del terreno y las condiciones de cimentación; así como los materiales. El clima influye con las heladas, las lluvias y los grandes calores, las sequías y el temperamento del obrero. También influye sobre la frecuencia de visitas de los técnicos o directores de la empresa constructora a la obra.

3) Situación económico - política .- Es decisiva para la disponibilidad de materiales y su transporte, la mano de obra especializada, el rendimiento del obrero y la mayor o menor perfección exigida a la obra.

4) Economía .- Para el propietario es económico no lo que cueste menos dinero, sino lo que, dentro del menor gasto posible, cumpla con el fin que se propone.

Para el ingeniero la economía consiste en cumplir el deseo del propietario por el menor costo posible, saber ahorrar dinero en lo accesorio, para poder gastar en lo fundamental. Para el constructor la economía es sinónimo de organización; tiene bien definido lo que ha de ejecutar y lo que le pagarán por ello. Si se organiza mal, llegará incluso a la quiebra.

5) Belleza .- Debe procurar obtener el máximo efecto estético posible, según la clase de obra. Debe proyectarse de acuerdo con el paisaje y con el sitio.

6) Personal .- Hay que tender a la educación y selección del personal y es muy conveniente el estímulo por medio de primas y distinciones. El buen trato es la base para que se de una óptima organización.

7) Tiempo .- Puede ser máximo o mínimo, éste lo da la clase de obra. El tiempo y la rentabilidad de la obra van ligados, ésta rentabilidad se mejora al ganar tiempo, una excesiva rapidéz quita calidad, con pérdida de seguridad y belleza, que es difícil y costoso recuperar. El límite máximo de duración es difícil de marcar, pero no se debe de llegar a este extremo ya que como se dice la obra se eterniza.

PLANEACION DE LOS TRABAJOS

La Planeación es el proceso que consiste en un análisis documentado, sistemático y tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una determinada situación.

La Planeación fija con precisión "lo que va a hacerse", ésta consiste, por lo tanto, en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempos y de números, necesarios para su realización.

Si administrar es "hacer através de otros", necesitamos primero hacer planes sobre la forma como esa acción habrá de coordinarse. Todo control es imposible si no se compara con un plan previo. Sin planes, se trabaja a ciegas.

" Los planes no deben hacerse con afirmaciones vagas y genéricas, sino con la mayor precisión posible, porque van a regir acciones concretas ".

Todo plan preciso debe prever, en lo posible, los varios supuestos o cambios que puedan ocurrir, por tanto cuanto mejor fijemos los planes, será menor ese campo de lo eventual.

De acuerdo con el área de acción, la planeación se clasifica en :

- a) Global.- Es aquella que abarca todos los sectores de la economía como agropecuario, industrial y de servicios.
- b) Sectoral.- Aquella que se ocupa de un sólo sector de la economía sin tomar en cuenta los demás.

Respecto al tiempo, la planeación abarca los siguientes períodos :

- a) Corto plazo : Períodos menores de 5 años.
- b) Mediano plazo : Períodos entre 5 y 10 años.
- c) Largo plazo : Períodos entre 10 y 20 años.
- d) Prospectiva : (Long Range Planning) o por objetivos.

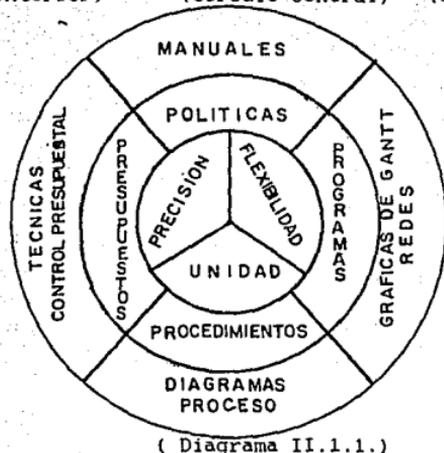
Este último inciso significa que no se fijarán períodos para alcanzar sus objetivos ya que son una meta lejana y que sin embargo, con cada etapa (plan) se irán acercando al prospecto fijado.

PLANEACION

PRINCIPALES INSTRUMENTOS
(Circulo exterior)

PRINCIPIOS
(Circulo central)

REGLAS
(Circulo intermedio)



Explicaremos brevemente cada concepto que integra la planeación (Diagrama II.1.1)

PRINCIPIOS :

- Flexibilidad .- Todo plan debe dejar margen para los cambios que surjan en éste, en razón de la parte imprevisible o que hayan variado después de la previsión.
- Unidad .- Los planes deben ser de tal naturaleza, que exista uno sólo para cada función y que integrados estos planes pueda decirse que existe un sólo plan general.
- Precisión .- Los planes deben hacerse con la mayor precisión posible o sea, con afirmaciones contundentes sin vaguedades.

REGLAS :

- Políticas .- Son criterios generales con objeto de orientar la acción, dejando a lo jefes campo para las desiciones que les corresponde tomar; sirven para formular, interpretar o suplir las normas concretas.

- Procedimientos .- Son aquellos planes que señalan la secuencia cronológica más eficiente para obtener los mejores resultados en cada función concreta de una empresa.
- Programas y presupuestos .- Los programas son aquellos planes en los que no solamente se fijan los objetivos y la secuencia de operaciones, sino principalmente el tiempo requerido para realizar cada una de sus partes. Los presupuestos son una modalidad especial de los programas, cuya característica esencial consiste en la determinación cuantitativa de los elementos programados. Se llaman " financieros ", si dichos elementos se estiman en unidades monetarias, v.gr.: costos, utilidades, pérdidas, gastos, etc.; son " no financieros ", si su cuantificación no se lleva hasta unidades monetarias, sino sólo de cantidades de producción, de ventas, de desperdicios, de horas-hombre requeridas, etc.

PRINCIPALES INSTRUMENTOS :

- Manuales .- Significa un folleto, libro, carpeta, etc. en donde se presentan una serie de elementos administrativos (objetivos, políticas) para un fin concreto : Orientar y uniformar la conducta que se presenta entre cada grupo humano en la empresa.
- Diagramas de proceso .- Sirven para representar, analizar, mejorar y/o explicar un procedimiento. Por ejemplo : operaciones, como son escribir documentos, hacer cálculos, registrar, etc.
- Gráficas de Gantt .- Tienen por objeto controlar la ejecución simultánea de varias actividades que se realizan coordinadamente.
- Técnicas de control presupuestal .- Es lo que se explicó en presupuesto financiero y no financiero.
- Técnicas de trayectoria crítica .- Son sistemas conocidos con el nombre de PERT, CPM y RAMS; buscan planear y programar en forma gráfica y cuantitativamente, una serie de secuencias coordinadas de actividades simultáneas, que tienen el mismo fin y el mismo origen, poniendo énfasis principalmente en la duración, costo, etc. de aquella secuencia de operaciones que resulta la más larga y costosa.

En resumen, la planeación nos plantea la pregunta de qué hacer; el plan nos dirá cómo hacer y la programación nos indicará cuándo hacer.

En la planeación de una obra, debemos de hechar mano de todos los elementos que conforman el campo de acción de la construcción, para ello, nos auxiliaremos de programas de todas y cada una de las actividades que se realizarán durante el proceso de la obra.

PROGRAMAS :

Programar en la construcción de una obra, es la secuencia cronológica que deberán seguir las actividades de un proyecto.

Las características de un programa son un excelente medio para arreglar, coordinar y planear la utilización de los recursos que permiten alcanzar un objetivo.

La programación de obra es el instrumento más valioso para representar los planes a seguir; de su correcta interpretación, seguimiento y control, se desprende la información necesaria para tomar medidas correctivas en el desarrollo de las obras y lograr las metas fijadas.

Para programar una obra se requiere conducir el proyecto, analizar los procedimientos constructivos que se van a utilizar y los recursos disponibles (mano de obra, materiales, equipo y financiamiento para la construcción).

De aquí se desprende, que para el buen funcionamiento y obtener resultados óptimos en la ejecución de una obra, se deberá contar con :

- a) Programa de obra
- b) Programa de mano de obra
- c) Programa de materiales
- d) Programa de equipo y maquinaria

CONTROL

Se considera el control en la empresa constructora como el establecimiento de sistemas que permitan detectar errores, desviaciones, causas y soluciones de una manera expedita y económica.

La planeación, una vez realizada, proporciona una base para ejecutar el trabajo. Las diferentes actividades identificadas bajo la organización y la dirección, proporcionan los medios con los cuales el trabajo se puede llevar a cabo. El control comprende las actividades que realiza el administrador para asegurar que el trabajo ejecutado, encaja con lo planeado.

El control efectivo, será el que cueste menos en tiempo, dinero y esfuerzo, y sin embargo, proporciones una visibilidad adecuada en forma periódica.

Lo adecuado es la mínima cantidad de datos necesarios para informarse sobre la situación actual, de los factores que se están midiendo, la periodicidad implica la disponibilidad de esos datos a tiempo para su corrección. El menor costo, significa que los datos se deben obtener de tal manera que produzcan la menor interrupción posible de los esfuerzos productivos actuales de la empresa.

Los elementos a controlar serán, en forma genérica :

- a) Recursos
- b) Tiempo
- c) Calidad
- d) Cantidad

En la construcción, se utilizan parámetros medibles sobre los cuales se deben tener control como son :

- Volumen anual de ventas
- Costo undirecto de operación
- Costo indirecto de obra
- Rendimiento de mano de obra
- Rendimiento de materiales
- Rendimiento de equipo
- Metros cuadrados construidos
- Metros cúbicos de concreto colado
- Tonelada de acero de refuerzo colocados
- Horas extras
- Horas máquina
- Rendimientos, combustibles, etc.

Esto se expresa generalmente en :

- a) NUMEROS.- Metros cuadrados, metros cúbicos, toneladas, etc.
- b) DINERO.- Pesos de erogación teórica, de erogación real, pesos de venta, pesos de costo, etc.
- c) PORCENTAJES.- Indirectos de operación, indirectos de campo, desperdicios.
- d) LAPSOS.- Días, semanas, meses.
- e) PUNTOS DE CONTROL.- Inicios, pedidos, terminaciones parciales y totales.

De ellos se analizarán los más importantes :

COSTO INDIRECTO DE OPERACION

Representa el cargo que la estructura técnico-administrativa de la oficina central de la empresa ocasiona sobre el costo de las obras realizadas bajo los 5 sub-rubros enunciados a continuación :

- 1.- Gastos técnicos y/o administrativos
- 2.- Alquileres y/o depreciaciones
- 3.- Obligaciones y seguros

- 4.- Materiales de consumo
- 5.- Capacitación y promoción.

COSTO INDIRECTO DE OBRA

Se le denomina así a la estructura técnico-administrativa, necesaria para la ejecución de un proceso productivo de edificación y representa el cargo que la misma provoca sobre el costo de la obra en cuestión bajo los sub-rubros siguientes :

- 1.- Gastos técnicos y/o administrativos
- 2.- Traslado de personal a obra (obras foráneas)
- 3.- Comunicaciones y fletes
- 4.- Construcciones provisionales
- 5.- Consumos varios

RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

En todo proceso productivo, la mano de obra es definitiva; en el caso de una empresa constructora, se determina la calidad del producto final y con esto se considera a la empresa de buena, regular o mala.

En el libro de Administración de Empresas Constructoras del Ingeniero Suárez Salazar, se describe, El Concepto, La Unidad, El Grupo que efectúa el trabajo y el Rendimiento que se puede obtener en una Obra de Edificación.

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA DE LA OBRA : ALCANCES, FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.

FUNCIONES DE LOS ORGANIZADORES

El propietario es el individuo o entidad jurídica que encarga la obra para cumplir una finalidad, y como tal es lógico que quiera que tanto el técnico (Ingeniero o Arquitecto), como el constructor la hagan a su gusto.

En muchos casos el propietario se interesa de una manera directa por todos los detalles, y para poder resolverlos a su gusto tiene que seguir de cerca la marcha de las obras, pero debe procurar no obstaculizar el trabajo de los demás; éste es el caso de la mayoría de las obras urbanas. En otros casos sólo le interesa que la obra cumpla un fin determinando, por ejemplo, el caso de una Sociedad Productora de Energía Eléctrica que quiere tener tantos miles de Kw-h., con el costo mínimo, importándole poco que la presa y central sean de tal o cual tipo o las turbinas sean de cualquier marca. En estos casos el técnico viene a

remplazar las funciones del propietario en cuanto a proyectar según su deseo.

El técnico tiene dos papeles distintos, que son el de proyectar y el dirigir la obra. A veces los técnicos que proyectan son distintos de los que dirigen, aunque no es lo más común.

Hoy en día, con los adelantos y las técnicas un tanto complicadas se requiere de una compenetración de técnicos, esto quiere decir, que el ingeniero no podrá hacer perfectas sus obras típicas de Ingeniería, la presa o el puente, sin la ayuda del arquitecto, que por su mayor contacto y preocupación con la estética, tiene más sensibilidad para lograr una mayor belleza con los elementos que las fuerzas naturales proporcionan y exigen.

Como director de la obra, el técnico debe hacerse respetar y querer, y para esto no hay reglas posibles.

En cuanto a su relación más directa con la obra, el Director técnico puede y debe establecer una ordenación de trabajos, así como unas determinadas normas y condiciones de ejecución, a través del pliego de condiciones, primero, y con su presencia constante en la obra, después. Puede y debe exigir la calidad que él impuso y que el constructor se comprometió a obtener, pero en caso de que el constructor con su ingenio organiza mejor los trabajos y por tanto obtener un mejor costo, el ingeniero debe alegrarse con esto y tomar nota para el porvenir, pero si por el contrario el constructor se organiza mal, el ingeniero puede y debe intervenir, organizándola él con plena responsabilidad, pudiendo incluso llegar a plantear la rescisión por incompetencia en el constructor. Estos casos, son raros y, en general, con las normas que imponen el proyecto y el director, es el constructor el que organiza la obra.

El CONSTRUCTOR o contratista puede ser una persona o una Sociedad; pero, aún en este caso, si es anónima, a través del Consejo de Administración recae sobre el director-gerente la máxima responsabilidad, y si es limitada, habrá uno de los socios que lleve la dirección de un modo más personal; luego siempre la dirección superior recaerá sobre una sola persona, que ha de reunir tres condiciones fundamentales : Amplia experiencia, conocimientos técnicos y sentido financiero.

OFICINA Y LABORATORIO DE LA OBRA

La oficina de la obra ha de albergar estos servicios : Dirección técnica, ayudantes y dibujantes, encargado y capataces, administración, servicios, archivo y laboratorio; en cada caso se estudian las necesidades y se ve si se puede prescindir de alguno de ellos. Una vez determinada ésta, y la superficie que ha de ocupar, se busca un sitio adecuado. El ideal es que desde las ventanas de la Dirección Técnica o del encargado se observe la

mayor parte posible de la obra, y que la de los dibujantes den al Norte; los obreros tengan acceso fácil ante la ventana de la administración para los días de pago; lo que siempre hay que procurar es que la oficina sea inamovible en todo el transcurso de la obra, pues por tener más comodidades es la construcción auxiliar más cara de todas.

DIRECCION TECNICA

Las funciones que ha de desarrollar la Dirección Técnica en la oficina de obra son los siguientes :

1.- PROYECTO.- Hay muchas cosas que proyectar a medida de las necesidades, como son las instalaciones y detalles técnicos. Esta labor, en obras importantes, exige la presencia constante de un técnico en la obra y el arquitecto o ingeniero sólo tendrán que estar en la obra una parte del día cuando se trata de obras menores.

2.- PLANOS DE LA OBRA.- Los planos de obra son competencia de la Dirección Técnica, si por su sencillez o confianza lo deja en manos del encargado, debe al menos, revisarlos y darles su visto bueno, o en otro caso, orientar y enseñar para que puedan llegar a hacerlo. Los detalles de obra deben llegar al encargado completamente resueltos, entrando en las funciones de éste el ingeniarse para construirlos en una estrecha colaboración entre director y encargado.

En general, todos los planos deben entregarse por la Dirección Técnica al encargado y nunca a los capataces directamente, encargándose aquél de distribuirlos según sea preciso.

3.- CONTROL DE OBRA.- El control de obra tiene dos partes fundamentales, que son la seguridad técnica y la marcha de obra. La seguridad técnica pesa exclusivamente sobre el arquitecto o ingeniero, que es único responsable ante su Empresa, de que las cosas salgan bien; a él compete ordenar y orientar al encargado y capataces, visitar todos los trabajos en todas sus fases; para que todo salga conforme se proyectaron, con los ayudantes necesarios para cumplir ésta labor.

Respecto a la marcha de obra, todas las rectificaciones y acoplamientos es el Director de obra quien puede hacerlas mejor, por estar compenetrado con ella y por saber las dificultades que aún faltan por vencer. Se deben tener los gráficos a la vista y compararlos con los de obra realmente ejecutada, para notar las diferencias y poner el remedio.

4.- LIQUIDACIONES.- El Directo, según su categoría, las hará directamente o las orientará y dará el visto bueno al ayudante.

5.- LABORATORIO.- El Director Técnico dirigirá personalmente el laboratorio de obra, siendo responsable de sus resultados.

6.- CONTROL SOBRE LA ADMINISTRACION DE OBRA.- Aunque esta administración depende directamente de la administración central de la Empresa, el Director ha de cuidar de que todo se lleve ordenada y debidamente, y que los números sean verdad. De los materiales debe saber al día las entradas, reservas, consumos y pedidos para poder orientar la obra según las posibilidades. En cuanto a los costos, debe controlar que los resultados que da la administración coincidan con los de la medición que él hace.

Como se ve, este trabajo del Director y ayudante no exige más de un despacho, con una mesa, un tablero, un armario-archivo y unas sillas. Unas dimensiones en planta de 4 m por 5 m son suficientes. Si el personal técnico es mayor, aumentará proporcionalmente.

7.- FORMACION PROFESIONAL.- El director de la obra debe ocuparse del perfeccionamiento de todo su personal, para formar oficiales de aprendices, que luego podrán ser capataces e incluso encargados.

AYUDANTES Y DIBUJANTES

Los ayudantes y dibujantes actúan sobre los planos, mediciones, controles, etc., a las órdenes de la Dirección, y su despacho será mayor o menor según la importancia de la obra.

ENCARGADO Y CAPATACES

Los capataces pasan el día fundamentalmente en la obra, y sólo necesitan sitio en la oficina para entregar sus reportes cuando termina la jornada.

El encargado, necesita una habitación independiente donde pueda tener sus papeles y planos, y le sirva para atender a un proveedor, capataz u obrero al que quiera, por ejemplo, reprender en privado.

ADMINISTRACION

En la administración o listería de obra se llevan a cabo las funciones siguientes:

- a) Admisión de personal y aviso de despido, pagos, reclamaciones y cualquier relación directa con el obrero.
- b) El control diario de los trabajadores y número de horas extraordinarias, etc. Los reportes diarios de los capataces con el visto bueno del encargado que se envían a la oficina central.
- c) Control y clasificación de todos los materiales que entran en obra, así como su consumo debidamente clasificado. Todos los materiales que entran deben pasar por la báscula.

Para toda esta labor habrá uno o más listeros, según el trabajo, pero el jefe directo de ella es el administrador.

SERVICIOS

Son imprescindibles los higiénicos, debiendo hacerse dos : uno para el personal que trabaja en la obra, y otra para el de la oficina y dirección; el agua también es necesaria, así como la luz. Cuando la duración de la obra es larga conviene instalar calefacción, sobre todo en climas duros.

El mobiliario adecuado no cuesta mucho y sirve para muchos años. El teléfono ahorra muchos viajes y se compensa con el gasto de la instalación.

BASCULA

Como anexo a la oficina y controlada desde ella debe montarse la báscula desde el principio de la obra. La persona que la maneja debe ser de toda confianza y entregar los reportes al listero o al encargado. Debe montarse a la entrada de la obra para evitar recorridos en vano de los camiones.

En la industria de la construcción, las empresas que nacen grandes, resulta interesante analizarlas en función de su creciente número de técnicos, y de acuerdo con las 5 etapas que se presentan :

ETAPA	No.DE TECNICOS	PROBABLE PROBLEMA
I	2 a 4	Asignación de responsabilidades.
II	4 a 8	División del trabajo.
III	8 a 40	Delegación de autoridad
IV	40 a 100	Control
V	100 en adelante	Descentralización.

ETAPA I :

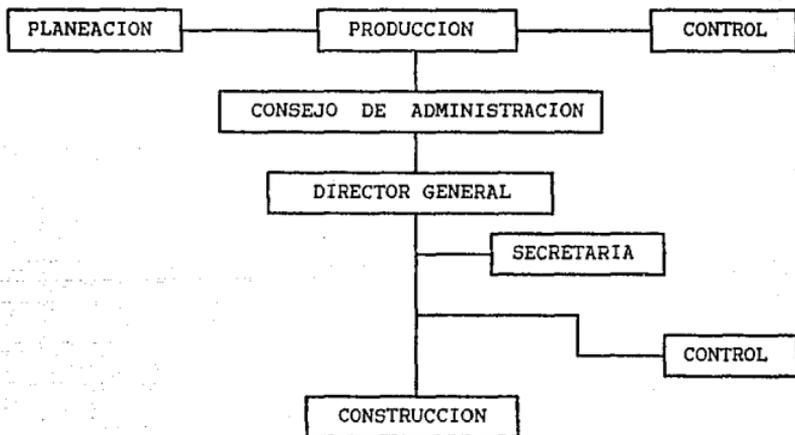
En la industria de la construcción latinoamericana, es muy frecuente el caso de la empresa de un sólo hombre, así como también es normal que muy pronto este se encuentre ante la necesidad imperiosa de allegar recursos humanos que le permitan continuar con su función empresarial. En esta etapa un " Hombre Orquesta " debe abocarse sin ayuda alguna a las siguientes responsabilidades :

- Búsqueda de clientes
- Obtención de la opción del cliente
- Levantamiento y plano topográfico del predio

- Elaboración del antepresupuesto
- Valuación de la oferta y la demanda
- Toma de desición en relación al riesgo
- Obtención de licencias para construcción
- Organización del personal obrero
- Control de calidad de construcción
- Control de costo de construcción
- Coordinación de subcontratistas
- Estimaciones
- Pago de mano de obra, etc.

Ante esta carga de responsabilidades, el " propietario- genente " realizará funciones ineficientemente, por tanto buscará un socio antes que un empleado, con quien compartir la responsabilidad y normalmente el empresario original toma la responsabilidad de la planeación y el control; el nuevo socio el problema de producción o viceversa.

EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA I

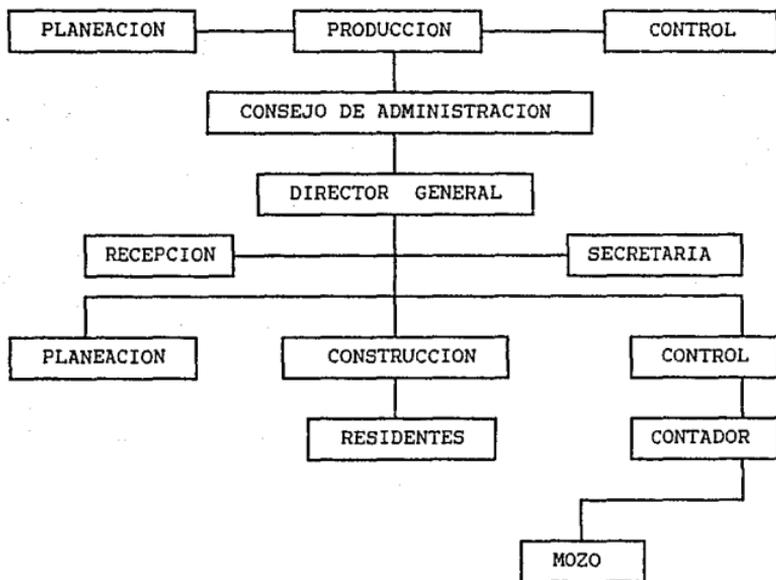


ETAPA II :

En esta etapa, donde la elasticidad de funciones provoca invaciones de las mismas, será necesario iniciar el establecimiento de divisiones precisas de funciones, autoridad y responsabilidad, tomando en consideración las siguientes sugerencias :

- a) Que el trabajador se divida de tal forma, que el empleado o trabajador se convierta en un especialista, que liberado del tiempo que le llevaría la concepción del problema, pueda dedicar sus esfuerzos al mejoramiento del mismo y a una superación personal y por lo tanto de la empresa.
- b) Que las cualidades personales sean aprovechadas al máximo; es decir, que la combinación adecuada de cualidades-defectos, y defectos-cualidades (existentes en todo ser humano puedan capitalizarse).
- c) Los grupos de personas que forman departamentos o divisiones deberán abarcar un campo de actividades, realizable, homogéneo y separado.

EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA II



ETAPA III :

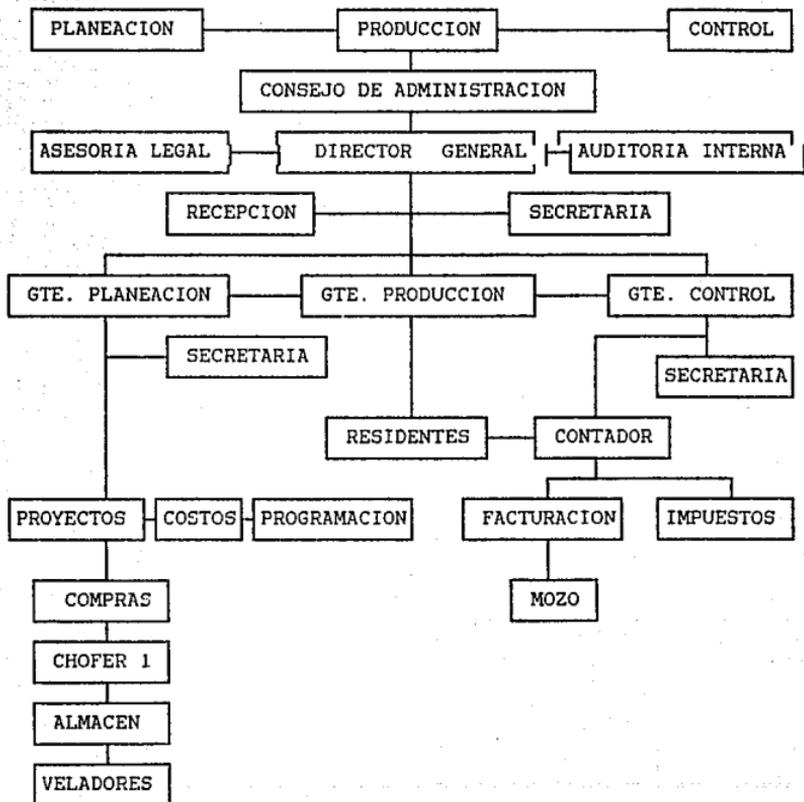
Es el paso más crítico de las empresas constructoras que abandonan su "segunda etapa" y es donde se presenta el caso de un empresario que normalmente trabaja de 8 a 14 horas diarias, al

cual le será muy difícil delegar desiciones importantes en empleados que trabajan unicamente 8 horas.

A este respecto, la solución más adecuada pudiese ser la contratación de ejecutivos con un sueldo garantizado y un interés en la producción.

De lo anterior, se desprende que los resultados de los subordinados, son los del ejecutivo y que éste se mide a través de la eficiencia de sus ayudantes.

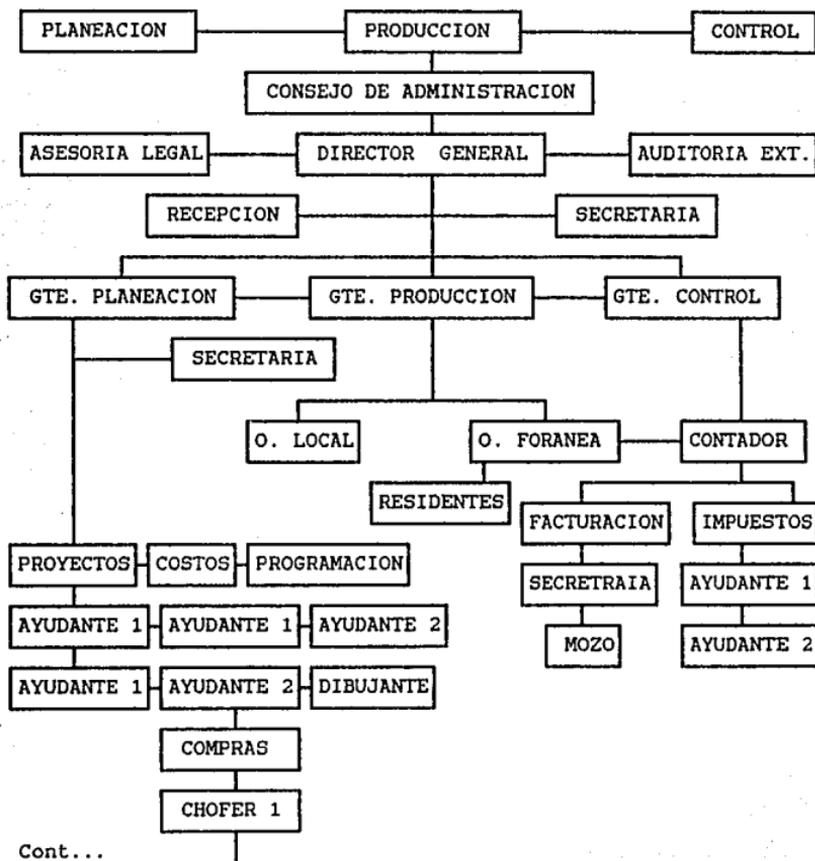
EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA III



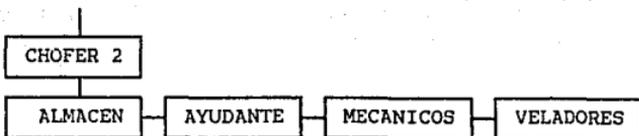
ETAPA IV :

En la primera y segunda etapas de una empresa constructora, el propietario gerente, tiene en mente la contabilidad total de su empresa; en la tercera etapa, donde se mezclan socios y empleados, es indispensable el implantamiento de un control.

EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA IV



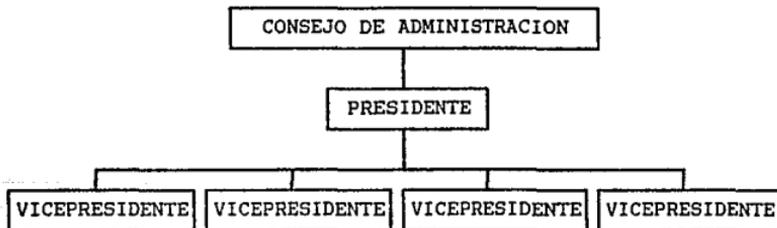
Cont...



ETAPA V :

Superadas las etapas anteriores, cada una de las gerencias serán una pequeña empresa con plena libertad de decisiones, limitadas únicamente por políticas de grupo que conllevan a una mayor especialización que dé como resultado una mayor productividad.

EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA V



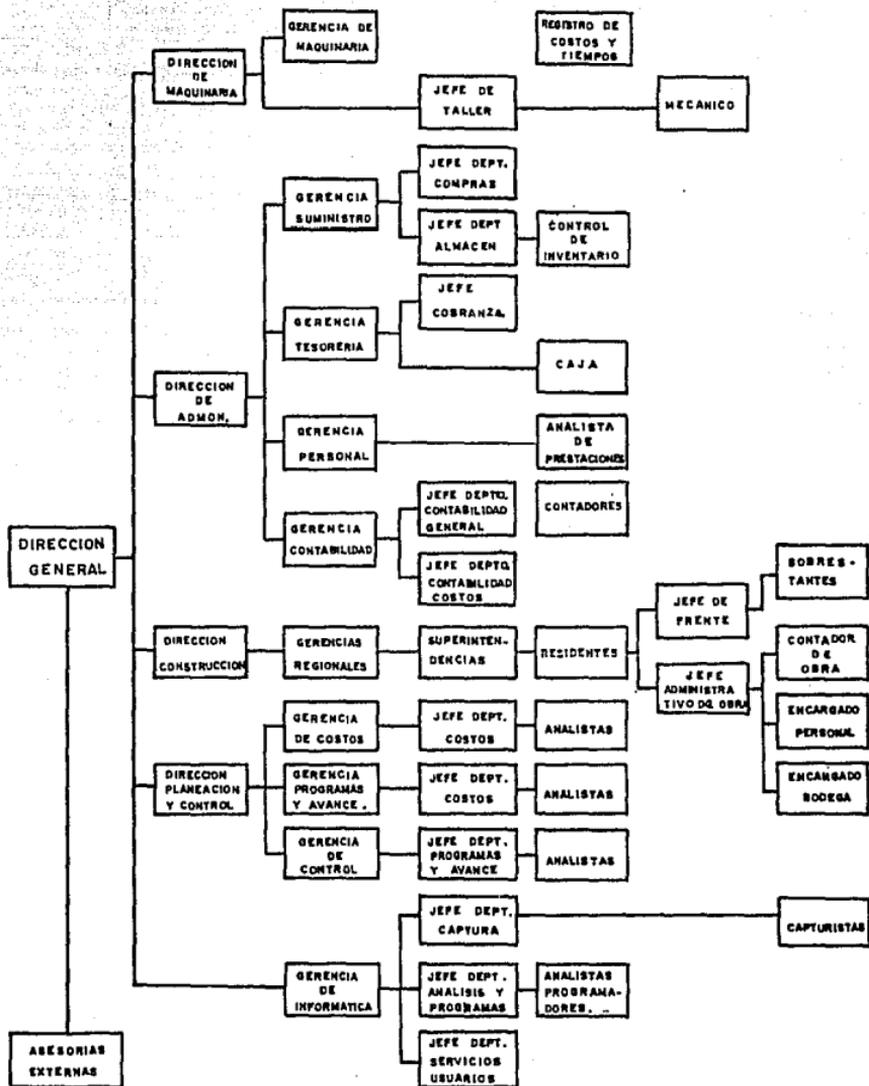
En la empresa constructora, pequeña, mediana o grande, si en su organigrama, los hombre clave no concuerdan con él, se deberá modificar y diseñar otro aparato administrativo que en lo posible contemple las características de los mismos, no olvidando que las desiciones conjuntas, tomadas a través de comunicaciones fluidas, comparten la responsabilidad y permiten el alcance de los objetivos más rápidamente, o sea, se superpone al organigrama formal las comunicaciones informales y se aprovechan para lograr un organigrama eficiente.

Para la Industria de la Construcción, encontramos diferentes tipos de organigramas, pero en todos se distinguen las áreas básicas de producción, de control y ventas o producción futura.

A continuación, se presenta un modelo de organización constructora de 7 niveles, que puede adaptarse a casi cualquier tamaño y giro de empresa, ya que pueden agregarse o quitarse posiciones tanto de nivel como de departamento.

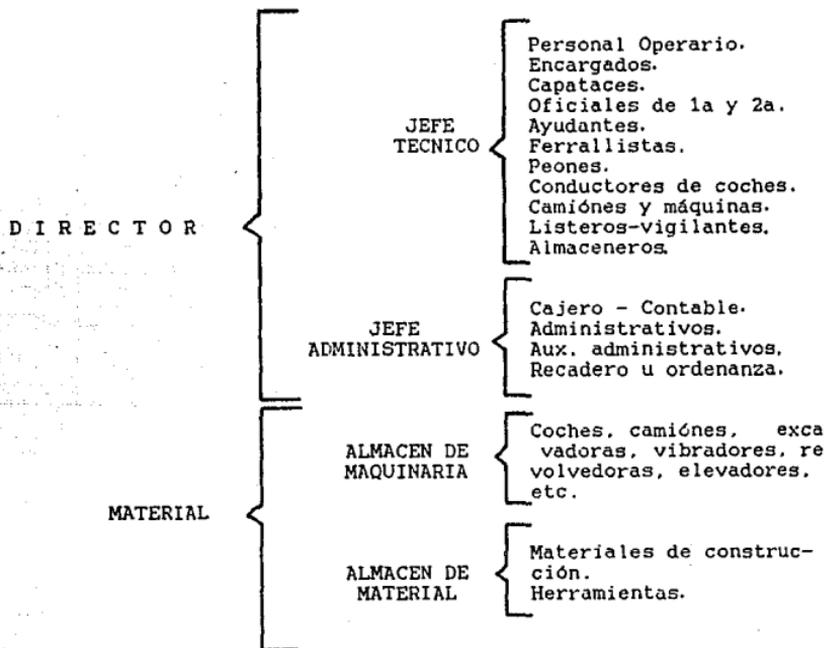
Este esquema es el producto de una investigación directa entre casi una veintena de compañías constructoras.

ORGANIZACION CONSTRUCTORA



Tomando en consideración el organigrama presentado, cabe hacer mención que éste no logra su objetivo, si no llega a existir un medio de comunicación en el que se incluya a todos y cada uno de los responsables de cada área, por tal motivo, hablar de organización implica, necesariamente, hablar de comunicación, sin ésta, cualquier intento organizativo sería irrealizable, más aún, la evolución del hombre, está supeditada a la comunicación con otros hombres, su condición natural, es el grupo.

Los miembros que integran la Organización de una Empresa Constructora, y debido a su función específica, quedan automáticamente clasificados como Personal Técnico, Personal Administrativo y Personal Operario. Dentro de cada uno de estos grupos se define la función a desarrollar por cada individuo.



La función propia de cada puesto de trabajo, vinculados entre sí, sería :

PERSONAL DIRECTIVO Y DE OFICINAS

DIRECTOR : Dirección de la empresa. Representación de la misma ante entidades oficiales y particulares. Decisiones para emprender la construcción de una obra propia o para contratar las ajenas. Decisiones de compra de maquinaria a propuesta del jefe técnico. Decisiones en efectuar gastos extraordinarios. Firma de correspondencia. Aprobación si procede, de las cuentas presentadas por el Cajero-Contable.

JEFE TECNICO : Planificación de obras. Inspección de las mismas. Compra de la maquinaria autorizada por el Director. Compra de materiales de construcción. Control de almacén. Calculos relativos a las obras que se realizan. Distribución del personal operario a las distintas obras. Replanteos. Planos. Informes al director de novedades presentadas en la obra. Ordenes de trabajo a los encargados. Control de la maquinaria. Mediciones. Comprobaciones de las certificaciones mensuales de contrataas.

JEFE ADMINISTRATIVO: Dirección y coordinación de la sección administrativa. Aplicación de Leyes y Ordenes Oficiales que afectan a la empresa, previo informe al Director. Presentación al director de los documentos a firmar.

ADMINISTRATIVO : Seguros Sociales. Liquidaciones por cese. Contratos a nuevos operarios a propuesta del Jefe Técnico y visado por el Jefe Administrativo. Libro de registro de entrada y salida de materiales del almacén.

AUXILIARES ADMINISTRATIVOS : Mecanografía. Correspondencia. Libros de registro de entrada y salida. Archivo de expedientes de planos y proyectos. Auxiliaría al administrativo y al cajero-contable.

CAJERO-CONTABLE : Pagos, cobros. Libros de contabilidad. Nóminas. Compra y control de material administrativo, de papelería e impresos. Informes al jefe administrativo.

PERSONAL OPERARIO

ENCARGADO : Distribución de operarios en obra. Partes de trabajo. Demanda de personal y material al Jefe Técnico.

CAPATAZ : Similar al anterior en sector más reducido, con demandas de personal operario. Vigilancia de las obras.

CONDUCTORES : Reportes semanales al Jefe Técnico del gasto de gasolina, aceites y grasas. Reportes de averías y propuestas de reparaciones.

ALMACENEROS : Notas diarias. Reportes semanales de entrada y salida de materiales en el almacén. Reporte del estado de las herramientas y control de las mismas, comunicándolo al administrativo para su registro y control.

II.2 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DE LA OBRA : LOCALIZACION DE OFICINAS Y TALLERES, ALMACENES, ETC.

OFICINA DE OBRA :

Dependiendo de la localización e importancia de la obra, da lugar a la instalación de la oficina de obra, ya que en obras urbanas cuya importancia no sea excesiva, se puede prescindir de ella.

Esta oficina, que será delegada de la principal, funcionará bajo las instrucciones dadas por aquella, y sus características pueden ser muy diferentes, oscilando entre ser un mero enlace, o una completa organización.

Poniendo su actividad en un término medio, cabe establecer una Sección Técnica y otra puramente administrativa. La Sección Técnica se encargará de adaptar la ejecución del Proyecto a lo establecido en la planificación de la obra, vigilando la perfecta ejecución de las estructuras, así como que las dimensiones se ajusten a las dadas en los planos.

La Sección Administrativa de esta oficina se encargará del registro de personal ; Admisión, cese por terminación de contrato, por mala actuación del operario. Reclamaciones, partes de accidentes si se producen. Control de entrada y salida de materiales. En fin, controlar todo el movimiento, tanto de personal como de material, para poner en manos de la Dirección Técnica todos los datos necesarios para desarrollar las distintas misiones a su cargo, como gráficos de marcha de la obra, control de costos, etc.

ALMACENES :

De los materiales hay que conocer la cantidad y el ritmo. De éstos sale un tercero, que es la capacidad de almacenamiento que hay que disponer en la obra, problema que está ligado con el espacio disponible en la misma y los medios de transporte.

Si en la obra hay sitio abundante, es conveniente tener siempre un almacén prudencial, para prevenir cualquier interrupción en el suministro. Si escasea el sitio, se tendrá que fiar exclusivamente de la continuidad del suministro o disponer de un

almacén, aunque sea pequeño, pero con el inconveniente que dificultará las demás operaciones de la obra, produciendo con esto, una desorganización. Para dar una alternativa a estos problemas suele presentarse solamente en una época determinada de la obra, pues cuando hay parte de ella ya ejecutada se puede aprovechar para estos almacenamientos.

En cuanto al principio de la obra, sino se empieza toda a la vez, puede aprovecharse la parte no empezada para almacenar los distintos materiales, haciendo el cambio en el momento oportuno. Con los materiales es fácil hacer éstos cambios, sin falsas maniobras, calculando sólo las cantidades para cada trabajo. Pero tratándose de instalaciones y servicios, se produce una desorganización y un gasto.

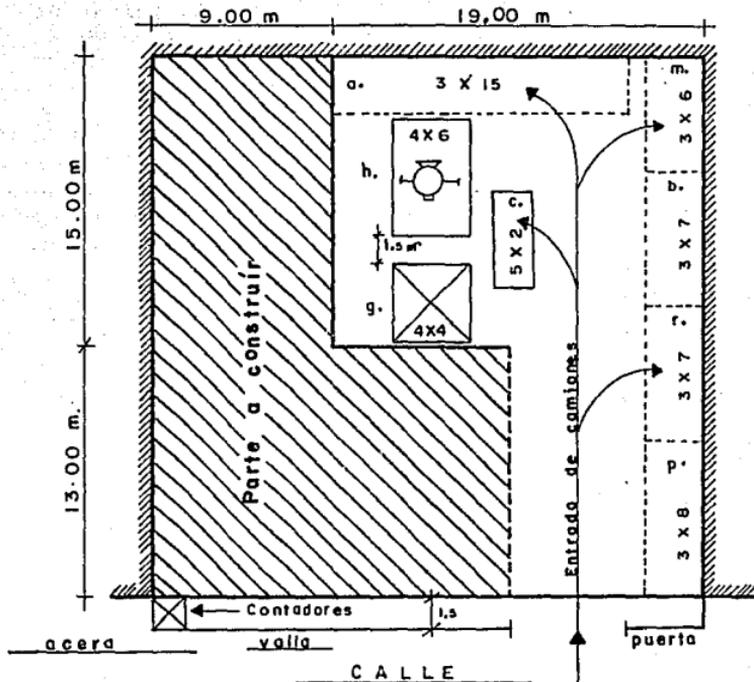
En las figuras II.2.1.a y II.2.1.b., se estudia el cambio de almacenamiento en una pequeña obra urbana.

En la primera etapa se coloca el mínimo de almacenes y servicios, que en la segunda pasan debajo de la parte ya construida; se ha procurado no mover ni la revolvedora ni el montacargas, aprovechando el hueco del patio, así como que todas las instalaciones tengan acceso fácil para los camiones.

Concretamente para cada clase de materiales, los que más plantean problemas de almacenamiento son los agregados, cemento, ladrillos, madera, hierro y piedra. Los demás, como material eléctrico, de fontanería, persianas, maquinaria de cualquier clase, etc., no suelen aparecer en la obra hasta que hay partes completamente resueltas y no constituyen problema.

El espacio disponible para almacenes y talleres, hay que distribuirlos y acopiarlos a las necesidades de cada uno; para la distribución hay que llevarla a cabo con datos lo suficientemente aproximados para poder encajar todos los edificios adecuadamente, sin necesidad de rectificar en líneas generales la distribución de conjunto.

1a. ETAPA
(Fig. II.2.1.a)



1a. Etapa 350 m² planta
190 m³ concreto - 10 m³ diarios
690 m² encofrado - 45 m³ madera
10 ton de hierro

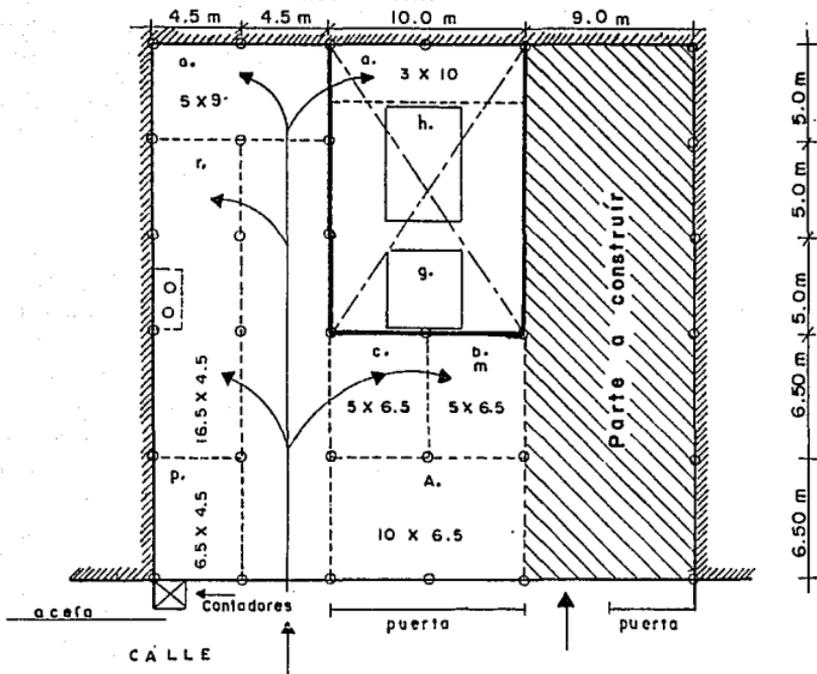
ALMACENES
a.- agregados : 2 días (12 x 2) = 48 m²
m.- madera : 1/3 (45 x 1) = 15 m²
b.- bancos encofrados : -20 m²
r.- hierro : 2 x 10 = 20 m²
c.- cemento : 3 días (3.5 x 1) = 10 m²

p.- personal, listero, guarda - provisional
h.- revolvedora
g.- montacargas

Taller de carpintería, taller de hierro y báscula.- Fuera de obra

2a. ETAPA

(Fig. II.2.1.b) Cambio de almacenamiento combinado con la construcción.



2a. Etapa ALMACENES

- a.- agregados : 75 m² - para 4 días
- m.- madera : 32.5 m² - sobra
- r.- hierro con taller : 74 m² - amplio
- c.- cemento : 32.5 m² - para 10 días

p.- personal, listero y almacén : 29 m², cerrado de fabrica con luz a la calle.

h.- revolvedora

no se han movido

g.- montacargas

A = 65 m² de reserva

Como 2a. ETAPA, con toda la nave derecha para almacenar ladrillo, carpintería, etc.

Como 3a. ETAPA : Resto de la obra

ALMACENES

Almacén general	Taller mecánico
Almacén de cemento	Fábrica de cemento
Almacén de ladrillos	Fábrica de ladrillos
Almacén de hierro	Taller de hierro - fragua
Almacén de madera	Taller de carpintería
Almacén de agregados	Trituración y clasificación de agregados
Almacén de piedra	Talleres especiales
Polvorín	
Gasolinera	

No en todas las obras son necesarios todos, ni con el mismo grado de perfeccionamiento, por lo cual hay que empezar por ver cuáles son necesarios y durante cuánto tiempo son imprescindibles.

Como NORMAS COMUNES a todos ellos, se puede tener en cuenta lo siguiente :

- Los almacenes han de tener entrada directa desde fuera, y salida fácil a su taller respectivo.
- Los talleres han de ser fácilmente suministrables desde el almacén, y con salida directa a la obra, lo mas cerca posible de los trabajos.
- El transporte interior de los materiales en bruto o trabajadores debe ser lo más sencillo, rápido, corto y económico que sea posible.
- Cada almacén con su taller, deben formar una unidad, pero siempre que se pueda con una separación clara entre ambos.
- Tanto unos como otros deben ser organizados de modo que el material que entre o salga lo haga con su vale correspondiente a fin de poder seguir con exactitud las necesidades de repuesto y el destino de cada material.
- Las edificaciones deben hacerse para cumplir su papel en el tiempo estrictamente necesario, a menos que sean desmontables y puedan utilizarse en otra obra.
- Deben estar cerrados para impedir el robo, y cubiertos para evitar que se estropeen las máquinas o materiales, y poder trabajar con cualquier tiempo.
- Cuando se instalen provisionalmente al principio de la obra, hay que prever y dejar sitio para las ampliaciones futuras.
- En caso de traslado, hay que pensar cual será el más costoso.

ALMACEN EN GENERAL :

El almacén en general, o almacén de empresa es aquel, fijo y estable, en que no sólo entra el material adquirido, si no que a él retorna al término de una obra, el sobrante de la misma, así como toda la herramienta y maquinaria que de él salió.

ALMACENES DE OBRA :

Junto a la obra se instalan uno o varios almacenes, donde se mantiene depositado el material hasta el momento de ser empleado. Estos almacenes dependerán de la envergadura de la obra. A veces son pequeños cobertizos donde se mantiene el material más sensible a la humedad, como el cemento y el yeso, apilado sobre tarima de madera y cubierto, además, con un toldo de lona o plástico. Los agregados apilados a la intemperie, y de igual forma los ladrillos y el hierro, pero siempre en lugar acotado y bajo el dominio de un vigilante.

En grandes obras, el almacén ha de ser de gran capacidad ya que solo de cemento han de contener como mínimo, el necesario para el consumo de 3 o 4 días, lo que a su vez influye en el hierro.

Quando las obras son en pleno campo, los almacenes han de ser aún más completos, y también más amplios, en previsión de cualquier anomalía en el suministro. El almacenamiento mínimo de cemento en estos casos ha de ser el suficiente para 15 ó 20 días.

POLVORINES :

En las obras a realizar en el campo, como son carreteras, presas, canales, etc., es muy posible el uso de explosivos. La dinamita para los barrenos, que se ha de almacenar en polvorines, precisa de ciertas condiciones de seguridad, por lo que habrá que atenerse a la legislación vigente sobre explosivos.

Al respecto, actualmente existe dentro de nuestra legislación ordinaria (Ley Federal de Explosivos, Reglamento de Construcción del Distrito Federal; Ley Federal del Trabajo); disposiciones legales que refieren las medidas básicas o elementales en el contexto de la Industria de la Construcción.

Estos almacenes son galerías subterráneas, con ventilación por medio de tubos que comunican con el exterior.

El almacén, en su concepto general, es el eje principal del control de materiales alrededor del cual se mueven las cuentas de relación exterior que determinan el gasto y procedencia, y las cuentas interiores y mecanismos de control que nos llevan a la estimación del costo de actividades.

Según la dimensión y estructura de la empresa, puede existir el almacén central, almacenes de zonas o sucursales y el almacén o almacenes de obra. Estos últimos ofrecen un contacto inmediato y permanente con la producción. Los almacenes centrales son en este concepto abastecedores de la obra, como proveedores externos, sin una directa intervención en el control de costos.

Al hablar de almacén nos referimos al estricto significado contable de la palabra y no al local o locales que lo forman. En las obras debe entenderse por almacén todo el conjunto de existencias y movimiento de materiales de consumo, herramental y maquinaria que se encuentren en obra almacenados en locales cerrados, en coberticios o lugares de trabajo y de acopio, incluso los colados en obra como medios auxiliares de trabajo.

El funcionamiento interior del almacén comienza con los pedidos y las compras. Para estos fines los métodos que puedan emplearse varían con el tamaño de empresa, su propia organización y las circunstancias y el sitio de los trabajos.

Conociendo la cantidad de obra diaria a ejecutar, se tiene inmediatamente la cantidad de máquinas necesarias. La máquina no debe parar más que lo indispensable y debe cambiar de sitio lo menos posible y una vez que cambie no debe regresar a su lugar de origen. En una buena organización, se deben aprovechar las épocas de paro forzoso para la reparación de cada máquina. En las máquinas fijas es más fácil y económico instalar la capacidad productiva justamente necesaria y fijar el momento en que ya no son necesarias y puedan retirarse. Como su rendimiento no es constantemente el máximo, se combinan estas instalaciones para varias obras de una misma localidad, con lo que se dan aprovechamientos completos.

En las máquinas especiales, hay que estudiar su problema y su amortización, pues no se sabe si a lo mejor no va hacer necesaria nunca más o en un tiempo razonable.

Una vez conocida la maquinaria y el sitio que ocuparan, se procede al proyecto de las líneas eléctricas y de agua, con las secciones precisas y potencias necesarias en tomas, contadores, depósitos, transformadores, etc. Como norma general, las conducciones primarias deben ser inamovibles en el curso de la obra y, en cambio, las secundarias deben tener gran movilidad.

INSTALACIONES Y SERVICIOS :

El estudio de los materiales y maquinaria da origen al de las instalaciones y servicios de obra. Se llaman instalaciones a los elementos que afectan directamente a la ejecución material de la obra, y servicios, a los que intervienen indirectamente.

Las **INSTALACIONES** son : almacenes, depósitos, silos, revolventoras, talleres (hierro, mecánico, cantería, etc.), báscula, conducciones de agua y fuerza interiores, accesos, carreteras, líneas exteriores de conducción, contadores y transformadores, etc.

Los **SERVICIOS** son : poblado obrero, comedores, vestuarios, retretes, lavabos y duchas, oficina, laboratorio, etc.

OTRAS DEPENDENCIAS O INSTALACIONES :

Hay obras, como las presas, que normalmente se encuentran a grandes distancias de los núcleos urbanos, además requieren de gran número de operarios, y por otra parte son de gran duración. Estas circunstancias plantean el problema de alojamiento del personal, lo que se resuelve con la instalación de poblados.

II.3 ANALISIS DE LOS RECURSOS DISPONIBLES.

Normalmente, el estudio completo del proyecto no permite conocer todos los datos necesarios para establecer el programa de obra (P.O.). Es indispensable una inspección ocular del lugar donde se llevara a cabo la obra y una visita a la comarca, para completar los datos necesarios.

La inspección del lugar nos permitirá conocer el estado de los accesos, la proximidad o lejanía de fuentes de aprovisionamiento de materiales y energía, la posibilidad de establecer almacenes en sus proximidades (se puede tener que recurrir al alquiler de terreno para ello), el estado del lugar, que puede estar ocupado por construcciones o arbolado que habrá que demoler, la posible existencia de líneas eléctricas o de agua que habrá que desviar por estorbar a la realización del Proyecto, teniendo que solicitar los correspondientes permisos y pagar indemnizaciones.

Antes de empezar la obra, se tiene que comprobar las dimensiones del terreno, para evitar errores y pleitos con los propietarios de los terrenos colindantes. A veces es necesario llegar a un acuerdo con ellos para ocupar parcialmente sus terrenos con almacenes o utilizarlos como acceso.

La existencia de carreteras o vías férreas en los linderos de nuestro terreno, puede no permitirnos establecer almacenes u oficinas en sus proximidades.

La visita a la comarca nos facilitará los datos necesarios sobre los puntos de aprovechamiento de materiales y mano de obra más convenientes. Los datos más importantes son :

1) Lugar de yacimientos de agregados y canteras :

Se recogerán muestras de agregados y rocas para comprobar, mediante análisis en Laboratorios Oficiales si es preciso, si sus calidades responden a las exigidas en el proyecto y someter su aprobación a la Dirección. Puede ser necesario que los yacimientos existentes no sean suficientes. Hay que estudiar entonces la posibilidad de abrir otros nuevos y, por tanto habrá que obtener los permisos necesarios (Secretaria de Minas e Industria) para usar explosivos.

2) Proximidad de puntos de aprovisionamiento de materiales, cerámicas, de aglomerados, de acero, de maderas, etc.

Se realizaran los primeros contactos con los proveedores, informándonos de su capacidad de producción, de su solvencia económica, de si cumplen habitualmente los compromisos establecidos, de los precios de los materiales y su calidad.

Naturalmente la información sobre precios es sólo a título informativo. Posteriormente, el jefe de compras de la empresa, establecerá las condiciones de compra (precios y forma de pago) más convenientes.

3) Existencias de mano de obra en la comarca.

La mano de obra calificada puede no existir en número necesario. Es preciso, entonces, prever su traslado de otro lugar y preparar alojamientos suficientes, bien dentro de la misma obra, bien en localidades cercanas. Con la mano de obra sin calificar (peones) puede ocurrir lo mismo. Puede ser que las faenas agrícolas produzcan escasez temporal de este tipo de mano de obra y hay que informarse en que épocas del año se produce esta escasez, para estar preparado.

Dato importante : nivel de salarios en la localidad.

4) Clima de la región.

El clima de la comarca puede influir decisivamente en el desarrollo de la obra. La época de lluvias habitual, la distribución de las temperaturas, etc., nos determinara la época más conveniente para la obra. Evidentemente, no podemos empezar el movimiento de tierras con lluvia, ni la utilización del concreto con temperaturas inferiores a cero grados.

5) La distancia a centros proveedores es un dato importante para la organización de los transportes de materiales a obra.

Puede ser interesante estudiar la posibilidad de establecer almacenes reguladores en una estación de ferrocarril próxima. Por ejemplo, la instalación de un silo para almacenar cemento a granel. Se puede así independizar el suministro de cemento a obra de las fluctuaciones en los cumplimientos de los pedidos por las fábricas de cemento.

Todo lo anterior, se refiere a una obra fuera del casco urbano. En una obra urbana, son aplicables, en general, los mismos principios.

Pero por un lado las cosas se simplifican y por otro se complican. Por ejemplo, no tendremos problemas de accesos ni de transporte de mano de obra, pero tendremos dificultades para establecer almacenes y habrá que estudiar el sitio que ocuparan dentro de la misma obra. Por tanto, tendremos limitación del tamaño de los mismos y la falla en la continuidad del suministro es más importante que en el caso de disponer de almacenes mayores. No dependeremos tan rígidamente del clima y, en general, tendremos más facilidades para obtener mano de obra y las fluctuaciones de la oferta de mano de obra, no dependerá de la época del año.

II.4 APLICACION DEL METODO DE LA RUTA CRITICA

El método de la ruta crítica (CPM), " Es un sistema de programación y control que permite conocer las actividades que definen la duración de un proceso productivo ".

Cualquier proceso productivo consta de 3 fases :

Planeación
Programación y
Control

Siendo :

- Planeación. Es el enunciado de las actividades que constituyen el proceso y el orden en que deben efectuarse (secuencia).

- Programación. Es la elaboración de tablas o gráficas que indiquen los tiempos de terminación, de iniciación y por consiguiente la duración de cada una de las actividades que forman el proceso, en forma independiente.

- Control. Se realiza mediante la elaboración de tablas o gráficas que permiten conocer las secuencias de un atraso o un adelanto en cualquier actividad de un proceso productivo, y tomar las correspondientes decisiones.

El método de la ruta crítica es una técnica nueva y eficaz en la planeación y administración de todo tipo de proyectos. Es la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todas las componentes del proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de ésta red, para la completa determinación del mejor programa de operación. Es un método que se adapta admirablemente a la industria de la construcción , pues brinda un enfoque mucho más útil y preciso, que las gráficas de barras convencionales, anteriormente empleadas como base de la planeación y control de la construcción.

CARACTERISTICAS DEL METODO

- a) Suministra una base disciplinada para la planeación de un proyecto.
- b) Proporciona una idea clara del avance del proyecto.
- c) Es un vehículo importante para la evaluación de estrategias y objetivos.
- d) Elimina con gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que pertenezca al proyecto.
- e) Muestra las interrelaciones entre los trabajos.
- f) Señala las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.

- g) Hace posible la " dirección por excepción " llamando la atención del ejecutivo a aquellas actividades que están o estarán en dificultades.
- h) Forma un récord útil y completo del desarrollo de las obras y proyectos.

NOMENCLATURA

EVENTO :



Significa iniciación o terminación de una actividad.

ACTIVIDAD :



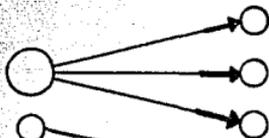
Consumo tiempo y recursos, significa la ejecución de una labor.

ACTIVIDAD DE LIGA FICTICIA :



No consume tiempo ni recursos, nos indica la liga que existe entre 2 eventos secuencia lógica.

FUENTE :



Se define como un evento - del cual parten varias actividades simultáneas.

RESUMIDERO :



Se define como un evento - al cual llegan varias actividades simultáneas.

EVENTO INICIAL



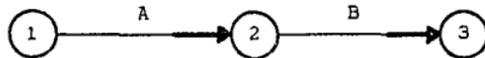
ACTIVIDAD

DURACION

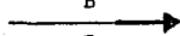
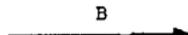
EVENTO FINAL



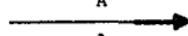
CADENA DE ACTIVIDADES :



Es precedente de



Es subsecuente de



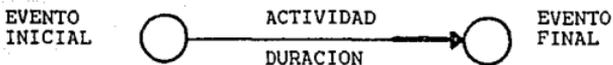
Depende de

2

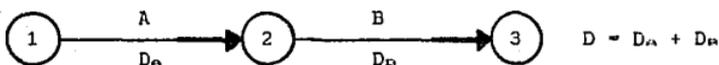
Evento final de \xrightarrow{A}
 Evento inicial de \xrightarrow{B}

CONSTRUCCION DE LA RED

Si consideramos que una actividad quede representada por :

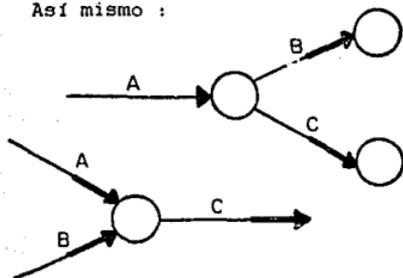


Una cadena de dos actividades se representa como se ilustra:
 el evento 2 en el final de A, pero también el inicial de B y la
 duración de la cadena = D



La actividad B podrá ejecutarse sólo si A ha sido concluida.

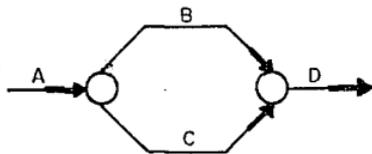
Así mismo :



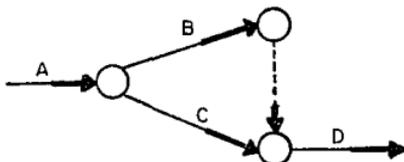
B y C pueden ejecutarse -
 de forma simultánea, para
 ello se requiere que A ---
 haya sido concluida.

C, depende de que A y B -
 hayan concluido.

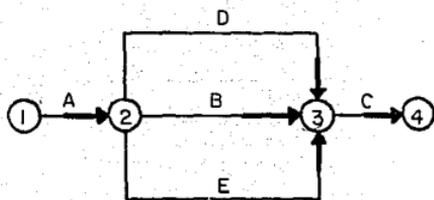
Tomar en cuenta las siguientes restricciones en la notación:



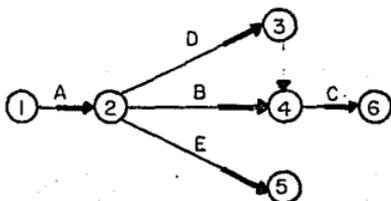
INCORRECTO



CORRECTO

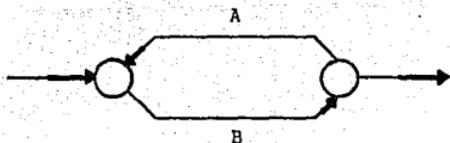


INCORRECTO

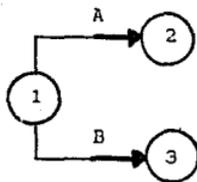
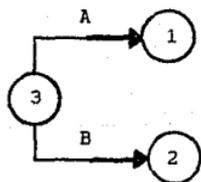


CORRECTO

No será posible la formación de circuitos tales como los que se ilustran :

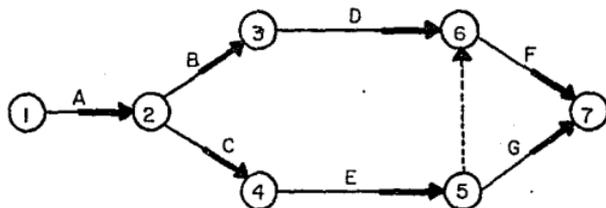


IMPOSIBLE



Los eventos serán numerados de tal forma que el numeral del evento final será mayor que el correspondiente al evento inicial.

Consideremos el siguiente diagrama :



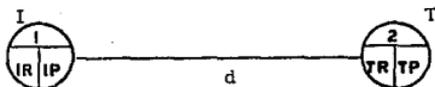
Las restricciones que quedaron expresadas son :

A	No depende de nada, precede a B y C
B - C	Dependen de A, B precede a D y C precede a F
D	Depende de B, precede a F
E	Depende de C, precede a F y G
F	Depende de C y E concurre de evento final del programa
G	Depende de E, concurre al evento final del programa

DETERMINACION DE LAS DEPENDENCIAS :

El procedimiento constructivo y las limitaciones en la disponibilidad de los recursos, son ejemplos de causas de dependencia, así por ejemplo, no podrá descimbrarse antes de colar; no podrá compactarse el tramo B, antes de compactar el tramo A, si solamente disponemos de un compactador.

Presentando un esquema de cómo se llevan a cabo las actividades en el desarrollo de una ruta crítica, tenemos :



donde:

- I = Evento inicial
- T = Evento final
- d = Duración de la actividad
- IP = Tiempo de iniciación más próximo
- IR = Tiempo de iniciación más remoto
- TP = Tiempo de terminación más próximo
- TR = Tiempo de terminación más remoto

Haciendo un resumen de lo antes expuesto, se puede concluir:

RUTA CRITICA .- Determina la longitud del proyecto y es el camino más largo entre los eventos inicial y final.
Debe haber por lo menos una ruta crítica a través de cualquier red.

REGLAS DE CRITICALIDAD

- Los tiempos primero de inicio y último de terminación en el evento inicial de una actividad, deben ser iguales.
- Los tiempos primero de inicio y último de terminación en el evento final de una actividad, deben ser iguales.
- El tiempo último de terminación del evento final de la actividad, menos el tiempo primero de inicio del evento inicial de la actividad, deberá ser igual a la duración de la actividad.
- Las actividades críticas no tienen holguras

HOLGURAS

Holgura de un evento, es el posible retraso que ese evento podría experimentar, sin causar retraso alguno a la duración total del proyecto.

HOLGURA TOTAL

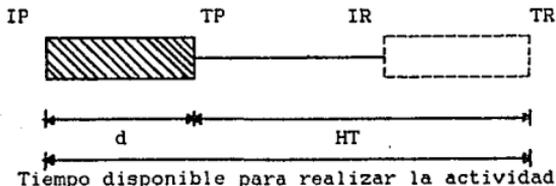
Tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifique la duración del proyecto.

$$HT = TR - IR - IP$$

HOLGURA LIBRE

Tiempo que puede desplazarse una actividad sin modificar la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena le siguen (casi no se emplea).

$$HL = TP - IP - d$$

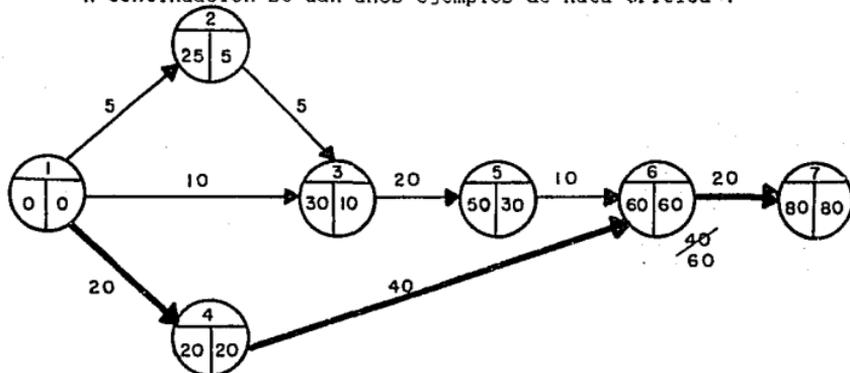


El uso de las holguras permite una distribución óptima de las actividades en función de la disponibilidad del personal, maquinaria, dinero, etc.

TABLA DE HOLSURAS

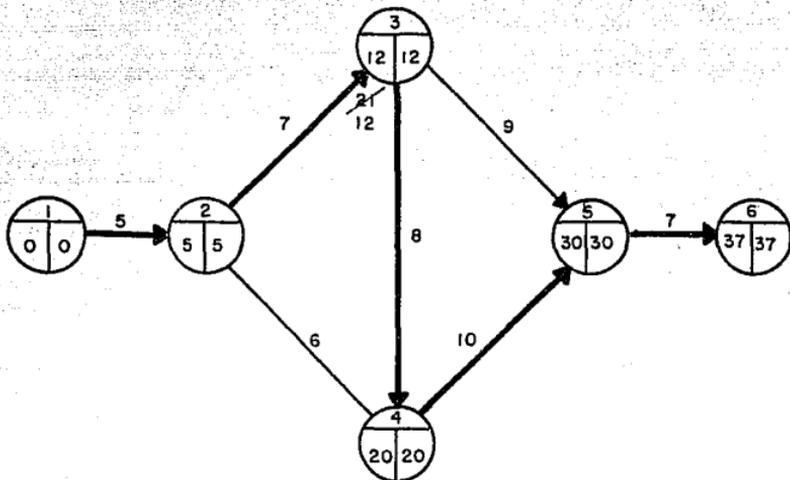
ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR=TR-d	TP=IP+d	TR	HT=TR-TP

A continuación se dan unos ejemplos de Ruta Crítica :

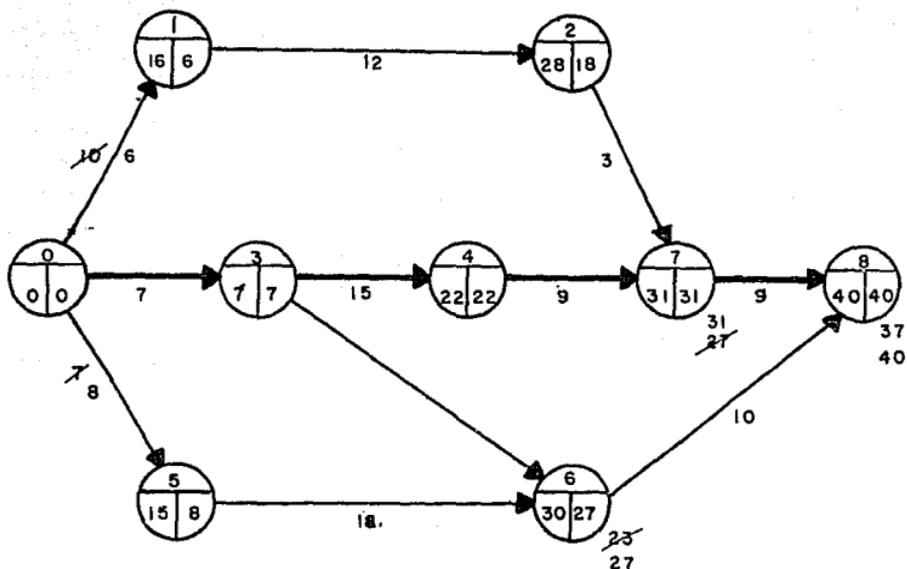


ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR=TR-d	TP=IP+d	TR	HT=TR-TP
1 - 2	5	0	20	5	25	20
1 - 3	10	0	20	10	30	20
(1 - 4)	20	0	0	20	20	0
2 - 3	5	5	25	10	30	20
3 - 5	20	10	30	30	50	20
5 - 6	10	30	50	40	60	20
(4 - 6)	40	20	20	60	60	0
(6 - 7)	20	60	60	80	80	0

El paréntesis en las actividades y el grueso de la línea, indican la Ruta Crítica.



ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR-TR-d	TP-IP+d	TR	HT-TR-TP
(1 - 2)	5	0	0	5	5	0
(2 - 3)	7	5	5	12	12	0
(2 - 4)	6	5	14	11	20	9
(3 - 4)	8	12	12	20	20	0
(3 - 5)	9	12	21	21	30	9
(4 - 5)	10	20	20	30	30	0
(5 - 6)	7	30	30	37	37	0



ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR-TR-d	TP-IP+d	TR	HT-TR-TP
0 - 1	6	0	10	6	16	10
(0 - 3)	7	0	0	7	7	0
0 - 5	8	0	7	8	15	7
1 - 2	12	6	16	18	28	10
(3 - 4)	15	7	7	22	22	0
3 - 6	20	7	10	27	30	3
5 - 6	15	8	15	23	30	7
2 - 7	3	18	28	21	31	10
(4 - 7)	9	22	22	31	31	0
(7 - 8)	9	31	31	40	40	0
6 - 8	10	27	30	37	40	3

II.5 RED BASICA DE ACTIVIDADES

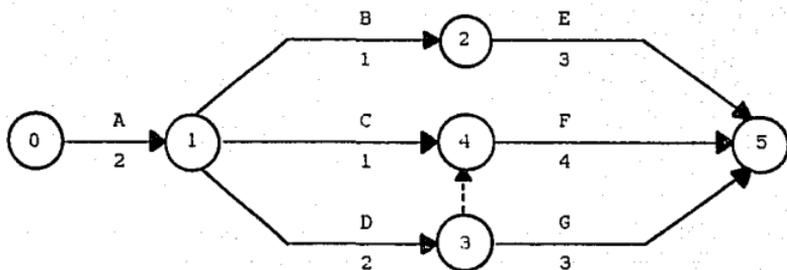
La construcción de la Red se hace mediante prueba y error. se recomienda observar los siguientes puntos :

- 1) Dibujar la red de acuerdo con las restricciones que se expresaron como precedencias o dependencias.
- 2) Leer la red para verificar que no se incluyó dependencias innecesarias.
- 3) Simplificar el dibujo eliminando actividades ficticias innecesarias.
- 4) Numerar los eventos de manera que el sentido de la flecha quede expresado por el valor absoluto de los numerales inicial y final; el número del evento final sera mayor que el del evento inicial.

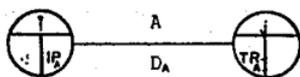
CALCULO DE LA RED

Considerar las siguientes condiciones y duraciones. Dibujar la red:

ACTIVIDAD	ACTIVIDADES PRECEDENTES	DURACION SEMANAS
A	-	2
B	A	1
C	A	1
D	A	2
E	B	3
F	C . D	4
G	D	3



NOTACION :



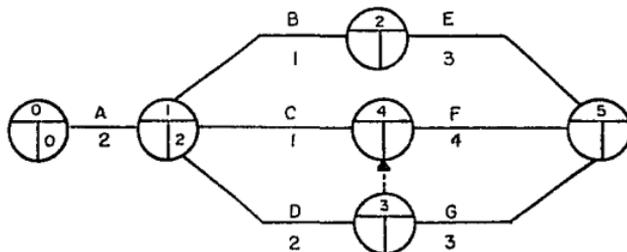
IP_A = Inicio próximo A

TR_A = Término remoto A

D_A = Duración A

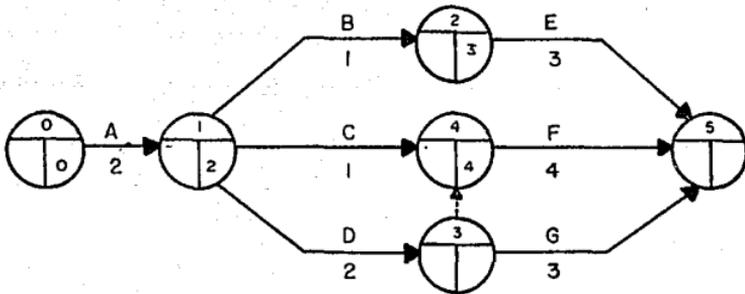
CALCULO DE LA INICIACION PROXIMA DE CADA ACTIVIDAD (IP)

El evento ① es el "arranque" del programa. consideremos que una vez iniciado empieza a contarse el tiempo, así la actividad A se concluye una vez transcurrida su duración, para este caso dos unidades de tiempo. En ese momento podrán iniciarse las actividades que dependen de A : B, C y D.



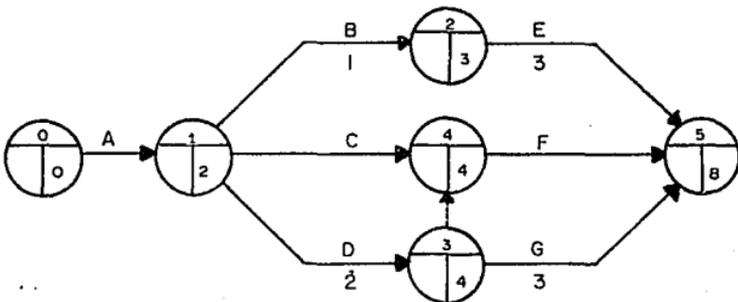
La actividad E. podrá iniciarse una vez concluida su precedente B; o sea :

Si B se inició a las 2 unidades de tiempo después de iniciado el proceso, B habrá concluido a la tercera unidad de tiempo : (2 + 1 = 3) y hasta entonces se podrá iniciar E.



Observemos el evento A : Siguiendo la cadena 0-1, 1-4, F se puede iniciar la 3a. semana, pero siguiendo la cadena 0-1, 1-3, 3-4, F podrá iniciarse una vez concluida la actividad 1-3, o sea a la 4a. semana .- dominando la 2a. restricción; deberá registrarse el 4 como iniciación próxima de la actividad 4-5.

Así la red. en cuanto a iniciaciones próximas quedará como sigue :



La cadena A - B - E dura : $2 + 1 + 3 = 6$

La cadena A - C - F dura : $2 + 1 + 4 = 7$

La cadena A - D - G dura : $2 + 2 + 3 = 7$

La cadena A - D - F dura : $2 + 2 + 4 = 8$

La duración de la obra es de 8 semanas.

La cadena A - B - E termina 2 semanas antes por lo tanto se dice que tiene 2 semanas de holgura. Si se alargara en 2 semanas su duración no se modificaría la duración de la obra, pero esto solamente podría ocurrir excluyendo a la actividad A, que también pertenece a la cadena más larga (A, D, F).

Lo anterior equivale a que :

- 1) B. se inicie con retraso 2 semanas
- 2) B. puede durar 3 semanas en cuyo caso la duración de esta cadena sería :

$$2 + (1 + 2) + 3 = 8$$

Perdiéndose la holgura de la cadena o bien, a cambio de lo anterior :

- 1) Que E se inicie la semana 5
- 2) Que E dure 5 semanas

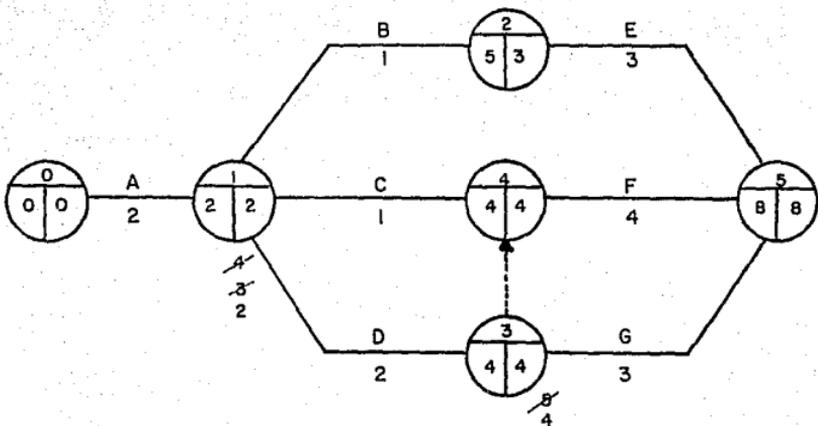
CALCULO DE LA TERMINACION REMOTA (TR)

En el último evento (5), observamos que no tiene sentido hablar de inicio de alguna actividad, puesto que ya no la hay. Sin embargo hemos encontrado que la duración de la obra es de 8 semanas, lo que también significa que aquellas actividades que en el momento terminan no tienen oportunidad de hacerlo después, esto significaría un alargamiento del programa; por lo tanto hemos encontrado la terminación remota de las actividades E, F y G.



Si a esta cantidad restamos la duración de cada actividad habremos encontrado la terminación remota de cada actividad precedente.

Entonces :



- 6 (A - B - E)
- 7 (A - C - F)
- 7 (A - D - G)
- 8 (A - D - F)

En el evento 3 la terminación remota de D podría ser :
 $8 - 3 = 5$ ó bien 4 ya que la duración de la actividad 3-4, vale
 cero. Se elegirá el menor número posible. Lo mismo ocurre en el
 evento 1

Algunos problemas que se presentan en la vida cotidiana se
 pueden modelar como una red, por ejemplo :

- 1.- En el Sistema de Transporte Colectivo, las estaciones
 son los eventos y las líneas del metro la actividad.
- 2.- En las rutas de los aviones, las ciudades son los
 eventos y las trayectorias la actividad.
- 3.- El sistema de ejes viales.
- 4.- El sistema de comunicaciones telefónicas
- 5.- El sistema de transporte por carreteras, etc.

II.6 PROGRAMACION DE LA OBRA EN BASE A LA RED DE ACTIVIDADES. DIAGRAMA DE BARRAS.

PROGRAMA DE OBRA

- 1) Actividades de un proceso productivo son los trabajos que constituyen al proceso.
- 2) Planeación de un proceso productivo: es el conjunto de decisiones que deben adoptarse para realizar en el futuro, a fin de obtener el resultado deseado de la manera más eficiente posible.
- 3) Programación de un proceso productivo: es el ordenamiento de las actividades del proceso de modo que, tomando en cuenta la naturaleza misma del proceso y sus restricciones, éste ocurra de la forma deseada.

METODOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE PROYECTOS

Referencia histórica :

- 1) Experiencia e intuición (antes de 1870)
- 2) Taylor.- Primeros estudios de tiempo y movimiento (1870)
- 3) Diagrama de Gantt (1915)
- 4) Diagrama de flechas y Ruta Crítica (1958)
- 5) Combinación de diagramas de flechas y estadísticas (1963)

DIAGRAMAS DE BARRAS O DE GANTT

Hace varias décadas, los gerentes de construcción planeaban sus operaciones, y luego hacían sus seguimientos en la mejor forma posible, valiéndose de gráficas de barras.

Un gráfico de barras tiene una barra lineal para cada operación o actividad. La longitud de cada barra es proporcional al tiempo requerido para ejecutar la operación. Teniendo una escala de calendario paralelo a las barras, el gráfico muestra las fechas planeadas para la iniciación y la terminación de cada operación .

Para su elaboración se sigue la siguiente metodología :

- a) Se determinan las actividades en que se desea descomponer el proceso. Se define la duración de cada actividad.
- b) Se eligen las restricciones a observar.
- c) Se ordenan las actividades y se produce el dibujo.

La D (duración) depende de :

- Tipo de obra
- Cantidad de obra
- Procedimientos de construcción
- Factores de dependencia

VENTAJAS

- a) Se presenta una representación muy útil y de lectura rápida que facilita el seguimiento del proceso.
- b) Permite la representación de avances, mediante el uso de una doble barra para registrar gráficamente los obtenidos, facilitando la interpretación del estado de la obra al día de la revisión.

DESVENTAJAS

- a) No se facilita el uso de un gran número de actividades dificultándose la representación de actividades de segundo orden.
- b) se dificulta la interpretación de las restricciones (espacio, recursos disponibles, procedimientos de construcción, etc).
- c) La dependencia de una actividad con relación a otras, no es fácil representarla.
- d) No se detectan aquellas actividades de las cuales depende la duración del proyecto.

↖ ↗
↔ Fecha de la revisión

Concepto	1991			1992		AVANCE %	OBSERVACIONES
	OCT	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.		
1 A	██████████					100	Se inició con retraso.
	██████████					100	Se concluyó con retraso.
2 B	██████████					100	Se inició y
	██████████					100	concluyó a tiempo.
3 C		██████████				60	Atraso:
		██████████				20	40 %
4 D		██████████				30	Adelante
		██████████				40	10 %
5 E				██████████		0	No se inició
				██████████		0	por programa.
6 F				██████████		0	Debe iniciarse
				██████████		0	de inmediato.

↖ ↗
↔

De la información obtenida podemos hacer las siguientes preguntas :

- 1.- ¿ Qué efecto ha tenido el hecho de que la actividad A se haya iniciado tardíamente ?
- 2.- ¿ Cómo podemos poner en programa la actividad " C " ?
- 3.- ¿ Qué ocurrió que permitió el adelanto de la actividad " D. " ?
¿ Estaba bien programada ?
- 4.- ¿ A pesar de las desviaciones observadas, será posible concluir los trabajos en el tiempo previsto ?

La respuesta a estas interrogantes se facilita mediante el método de la ruta crítica (CPM).

II.7 DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR LA OBRA.

Teniendo ya un conocimiento conveniente del Proyecto y de las particularidades del medio ambiente donde se va a desarrollar, podemos establecer el PO (programa de obra) en planta.

El PO en planta debe descomponerse en dos PO parciales :

- a) El PO en planta, que llamaremos próximo (POP), en el cual se establecerá la organización en planta en la obra propiamente dicha.
- b) El PO en planta, que llamaremos lejano (POL), en el cual se establecerá la organización en planta en la región natural en que se realiza la obra.

El POP, utiliza los datos del proyecto realizando un cuidadoso estudio de todas las posibilidades, determinando el número y lugar de cada uno de los elementos auxiliares necesarios, tales como silos, almacenes, número y sitio de las revolventoras, grúas montacargas, palas, lugar y tamaño de las tomas de energía (transformadores depósitos de combustibles), número de obreros y categorías laborales de los mismos, accesos más convenientes, señalización de éstos, aprovisionamiento de agua.

Para establecer el POL, se emplea un plano de la región (hojas del Instituto Geográfico a escala 1:50 000 son convenientes). Aún teniendo conocimiento de la región, es conveniente utilizar un plano.

Se fija en éste los puntos de aprovisionamiento de materiales (tales como canteras, gravas, arenas, etc.), los caminos utilizables desde éstos a la obra, anotando el estado y tipo de las vías de comunicación, la posible necesidad de realizar obras en las mismas, como refuerzo de puentes, etc., los lugares donde es posible obtener mano de obra, distancia de las estaciones de ferrocarril a la obra y posibilidad de establecer almacenes reguladores en las mismas.

Es muy importante conocer el domicilio de los funcionarios de la Administración del Estado y local de los que debemos obtener autorizaciones, permisos y licencias (obras Públicas, Industria de Minas, etc). Asimismo conocer el domicilio de las oficinas de las Empresas suministradoras de electricidad y agua, lugar de los surtidores de combustible y talleres de reparación de maquinaria.

Por último, informarnos de los establecimientos bancarios existentes en la región y escoger el más apropiado para operar con él, estableciendo los contactos personales precisos.

Es conveniente, si el volumen y circunstancias de la obra lo permite, contratar los servicios de algún residente en la región, con extensos conocimientos y don de gentes, para realizar las gestiones necesarias, o acompañar e introducir al personal de la Empresa Constructora ante los funcionarios correspondientes. Este pequeño gasto puede evitar muchos entorpecimientos en el desarrollo de la obra.

DETERMINACION DE LAS CANTIDADES DE MATERIALES Y RITMOS DE COMPRAS.

Partiendo de la medición de cada unidad, consignada en el Presupuesto y Mediciones, y teniendo en cuenta, si los hay, la descomposición del precio que figura en los Precios Descompuestos, o sino, utilizando datos que figuran en todos los libros sobre valoración de obras, es fácil obtener las cantidades de materiales necesarios para realizar determinada unidad.

Supongamos que en determinada obra, la medición de la unidad m^3 de concreto de grava de 200 kg de cemento / m^3 en relleno de zanjas cimentación, asciende a 280 257 m^3 .

La determinación de las cantidades de cada material que integra la unidad se realiza casi inmediatamente :

CEMENTO :

280 257 X 200	=	56 051.400
5 % de pérdidas	=	2 802.570
		<hr/>
TOTAL	=	58 853.970 Kg

Si recibimos el cemento en sacos de 50kg, necesitaremos :

58 853.970	-	1 177.08 sacos
<hr/>		
50		

Es decir, necesitaremos 1 178 sacos de cemento.
Análogamente :

ARENA :

280 257 X 0.8	=	224.205 m^3
10 % de pérdidas	=	22.421 m^3
		<hr/>
TOTAL	=	246.626 m^3

La arena se recibe en camiones, de capacidad que oscila entre los 2 y 3 m³. Necesitaremos, en el peor de los casos :

$$\frac{246.63}{2} = 123.31 \text{ camiones}$$

Es decir, 124 camiones, si utilizamos los de 2 m³ ó 83 si son de 3 m³.

GRAVA :

$$\begin{array}{rcl} 280 \ 257 \times 0.4 & = & 112.103 \text{ m}^3 \\ 5 \% \text{ de pérdidas} & = & 5.605 \text{ m}^3 \\ \hline \text{TOTAL} & = & 117.708 \text{ m}^3 \end{array}$$

Andógamente a la arena, necesitaremos :

$$\frac{117.71}{2} = 58.86 \quad ; \quad \frac{117.71}{3} = 39.2$$

Esto es, 59 camiones de 2 m³ o bien 40 de 3 m³.

Es evidente que, normalmente, no podemos almacenar en obra las cantidades totales de cada material, pues no dispondremos de espacio necesario. Tenemos que calcular las necesidades de suministro diario y establecer una pequeña reserva de cada material para evitar que fallas en el suministro interfieran en la marcha de la obra.

Supongamos que, en la unidad que estudiamos hemos organizado la obra de la siguiente manera :

Disponemos de 2 revolvedoras, de 180 litros cada una. Suponiendo una capacidad útil de 120 lts y que se realizan 20 amasados / hora, fabricaremos en jornada de 8 horas :

$$2 \times 120 \times 8 \times 20 = 38 \ 400 \text{ litros} = 38.40 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Por consiguiente, realizaremos la obra en :

$$\frac{280 \ 257}{38.40} = 7.3 \text{ jornadas}$$

Los materiales por jornada de 8 horas, serían :

CEMENTO :

1 177.08 - 161 sacos = 8 050 kg
7.3

ARENA :

246.63 - 33.8 m³
7.3

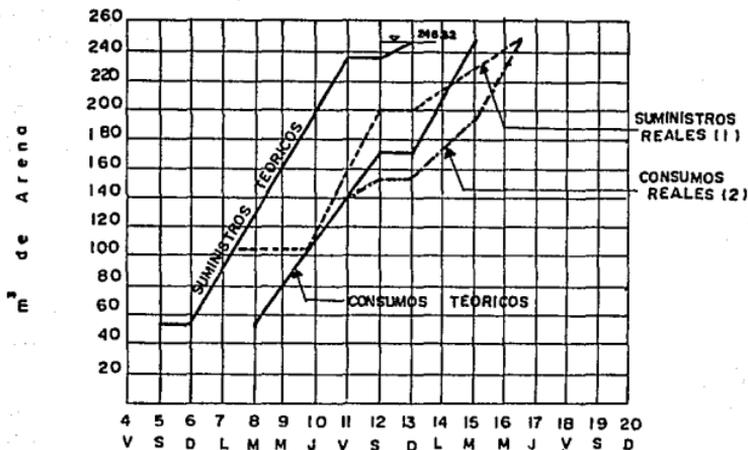
GRAVA :

117.71 - 16.1 m³
7.3

Es prudente establecer una reserva que permita trabajar dos jornadas sin suministros. Si la ejecución de la unidad empieza el día 8, debemos empezar a realizar acopios dos días antes, es decir, el día 6, sino hay entre el día 8 y el 6 una fiesta, en cuyo caso debemos empezar los acopios el día 5.

En la figura II.7.1 se representa gráficamente el suministro y consumo de arena. El suministro comienza el día 5. El gráfico muestra que en el día 5 (sábado) las existencias de arena en obra es de 33.8 m³. Durante el día 6 (domingo) no hay suministro y las existencias continuaban siendo de 33.8 m³. Prosigue el suministro hasta el día 12 en que la cantidad suministrada alcanza 236.60 m³. El día 13, la curva de suministro es horizontal (es domingo y no hay suministro) y el día 14 acaba el suministro de los 246.62 m³. El consumo de arena comienza el día 8, consumiéndose diariamente 33.8 m³. La diferencia de ordenadas entre las curvas (que en este caso particular son rectas) de suministro y consumo es la existencia de arena en obra.

El gráfico nos muestra que tal como hemos previsto, la existencia es constante e igual a 2 X 33.8 m³, hasta el día 14 en que se termina el suministro, alcanzándose los 246.62 m³. Ese día la existencia en obra es de 246.62. (De 8 a 14) 6 X 33.8 = 48.62 m³, como nos indica el gráfico. Durante el día 15 se consume 33.8 m³ y la fabricación termina a las 2 horas de empezado el trabajo el día 16, en que se consumen los 10.02 m³ restantes.



Supongamos que en la ejecución de la obra, se producen las siguientes incidencias :

- a) Interrupción de suministro el día 9 que dura hasta el día 10. Durante esos 2 días, agotamos las existencias. Para seguir la fabricación tenemos que forzar el suministro (1).
- b) El día 12 se avería una de las revolvedoras. La curva de consumo (2) disminuye su pendiente a la mitad de lo previsto. El día 16 se reanuda el funcionamiento de la revolvedora estropeada, recobrando la curva de consumo la pendiente primitiva, terminándose la fabricación a las 6 hr de trabajo del día 17.

Vemos así la utilidad de éste gráfico. Si tenemos el gráfico teórico (trabajo que nos llevará 5 min. y una hoja milimétrica), podemos hacer frente a cualquier incidente, reaccionar y tomar la decisión oportuna. En este caso, hemos determinado rápidamente el incremento de suministro que necesitamos para realizar la obra.

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE MANO DE OBRA NECESARIA.

De igual forma que en la determinación de las cantidades de materiales, podemos determinar la cantidad y calidad de mano de obra necesaria para realizar una unidad determinada.

Utilizando la misma unidad de obra, podemos establecer las siguientes necesidades de personal.

En cada revolvedora, necesitaremos 3 obreros : 1 peón especialista, encargado del manejo de la revolvedora y 2 peones ordinarios encargados del suministro de agregados a la misma.

Para colocar el concreto (transporte, vertido, apisonado o vibrado) el personal necesario variará con el método empleado. Si el transporte se realiza con carretilla, haremos las consideraciones siguientes :

- Cada hora tendremos que colocar 120 X 20 lts = 2 400 lts
- Se estiman necesarias (para una distancia media de 15 m) 6 hr de peón por m³ de concreto. Es decir, cada peón puede colocar, en 1 hora :

$$\frac{1}{6} = 0.16 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Necesitaremos, por tanto :

$$\frac{2.4}{0.16} = 15 \text{ peones}$$

Suponiendo que el apisonado se realiza con barra, admitiremos 2 peones especialistas más para realizar éste cometido. Tendremos en total : 3 peones especialistas y 17 peones ordinarios, por cada revolvedora, durante las 7.3 jornadas que dura la colocación del concreto, en total, 6 peones especialistas y 34 peones ordinarios (esto es porque se tienen 2 revolvedoras)

La disposición y el lugar de las revolvedoras puede ser la de la figura II.7.2, en la que se representa la planta de las zanjas donde se colocará el concreto y el sitio de las revolvedoras. El lugar de éstas se determina de forma que el recorrido medio de las carretillas no supere los 15 m. Para recorridos medios superiores, no resulta económico este método de colocación, sino se dispone de mano de obra muy barata.

Si en lugar de colocar el concreto con carretilla, disponemos de una grúa, en el lugar donde indica la figura II.7.2, el personal necesario se reduce notablemente. Necesitaremos en éste caso, el personal encargado del manejo de las revolvedoras (2 peones especialistas + 4 peones ordinarios) el personal encargado del apisonado (4 peones especialistas) más 1 oficial de 1a. y 1 ayudante, encargados del funcionamiento de la grúa, en total :

6 peones especialistas, 4 peones ordinarios, 1 oficial de 1a. y 1 ayudante.

Es decir, 12 obreros contra 40 en el caso anterior.

Pero un análisis más detallado de este caso nos muestra que es posible reducir más el número de obreros. En efecto; en este caso es más conveniente utilizar una sola revolvedora, pues la capacidad de carga de la grúa superará el peso de cada amasado (aprox. $0.120 \times 2 \times 500 = 300 \text{ kg}$) y no utilizaremos la grúa a su máximo rendimiento. Será mucho mejor utilizar en lugar de 2 revolvedoras de 180 litros, una revolvedora de 300 lt. que puede producir en cada amasado 240 lt. de peso 600 kg.

En este caso, el personal necesario sería :

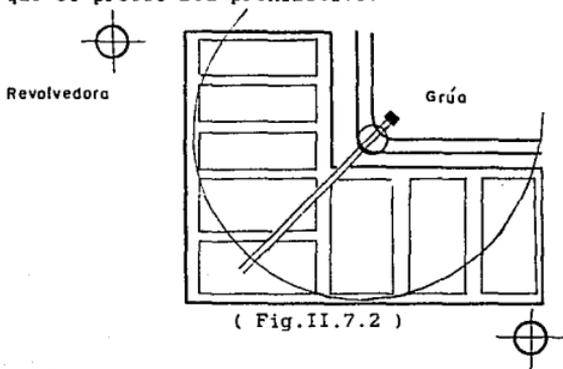
- Revolvedora : 1 peón especial y 2 peones ordinarios.
- Grúa : 1 oficial de 1a. y 1 ayudante.
- Apisonado : 4 peones especialistas.

En total : 2 peones ordinarios, 5 peones especialistas, 1 ayudante y 1 oficial de 1a.

La cantidad de mano de obra necesaria está íntimamente ligada con los métodos de ejecución y que varía entre amplios márgenes (de 40 peones a 7 peones, 1 oficial y 1 ayudante).

La elección de un método determinado de colocación está determinado por varios factores, circunstancias ajenas a la organización de la Empresa Constructora; otros, íntimamente ligados a la organización y estructura económica de la Empresa Constructora.

Entre los primeros figurarán el grado de desarrollo de la comunidad en que la Empresa Constructora se desenvuelve. Una comunidad desarrollada tendrá mano de obra escasa y cara y otra insuficientemente desarrollada tendrá mano de obra sin especializar, abundante y barata. En este último caso será difícil conseguir maquinaria de la calidad, característica y precio adecuados, teniendo que recurrir a la importación, pudiendo ocurrir que el precio sea prohibitivo.



(Fig.II.7.2)

Existe otro factor, para determinar el método de colocación: este factor es el plazo de ejecución. Si la Empresa Constructora no puede utilizar el método de colocación que el plazo le exige, no podrá realizar la obra. La actitud del gerente de la empresa constructora en este caso, cabe ser considerado, si el tamaño de la empresa que dirige (es decir, su capital) es el apropiado.

MAQUINARIA

El POP nos determina el número y tipo de maquinaria de obra necesaria para realizarlo. Para establecer el POP, habremos necesitado las características técnicas de la dsitinta maquinaria (consumos, capacidades, rendimiento, etc). Ahora bien, en el estudio del POP podemos elegir una máquina cualquiera de dos maneras :

- 1) La empresa posee ya la máquina y se considera que sus características nos permite su inclusión en el POP.
- 2) La realización del POP obliga a la utilización de una máquina que no figura entre las que posee disponible la empresa.

En el caso 1).

La empresa ha invertido un cierto capital en la máquina, que debe amortizar. Esta operación no consiste en devolver el capital empleado, como se cree, sino tomar las disposiciones necesarias para que la empresa pueda reponer la máquina que se amortiza.

Si adquirimos una máquina cualquiera en una fecha determinada, el precio de la misma o de otra que pueda sustituirla por tener características análogas, en fecha posterior habrá aumentado.

Una manera de tener en cuenta la variación del precio de adquisición, es el siguiente :

Sea V_0 el precio de adquisición en el año t_0 ; V el precio de adquisición en el año e , entonces :

$$V = V_0 \times K$$

Siendo;

$$K = 0.50 \frac{S}{S_0} + 0.50 \frac{M}{M_0}$$

donde :

S_0 es el nivel de salarios en el año t_0

S es el nivel de salarios en el año t

M_0 es el nivel de precios de materiales en el año t_0

M es el nivel de precios de materiales en el año t

Por ejemplo, en el año 1990, el precio de adquisición de un camión de volteo de 8 m³ era de N \$ 89 800.00 . Para estudiar la amortización en el año 1993, calcularemos el precio de adquisición de la siguiente manera.

Por datos estadísticos, se estima que si en 1990

So = 100 ; Mo = 100 . En 1993 S = 170 ; M = 185

$$\text{Entonces : } K = 0.50 \frac{170}{100} + 0.50 \frac{185}{100} = 0.85 + 0.93 = 1.78$$

El precio actual de adquisición será :

$$V = 1.78 \times N \$ 89 800.00 = N \$ 159 844.00$$

Naturalmente, si tenemos conocimiento del precio actual del camión o de otro que pueda sustituirlo, debemos utilizar este dato, en lugar de realizar la estimación anterior. Las cantidades calculadas para amortización deben ingresarse en un fondo destinado a la adquisición de nuevo material. Para esto conviene llevar una cuenta por máquina en la que se refleja las sucesivas amortizaciones.

En el caso 2)

La empresa puede adoptar dos decisiones, comprar la máquina o alquilarla. Si se opta por la compra, se tendrá que pensar si la máquina va a poder amortizarse en un tiempo prudencial, si se puede vender a la terminación de la obra a un precio conveniente.

Si se opta por el alquiler, basta dirigirse a las empresas que se dedican a este ramo y obtener las mejores condiciones de alquiler.

En general, la empresa debe poseer maquinaria propia, aunque no toda la necesaria y alquilar la que necesite.

La empresa debe evitar que los períodos de utilización de la maquinaria (propia o alquilada) sufran interrupciones grandes, pues éstas alargan la amortización de la maquinaria propia y encarecer el costo de la alquilada.

ACOMETIDAS, ENERGIA ELECTRICA Y AGUA.

Se debe establecer en el POP las necesidades de energía eléctrica y agua y prever las redes provisionales de distribución y los puntos de acometida, si existen. Se debe procurar la utilización de la energía eléctrica, pues los motores eléctricos tienen un gasto de utilización inferiores a los de gasolina.

A veces, la acometida hay que hacerla a una línea de alta tensión y, una vez conocida la potencia necesaria, instalar un transformador adecuado.

Hay que prever, las necesidades de alumbrado nocturno, estableciendo puntos de luz que faciliten la labor de inspección nocturna. También a veces, es necesario iluminar los carteles - anuncios de obra.

Se establecerán los puntos donde puedan enchufarse los motores, colocando postes adecuados y estudiando los circuitos más convenientes.

Respecto a la red de agua, para evitar la construcción de una red con secciones excesivas, establecer depósitos o albercas dónde almacenar agua. Este es el caso de una obra fuera del casco urbano, pues dentro de éste se suele disponer de caudal necesario. A veces, fuera del casco urbano, hay que practicar pozos, siendo indispensable realizar análisis del agua para tener la seguridad de la posibilidad de su utilización (hay que evitar aguas excesivamente duras, o bien contaminadas).

II.8 ASIGNACION DE RECURSOS A LA RED DE ACTIVIDADES. PROGRAMA DE SUMINISTROS.

Con el diagrama de barras, se han optimizado los tiempos de ejecución y se han respetado aquellas restricciones involucradas en el proceso constructivo, de recursos disponibles, etc. Pero la asignación o distribución de recursos requeridos para la ejecución de las actividades de un proyecto dependen de numerosos factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes :

- a) Número de unidades en que pueden medirse las actividades.
- b) Duración del proyecto.
- c) Métodos de ejecución.
- d) Número de actividades que pueden ejecutarse por unidad de tiempo; ciertos grupos básicos de trabajo integrados por determinado personal y equipo.
- e) Espacios y servicios requeridos para cada grupo básico de trabajo.

Teniendo factores como los mencionados y fijada una duración " crítica o no crítica ", es posible elaborar una lista de recursos necesarios y determinar la intensidad requerida para cada uno de ellos.

No obstante, como los recursos deben de estar de acuerdo con los ingresos y egresos del proyecto, en muchas ocasiones se llegan a presentar situaciones de falta de dinero. Esto se debe principalmente a las concentraciones de inversiones fuertes, las cuales sobrepasan las cantidades disponibles.

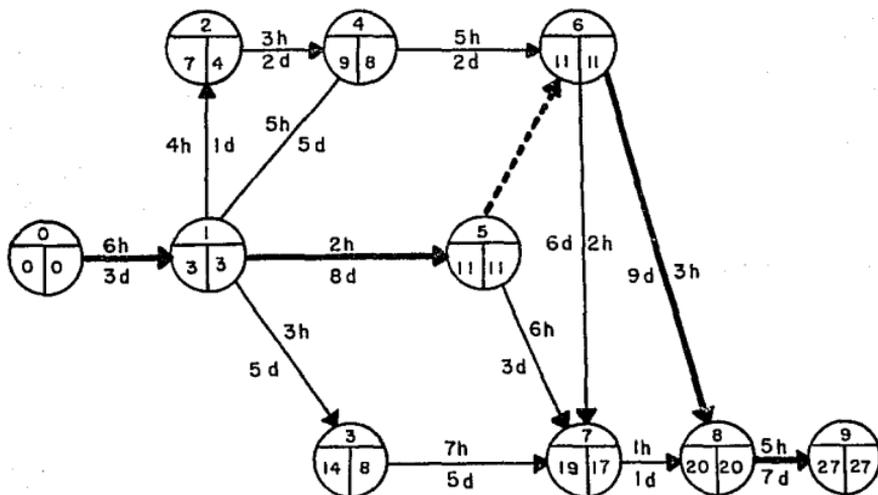
Si se hace un balance lógico de recursos, de acuerdo con las holguras disponibles, es muy posible llegar a prever anticipadamente las cantidades de recursos requeridos, así como también cuando éstos sobran en el proyecto; sobre todo en lo que se refiere a personal y equipo.

En el diagrama de barras, éstas representan a escala la duración de cada actividad, pero también pueden representar a cada uno de los recursos. Pueden expresarse en términos de dinero, de obreros (en cada una de sus especialidades), de diversos tipos de máquinas, etc.

Si en cada espacio de tiempo anotamos el recurso que queremos analizar, podrán totalizarse sumando todo lo que requiere cada actividad que se ejecute en forma simultánea en el mismo período de tiempo y si su distribución a lo largo de la ejecución no es satisfactoria haremos los corrimentos o alargamientos de las actividades que lo permitan (de acuerdo con las reglas para uso de las holguras) hasta obtener la mejor distribución, evitando picos en las necesidades o logrando hacer el mismo trabajo con un menor número de máquinas, mejor utilizadas, evitando así entradas a ellas a la obra por periodos cortos de tiempo.

No siempre se logran evitar algunas variaciones en la distribución de los recursos, que dando esta posibilidad limitada por la estructuración de las holguras.

Ejemplo : Dada la siguiente red, dibujar el diagrama de barras y hacer la nivelación de recursos.



h.- hombres
d.- duración

ACTIVIDAD	DURACION (días)	IP	TP	IR	TR	HT	HL	CRITICA
0-1	3	0	3	0	3	0	0	X
1-2	1	3	4	6	7	3	0	
1-3	5	3	8	9	14	6	0	
1-4	5	3	8	4	9	1	0	
1-5	8	3	11	3	11	0	0	X
2-4	2	4	6	7	9	3	2	
3-7	5	8	13	14	19	6	4	
4-6	2	8	10	9	11	1	1	
5-6	0	11	11	11	11	0	0	X
5-7	3	11	14	16	19	5	3	
6-7	6	11	17	13	19	2	0	
6-8	9	11	20	11	20	0	0	X
7-8	1	17	18	19	20	2	2	
8-9	7	20	27	20	27	0	0	X

Una representación útil para el balanceo de recursos es el diagrama de proyecto : Consiste en dibujar la red a escala, primero usando solamente las holguras libres.

Como primer paso, dibujar la ruta crítica, las actividades ficticias se dibujan verticales.

A continuación se dibujan todas las cadenas, cuidando no omitir ninguna.

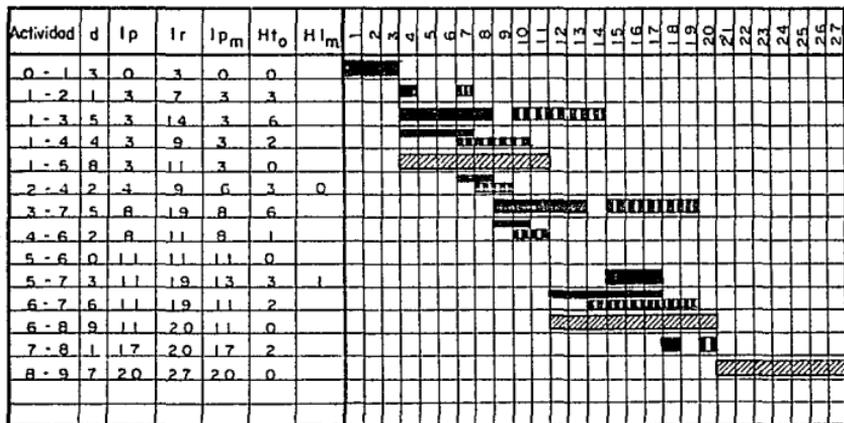
Dibujar a línea llena la Duración y la Holgura Libre con una línea discontinua. (Fig.II.8.1)

Distribución de personal, usando solamente algunas holguras libres :

Actividad 2-4 : HL = 2 ; se usó toda
5-7 : HL = 3 ; se usaron 2 días

(Ver Gráfica II.8.4)

Si la distribución de recursos ya nos satisface, conviene dibujar el diagrama de barras, (Fig.II.8.5) iniciando las actividades en IPM : Inicio Próximo Modificado, que se ha tomado del diagrama de obra. La HT, en aquellas actividades desplazadas pudo modificarse, tal es el caso de las actividades 5-7 y la Holgura Libre, se modificó en las actividades desplazadas durante el balanceo de recursos.



PROGRAMA DE SUMINISTROS

Un programa, es una lista o diagrama de los tiempos esperados o predichos de iniciación y de terminación de todas las actividades del proyecto. Es el programa lo que muestra cuáles recursos han sido ya usadas, o cuándo se van a usar. Más aún, el programa no puede violar la secuencia necesaria de las actividades del proyecto.

El proyecto, se produce, realmente, a partir del plan. La diferencia entre el plan de operaciones y el programa, es la diferencia entre la necesidad y su satisfacción; esto es, la asignación de recursos.

Si los recursos están disponibles sin límite, la dificultad de programación es trivial ya que puede establecerse que todas las actividades se inicien en su tiempo de iniciación más próximo. Pero si los recursos están algo restringidos debemos determinar, entonces, el tiempo de iniciación programado, que puede ser diferente del tiempo de iniciación más próximo en muchas de las actividades del proyecto.

La duración real del proyecto y los posibles tiempos de iniciación, dependen de los recursos disponibles en un momento dado durante el transcurso del proyecto.

LOS SUMINISTROS O ABASTECIMIENTOS

Se llaman suministros, o abastecimientos, a todas las adquisiciones de materiales y servicios, destinados a la fabricación de los productos y al funcionamiento de las máquinas, los talleres, los laboratorios y las oficinas. Por lo general se consideran tres clases de suministros :

- 1) Materia prima
- 2) Materiales auxiliares y
- 3) Los servicios

Como todo esto cuesta y se emplea en la producción de artículos debe estabilizarse cuidadosamente, ya que entrará a formar parte del costo total del esfuerzo productivo.

- 1) Materia prima : Es todo material que entra a formar parte del producto elaborado.
- 2) Materiales auxiliares : Son aquellos que, sin ser parte del producto, se consumen en el proceso de su fabricación, como ocurre con los combustibles y lubricantes de las máquinas y con los diversos materiales que se emplean en los laboratorios, talleres y oficinas.

3) Servicios : Son la energía eléctrica, agua corriente, etc.

El renglón de suministros o abastecimientos es un factor de operación cuya importancia no es necesario encarecer. Su función dinámica consiste en proporcionar, a la empresa, una corriente constante de materiales y servicios, de calidad y precio convenientes a fin de no detener el proceso de la producción, ni disminuir la calidad de los productos.

Toda empresa debe contar con una política de compras, cuya tarea es la de cuidar la calidad, cuantía, costo y origen de los materiales y servicios que se adquieran, el ritmo de las adquisiciones y los métodos de compra.

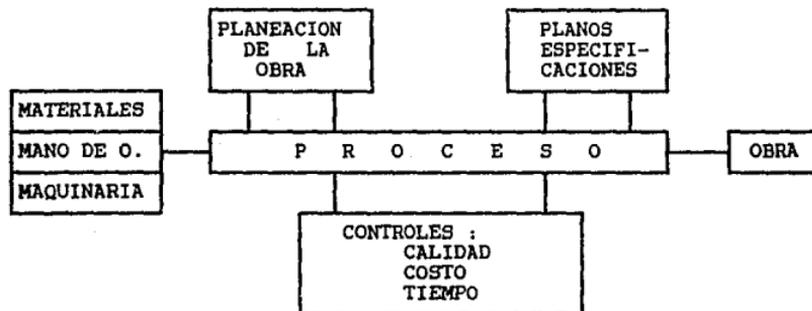
II.9 OPTIMIZACION DE RECURSOS

El proceso constructivo es el conjunto de trabajos que es necesario efectuar para producir una obra.

Un proceso constructivo funciona como una caja negra cuyas entradas son los recursos y que queda gobernada por :

- Planeación del proceso
- Planos y especificaciones
- Controles del proceso

De esta forma se podrá producir la obra, tal como se estableció en el proyecto, calidad, costo y tiempo deseados.



* PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

Definición del tiempo de ejecución
Programas de obra; de suministro de los recursos
Programas financieros, organización, etc.

Planear en que tiempo habrá de concluir la obra es de hecho programarla y al mismo tiempo establecer los elementos para el control del programa.

Si consideramos una obra desde tres puntos de vista :

Planeación
Ejecución
Control

Notaremos que el programa figurará diferente enfoque en cada una de ellas :

Para el que planea la obra es en sí un producto. Aquí se distinguen diferentes niveles de enfoque que van desde la macroplaneación hasta la de detalle.

Durante la ejecución de la obra, el seguimiento del programa es una de las actividades que requieren del constructor una atención constante. Es en sí una agenda de actividades a cumplir, prácticamente, a diario incluye suministros oportunos de materiales, llegadas y salidas de equipo y de personal y un aspecto fundamental para el logro exitoso de la obra, desde el punto de vista económico, que los tiempos se cumplan sin reducciones al rendimiento previamente adoptado en los precios unitarios.

Para quien controla el proceso, el programa es el documento que le permite observar si ocurren desviaciones. Del juicio que resulte se tomarán decisiones importantes que retroalimentan al proceso y que pueden modificar algunos parámetros usados para planear, y quizá llegar hasta la necesidad de adaptar procedimientos de construcción, proyectos, etc., en algunos casos las reducciones en duración para recuperar atrasos, pretendiendo conservar la fecha de terminación, nos llevan a tales rendimientos requeridos, que puede modificar el costo de la obra.

Esto ocurre cuando los rendimientos por programa son substancialmente distintos a los considerados en el presupuesto de la obra.

El proceso constructivo marca la secuencia de las actividades que se incluyen en una red; la duración de cada actividad y del proyecto es determinada por los recursos que sean asignados. En los problemas de ruta crítica, se ha tomado la duración de las actividades como un dato del problema y por consiguiente, no se debe perder de vista, ya que dicha duración se determina en función del volumen de obra por ejecutar y de los recursos utilizados. Si se tiene por ejemplo : 1000 m³ de excavación y se tienen los siguientes recursos :

1er. Caso : Cuadrilla de 5 personas con rendimiento de 4 m³ X
jornal c/u, sería 5 X 4 = 20 m³ / día; el tiempo de
ejecución es :

$$\frac{1000 \text{ m}^3}{20 \text{ m}^3/\text{día}} = 50 \text{ días}$$

20. Caso : Tenemos una retroexcavadora que tiene un rendimiento de 100 m³ / jornal; el tiempo de ejecución será

$$\frac{1000 \text{ m}^3}{100 \text{ m}^3/\text{jornal}} = 10 \text{ días}$$

Por lo tanto, el tiempo de ejecución depende directamente de los recursos disponibles.

II.10 SISTEMA DE CONTROL DEL TIEMPO DE EJECUCION

Hacer más en menos tiempo y con menor esfuerzo, parece imposible, pero se puede lograr, dentro del orden natural de las cosas. A veces ocurre, que para realizar determinada labor, se efectúan movimientos inútiles, que consumen nuestras energías sin fruto alguno. Un estudio cuidadoso de esos movimientos pone de manifiesto tiempos y esfuerzos perdidos, que podrían recuperarse con una mejor organización, o acaso con simples cambios en la posición del trabajador o en la del equipo de trabajo.

En el funcionamiento de las empresas puede ocurrir, como en el trabajo de los individuos, éste fenómeno del desperdicio de tiempos y esfuerzos, por falta de coordinación de las diversas funciones que constituyen la operación total.

GRAFICAS DE CONTROL

En el control del proyecto es necesario determinar con precisión tanto el avance de cada una de las actividades como el que corresponde al proyecto total. Una forma efectiva de control es el uso de gráficas que permiten vigilar visualmente el desarrollo de las actividades, y al efecto se utilizarán dos clases de gráficas :

- 1) La gráfica de avance (Fig.II.10.2)
- 2) La gráfica de rendimiento (Fig.10.3)

La gráfica de avance contiene, además de la red, una franja en la parte inferior que muestra el porcentaje de avance logrado en cada unidad de tiempo.

Las ordenadas que se encuentran en las divisiones de tiempo marcan la programación para cada actividad, para cada proceso y para todo el proyecto.

Para calcular el porcentaje programado de avance, procedemos de la siguiente forma :

- a) Se divide el porcentaje total de avance (1.00) entre el número de días-actividad que tiene el proyecto. Este número es la suma de la columna " 2 " de la matriz de información (Tabla II.10.1)

$$f (D - a) = \frac{1.00}{66} = 0.0151$$

Naturalmente, si la unidad de tiempo no representa días sino horas, la unidad de avance será H-a (horas - actividad).

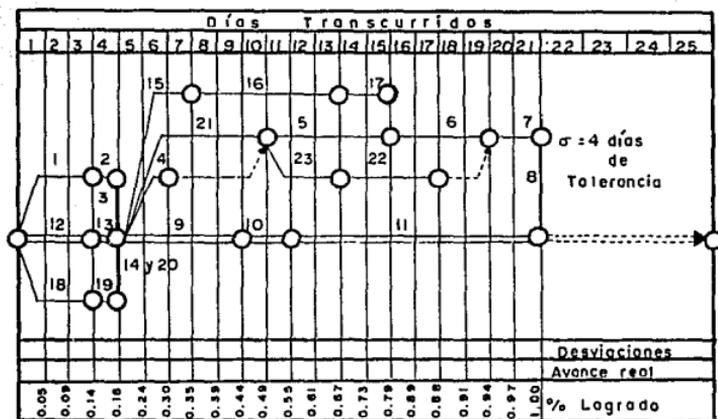
- b) Se cuentan las unidades de avance (D - a) que aparecen en la red en cada día programado. En cada uno de los cuatro primeros días encontramos 3 actividades; en el quinto y sexto hay 4 actividades; del séptimo al décimo encontramos 3 actividades, etc.
- c) Se acumulan las unidades de avance en cada día transcurrido.
- d) Las unidades de avance acumuladas se multiplican por el factor de avance calculado en el inciso a).

De esta manera y para nuestro ejemplo, se tienen los siguientes resultados :

(Tabla II.10.1)

1	2	3	4
Día	Actividades por día	Actividades acumuladas	Avance programado por día
1	3	3	0.0455
2	3	6	0.0910
3	3	9	0.1365
4	3	12	0.1820
5	4	16	0.2275
6	4	20	0.2730
7	3	23	0.3185
8	3	26	0.3640
9	3	29	0.4095
10	3	32	0.4550
11	4	36	0.5005
12	4	40	0.5460
13	4	44	0.5915
14	4	48	0.6370
15	4	52	0.6825
16	3	55	0.7280
17	3	58	0.7735
18	2	60	0.8190
19	2	62	0.8645
20	2	64	0.9100
21	2	66	1.0000

GRAFICA DE AVANCE



(Fig.II.10.2)

Las cantidades que aparecen en la columna 4 de la tabla II.10.1 se anotan en la parte inferior de la red de avance. Es suficiente indicar dos decimales.

Con lo anterior queda lista la gráfica de avance para recibir la información.

Preparamos ahora la gráfica de rendimiento que nos va a servir para observar el ritmo o velocidad del trabajo al mismo tiempo que las metas parciales que se van logrando con el transcurso del tiempo. (Fig.II.10.3).

En la ordenada presentamos una escala con porcentajes y en las abscisas los días de duración del proyecto más la tolerancia calculada.

En ésta gráfica se señala la meta final que se encuentra sobre el renglón del 100 % de eficiencia y la coordenada del tiempo final del proyecto.

PROYECTO



(Fig. II.10.3)

Ahora ya se puede calcular el avance logrado diariamente en el proyecto y presentarlo en las gráficas anteriores. El avance del proyecto es la suma de los avances logrados por cada una de las actividades componentes.

En la siguiente tabla aparecen los informes diarios de avance real en cada actividad :

Día	a	% avance	Día	a	% avance	Día	a	% avance
1	1	0.33	8	4	1.00	14	5	1.00
	12	0.33		9	0.80		11	0.30
	18	0.33	15	1.00	16		1.00	
2	1	0.67	9	9	1.00	15	11	0.40
	12	0.67		16	0.10		17	0.00
	18	0.67		21	0.67		22	0.00
3	1	1.00	10	5	0.20	16	6	0.25
	12	1.00		10	0.50		11	0.50
	18	1.00		16	0.20		17	0.50
4	2	1.00	11	5	0.40	17	6	0.50
	3	1.00		10	1.00		11	0.60
	13	1.00		16	0.30		22	0.75
5	4	0.00	12	5	0.60	18	6	0.75
	9	0.20		11	0.10		11	0.70
	15	0.10		16	0.55		22	1.00
6	21	0.15	13	5	0.80	20	7	0.50
	4	0.00		11	0.20		11	0.90
	9	0.40		16	0.80		21	1.00
7	15	0.20	23	0.85	21	7	1.00	
	21	0.30		8		1.00		
	4	0.50		11		1.00		
	9	0.60						
	15	0.80						
	21	0.50						

(Tabla II.10.4)

Esta información se procesa en el cuadro de avance del proyecto (Cuadro II.10.5).

Las columnas de ese cuadro se llenan como sigue :

A. En el momento de recibir la información del avance real :

1. Se anota el día de la información.
2. Se expresan los números de las actividades informadas. Si la actividad ha sido terminada con anterioridad se anotará una T.
7. Se anotan los porcentajes, en tanto por uno, del trabajo realizado hasta el día de la información, para cada una de las actividades programadas en el día indicado.
10. Se anula el total acumulado de las actividades terminadas con anterioridad.

B. Después de hacer la anotación anterior, se calculan las siguientes columnas :

3. Indicar los días programados de ejecución para cada actividad informada de acuerdo con la matriz de información (Tabla II.10.4).
4. Se determinan los recíprocos de los tiempos anteriores para indicar el volumen de trabajo o carga que corresponde a cada día. Por ejemplo, si una actividad debe hacerse en 3 días, a cada día le corresponde $1/3$ de trabajo, o sea en decimales 0.33.
5. Se señalan los días transcurridos en cada actividad de acuerdo con el programa, y no con los días transcurridos en el avance. Verificar que estas cantidades no sean mayores que las indicadas en la columna 3 del cuadro, puesto que no es posible programar más del 100 % de trabajo de una actividad.
6. Se multiplican los valores de las columnas 4 y 5 para obtener el porcentaje de trabajo que debe cumplirse conforme al programa, para cada actividad, al día de la información. Esto corresponde a la carga diaria de trabajo por los días transcurridos en la actividad informada.

8. Se calcula el factor de avance total por actividad (fa) multiplicando el factor de la unidad de avance (D - a) por el número de días programados en la columna 3 de este cuadro. En nuestro ejemplo recordemos que $D-a = 1.00 / 66 = 0.0151$. Esta columna indica el avance del proyecto con el trabajo realizado en su totalidad de la actividad indicada.
9. Se ajusta el porcentaje anterior de avance en el proyecto con el porcentaje real de la actividad. Para esto se multiplica el porcentaje de actividad de la columna 7 por el de la columna 8.
11. Como el avance del proyecto es la suma de los avances parciales logrados por las actividades, se suman las cantidades que aparecen en la columna 9 correspondientes a las actividades en operación y el total acumulado en la columna 10 por las actividades ya terminadas. Esta suma representa el avance real del proyecto al día de la información.
12. Ahora se consulta la escala de avance programada en la gráfica de avance (Fig.II.10.2) para conocer el porcentaje que corresponde al día de la información. Este dato se coloca en esta columna y también se puede localizar en la tabla II.10.1.
13. El porcentaje de rendimiento, productividad, velocidad o eficiencia del proyecto es igual a la cantidad de avance logrado, dividida entre el porcentaje de avance programado. En esta columna se anota el resultado de dividir las cantidades que aparecen en la columna 11 entre las cantidades de la columna 12.

Los resultados de estos cálculos servirán para hacer las anotaciones en las dos gráficas : La de avance y la de rendimiento.

Como ejemplo procesaremos la información para el 1o, 2o, 3o y 5o día de avance real.

(Cuadro de avance del proyecto. II.10.5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Día	a	e	l / e	Días transcurridos	Porcentaje programado	Porcentaje real	fo	Avance de a	Porcentaje acumulado	Avance del proyecto	Avance programado	E (P)
	1	3	0.33	1	0.33	0.33	0.0455	0.0152				
1	12	3	0.33	1	0.33	0.33	0.0455	0.0152				
	18	3	0.33	1	0.33	0.33	0.0455	0.0152	0	0.0456	0.0455	1.00
	1	3	0.33	2	0.67	0.67	0.0455	0.0303				
2	12	3	0.33	2	0.67	0.67	0.0455	0.0303				
	18	3	0.33	2	0.67	0.67	0.0455	0.0303	0	0.0900	0.0900	1.00
	1	3	0.33	3	1.00	1.00	0.0455	0.04557				
3	12	3	0.33	3	1.00	1.00	0.0455	0.04557				
	18	3	0.33	3	1.00	1.00	0.0455	0.04557	0	0.1365	0.1365	1.00
.....	7								0.1821			
.....	4	2	0.50	1	0.50	0	0.0302	0				
5	9	5	0.20	1	0.20	0.20	0.0758	0.0152				
	15	3	0.33	1	0.10	0.10	0.0455	0.0046				
	21	6	0.17	1	0.15	0.15	0.0909	0.0136		0.2155	0.2426	0.89

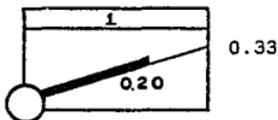
En el 5o día, el avance del proyecto sufrió un retraso de $0.2426 - 0.2155 = 0.0271$ (2.71 %) bajando su eficiencia o rendimiento a 89 % del programa, debido a que algunas actividades se demoraron. Analizando cada actividad :

- La actividad 4 no se inició debido a que la máquina no llegó al almacén.
- La actividad 9 corresponde al proceso crítico. Tiene el máximo de control de avance y se realizó conforme al programa.
- La actividad 15 tiene retraso; debía avanzar el 30 % y sólo alcanzó el 10 % .
- La actividad 21 también se retrasó aunque muy poco, quizá solamente es un error de apreciación del supervisor.

Y así sucesivamente se van analizando todas las actividades faltantes, las cuales se graficarán más adelante, en las figuras II.10.6 y II.10.7 como vía de ejemplo.

En la gráfica de avance se hacen las anotaciones siguientes:

- a) El día programado, de acuerdo con la columna 1. Rellenar ó achurar con color el rectángulo correspondiente a este día.
- b) El avance de las tres actividades en operación, conforme a lo indicado en la columna 7. Para la actividad 1 el trabajo programado es de 0.33 según la columna 6, por lo que la coordenada marca ésta cantidad. Como el trabajo logrado es el mismo programado, el avance llega hasta la misma coordenada. De no haber sido así, la anotación se habría hecho hasta la parte proporcional. Por ejemplo, si hubiera trabajado solamente el 0.20 la anotación sería :



Lo mismo puede decirse para las actividades 12 y 18.

- c) El avance del proyecto, de acuerdo con la columna 11. Debe rellenarse ó achurarse con color la franja inferior para hacer ésta anotación.
- d) Unir el porcentaje programado y el logrado en la zona de desviaciones. Si no hay ángulo significa que se trabaja de acuerdo con lo programado; en caso contrario puede indicar retraso ó adelanto.

A continuación se procede a hacer la anotación en la gráfica de rendimiento, como se ilustra :

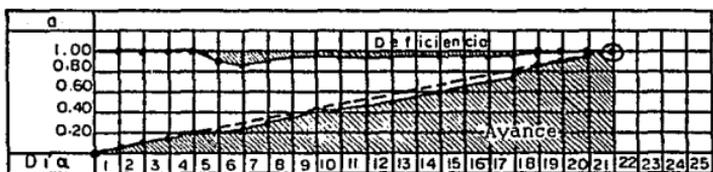


Fig.II.10.7. Gráfica de rendimiento del proyecto.

II.11 VELOCIDAD ECONOMICA DE EJECUCION. COMPRESION DE REDES.

Consideremos que una obra puede ejecutarse por diversas cuadrillas de trabajadores, de suerte que si se ejecuta por una de ellas, los obreros habrán de rendir al 100 % y que el trabajo puede llevarse a cabo en 100 horas a un costo de N \$ 300.00.

Si por el espacio disponible encontramos que puede haber otra cuadrilla que no interfiere con la primera, el trabajo podrá efectuarse en la mitad del tiempo, sin incremento del costo.

Supongamos que al aumentar el número de cuadrillas, el rendimiento baja y aunque el tiempo se acorta el costo aumenta, esto ocurrirá hasta un límite donde las cuadrillas adicionales ya no participen por falta de espacio, o de herramienta, en cuyo caso el costo aumentará sin reducción posible al tiempo.

No. CUADRILLAS (N)	REN. DE CUADRILLA (R) %	$\frac{N R}{100}$	DURACION DE LA OBRA (d)	DURACION AJUSTADA (d')	COSTO N \$
1	100	1.00	100 (D)	100	300.00
2	100	2.00	50	50	300.00
3	90	2.70	37	37	333.00
4	80	3.20	31.25	32	384.00
5	70	3.50	28.57	29	435.00
6	60	3.90	25.64	26	468.00

donde :

$$d = \frac{D}{N R} ; C = N C d ; C = N \$ 3.00 / h\text{-Cuadrilla}$$

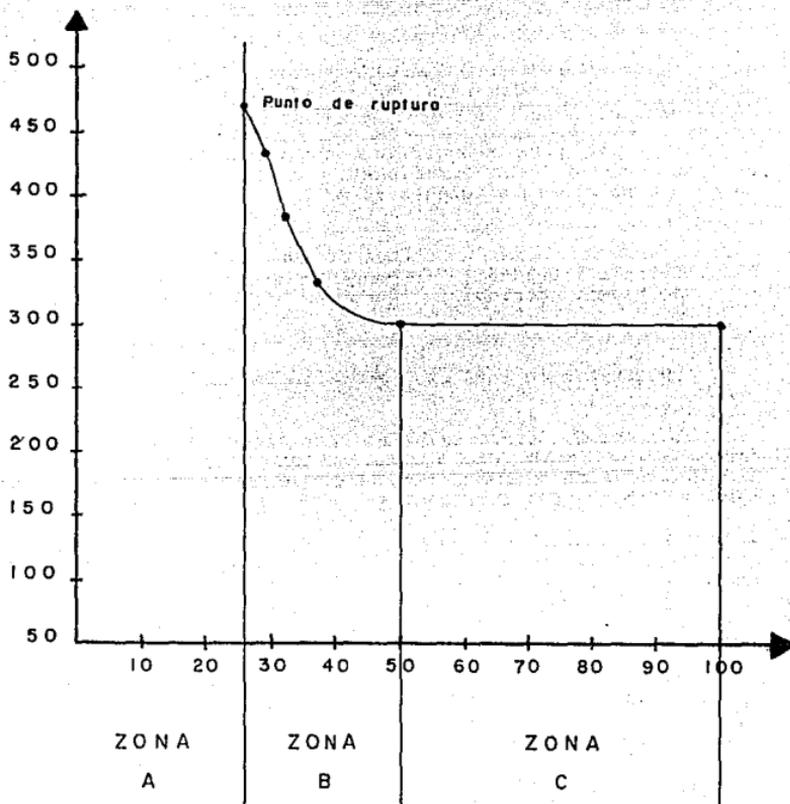
Graficando la tabla en la (Gráfica II.11.1) de costos entre tiempos , se distinguen 3 diferentes zonas las cuales son :

ZONA C.) Pueden incrementarse los costos sin acortamiento del tiempo.

ZONA B.) La duración sí puede acortarse pero se incrementan los costos directos.

ZONA A.) La duración sí puede acortarse sin incremento de los costos directos.

(Gráfica II.11.1)



COMPRESION DE REDES.

La compresión de redes es el proceso de acortar el tiempo de duración de un proyecto, determinado por el método de la ruta crítica.

Cuando una actividad se ejecuta en un tiempo normal, se dice que dicha actividad tuvo una duración normal. En cambio cuando la duración de una actividad se acorta hasta su duración límite, se dice que esa actividad tiene una duración de premura.

La duración de premura se obtiene de igual manera que la duración normal, o sea, volumen / rendimiento, pero con la utilización de un mayor número de recursos, que aunque aumentan la producción, el rendimiento de cada máquina o el del personal disminuye, por lo que aumenta el costo.

El costo para reducir una actividad por unidad de tiempo, una vez conocidas las duraciones y costos normales y de premura, se determina con la siguiente fórmula :

$$\text{Costo por unidad de tiempo acortada} = \frac{\text{Costo de premura} - \text{Costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{Duración de premura}}$$

PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRESION DE REDES

Las compresiones se efectúan directamente en la red o diagrama y si se quiere acortar el proyecto en un día o más, se hace en la ruta crítica, de donde se escogerá la actividad de menor costo por día acortado.

Para reducir el proceso, se toman actividades críticas, es decir, actividades que no tienen holguras y cualquier reducción de tiempo en éstas, se reflejará en la duración total del proyecto.

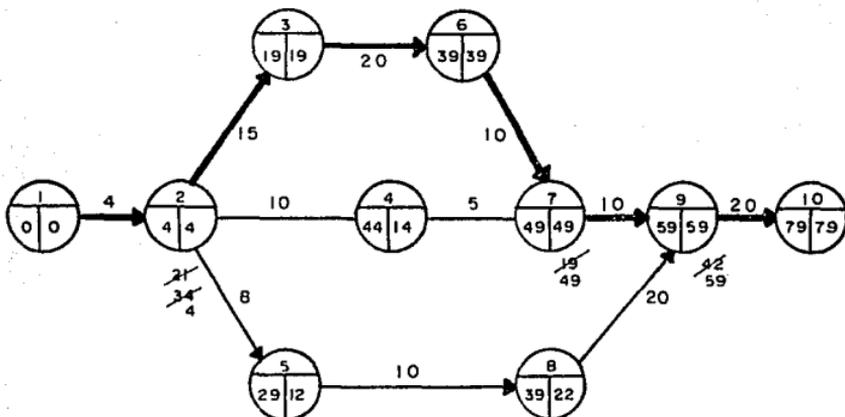
Se debe tener cuidado de que no desaparezca la ruta crítica original, pero a la vez, el proceso de compresión puede originar varias rutas críticas.

Si se quiere acortar más tiempo el proyecto, y ya se tiene la ruta crítica original y otra más formada por la última compresión, la siguiente reducción, deberá hacerse simultáneamente y por el mismo número de días en ambas rutas críticas; una actividad no se puede acortar más allá de su duración límite o de premura.

Quando se desea realizar un proceso productivo en el menor tiempo posible, es común efectuar todas las actividades del proceso en condiciones límite. Esta manera de proceder conduce a un incremento innecesario del costo del proceso; pues como se ha visto, deben acelerarse las actividades que producen acortamientos de tiempo.

Hay actividades que no es útil acortar pero que de hacerlo incrementan el costo.

Ejemplo del método :



De donde se han obtenido los siguientes datos :

ACTIVIDAD	DN	DP	CN	CP	PESOS / DIA
1 - 2	4	2	300.00	1 000.00	350.00
2 - 3	15	10	150.00	300.00	30.00
2 - 4	10	5	100.00	125.00	5.00
2 - 5	8	5	100.00	150.00	16.66
3 - 6	20	10	125.00	225.00	10.00
4 - 7	5	3	130.00	200.00	35.00
5 - 8	10	5	225.00	350.00	25.00

Cont...

6 - 7	10	5	170.00	200.00	6.00
7 - 9	10	5	400.00	900.00	100.00
8 - 9	20	10	800.00	1 250.00	45.00
9 - 10	20	10	500.00	800.00	30.00

donde;

DN = Duración normal ; DP = Duración de premura
 CN = Costo normal ; CP = Costo de premura

El costo para terminar el proyecto en condiciones normales es 79 días con un CN = N \$ 3 000.00

La suma de los costos de premura de todas las actividades constituye el costo de ruptura : CR = N \$ 5 500.00

Necesitamos acortar el proyecto en 30 días, por lo que se escoge una de las actividades críticas en donde se tiene un menor costo por día, por ejemplo la actividad 6 - 7 ; si acortamos ésta actividad en un día tenemos que el costo aumentaría :

$$C = N \$ 3 000.00 + N \$ 6.00 \times 1 = N \$ 3 006.00$$

El siguiente paso (1a. compresión) acortar ésta actividad a su límite, es decir, 5 días :

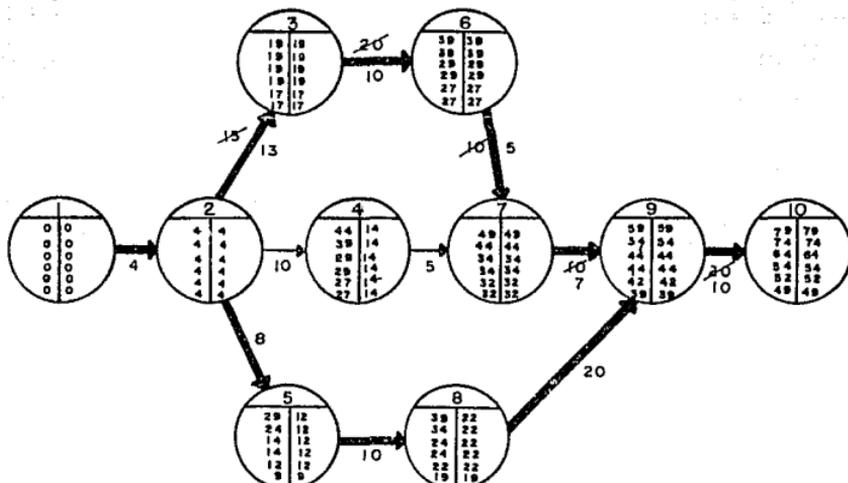
$$C = N \$ 3 000.00 + N \$ 6.00 \times 5 = N \$ 3 030.00$$

por lo tanto; ésta actividad ya no se podrá acortar pues ha llegado a su duración de premura.

A continuación se efectuarán las compresiones correspondientes para obtener el acortamiento de 30 días y para no hacer repetitivo el esquema, se utilizará uno en el que se presenten las compresiones efectuadas en las actividades que se requieran :

- 1a. Compresión .- La actividad 6-7 se reduce a 5 días.
- 2a. Compresión .- La actividad 3-6 se puede reducir a 10 días
- 3a. Compresión .- La actividad 9-10 se puede reducir a 10 días.
- * 4a. Compresión .- La actividad 2-3 se reduce en 2 días.
- 5a. Compresión .- La actividad 7-9 se reduce en 3 días.

Pero como ya se ha formado otra ruta crítica, se tendrá que reducir en 3 días alguna actividad de ella para no alterar ninguna de las dos; la 2a. ruta crítica aparece en la actividad 2-3 (* 4a. Compresión).



Con cinco compresiones se llega a la duración requerida y la compresión de la red se ha terminado, por lo que el diagrama final queda de la siguiente manera :

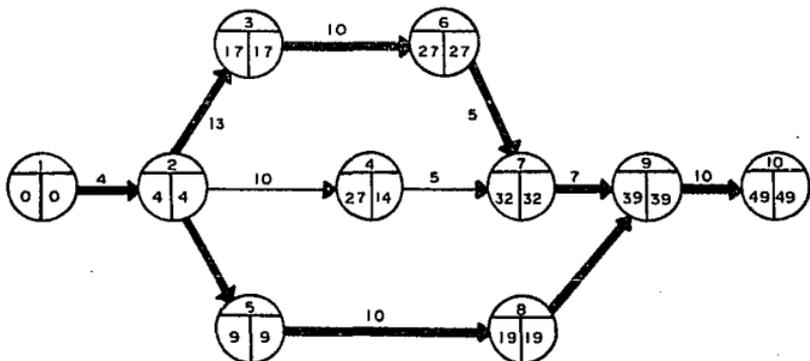


Tabla de Compresiones II.11.2

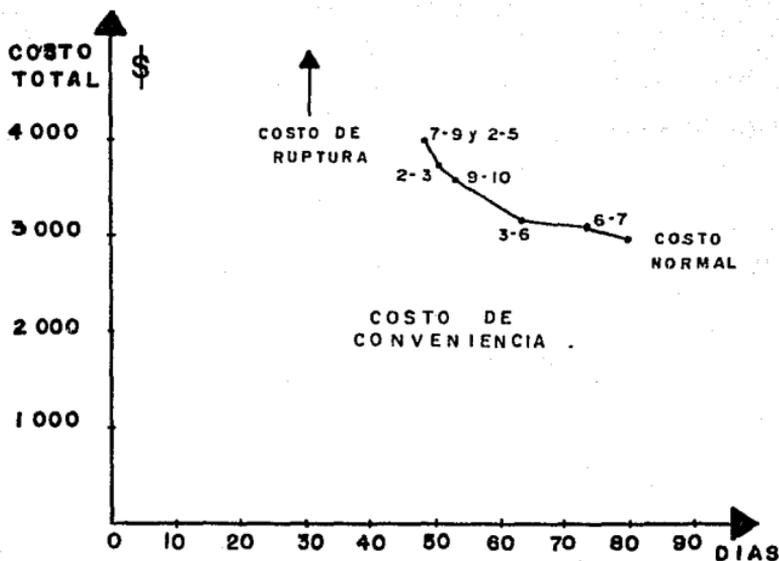
ACTIVIDAD	COMPRESIONES	OPERACIONES	COSTO TOTAL	DURACION ACORTADA
6 - 7	1a. 5 días	$3000 + 6 \times 5$	= 3 030.00	79 - 5 = 74
3 - 6	2a. 10 días	$3030 + 10 \times 10$	= 3 130.00	74 - 10 = 64
9 - 10	3a. 10 días	$3130 + 45 \times 10$	= 3 580.00	64 - 10 = 54
2 - 3	4a. 2 días	$3580 + 30 \times 2$	= 3 640.00	54 - 2 = 52
7 - 9 y 2 - 5	5a. 3 días	$3640 + 100 \times 3$ $+ 16.66 \times 3$	= 3 990.00	52 - 3 = 49

Para una duración de 49 días, obtenemos por medio de la compresión de redes un aumento en el costo de N \$ 3 000.00 hasta N \$ 3 990.00, costo de conveniencia, N \$ 3 990.00

En la gráfica II.11.3, se representa el comportamiento de cada una de las actividades; así mismo se observa que el costo de conveniencia es el obtenido de las actividades 7-9 y 2-5 .

El decir costo de conveniencia, indica que si se siguieran comprimiendo las actividades, se puede llegar al costo de ruptura (CR = N \$ 5 500.00), el cual resulta de comprimir al máximo las actividades.

GRAFICA : " COSTO TOTAL - DURACION "



Gráfica II.11.3. Representación gráfica de la tabla de compresiones en la que se indica la duración del proyecto y el incremento en costo. (Ver tabla II.11.2).

C A P I T U L O III. " ANALISIS DE PROYECTOS "

III.1 COSTO TOTAL DE LA OBRA. USO DE LA COMPUTADORA.

COSTO TOTAL DE LOS PROYECTOS DE INGENIERIA

En los capítulos anteriores se ha hecho incapie en la forma o metodos para estimar el costo de construcción de los proyectos de ingeniería. Sin embargo, el costo de construcción no es el único que tiene que pagar el dueño. El costo total al dueño puede incluir todos a la mayoría de los puntos siguientes :

1. Terreno, derecho de vía y servidumbres.
2. Gastos legales.
3. Costos de construcción.
4. Gastos de ingeniería.
5. Interés durante la construcción.
6. Contingencias o imprevistos.

1. Costo del terreno, derecho de vía y servidumbres.

Si es necesario comprar u obtener los derechos para usar terreno al construir un proyecto de ingeniería, su propietario deberá proporcionar los fondos para pagar estos costos.

El terreno en el cual se construye el proyecto usualmente es comprado por el dueño. El costo variará considerablemente y deberá determinarse para cada proyecto en particular.

Si el proyecto incluye la construcción de líneas de tubería, de corriente eléctrica, de teléfonos, zanjas de drenaje, etc., la facultad para usar el terreno es obtenido a través de un derecho de vía o servidumbre, que se le concede al dueño del proyecto por el propietario del terreno. El costo de una servidumbre usualmente es nominal.

2. Gastos legales.

Si la construcción de un proyecto involucra la adquisición del terreno, la manera de obtener fondos para el financiamiento, etc, es necesario contratar los servicios de un abogado para que se encargue de todos los detalles. Los honorarios que se le pagan al abogado deberán incluirse en el costo total del proyecto.

3. Costos de construcción.

El costo de construcción de un proyecto es una estimación hecha por adelantado por el ingeniero. Es la cantidad que cree el dueño deberá pagar por la construcción solamente. La estimación o presupuesto del ingeniero del costo de la construcción, usualmente

está dividido entre los diferentes puntos de la construcción, que muestran la cantidad, precio unitario y costo total de cada punto por separado. Los precios unitarios deberán estar basados en las cantidades que usará el contratista al someter su proposición.

4. Gastos de ingeniería.

Cuando el cliente desea que se le construya un proyecto, contrata a un ingeniero para que haga los levantamientos necesarios, prepare los planos y las especificaciones, y supervise el proyecto durante su construcción. El cobro por éste servicio está basado en un porcentaje convenido del costo de la construcción. Los honorarios varían del 5 % al 10 % dependiendo del tamaño y el tipo de proyecto.

5. Interés durante la construcción.

La mayoría de los contratos de construcción hacen una previsión de que el dueño pagará al contratista al final de cada mes durante el periodo de construcción a un porcentaje especificado del valor del trabajo terminado durante 30 días, usualmente como el 90 % . Así, el dueño tendrá considerables fondos invertidos en el proyecto durante el tiempo de construcción, aumentando la cantidad a medida que progresa la construcción. Como el dueño tendrá, ya sea que pagar o sacrificar el interés del dinero invertido en el proyecto durante su construcción, éste costo deberá cargarse al proyecto. El costo exacto del interés es difícil de determinar con precisión, debido a la cantidad variable de dinero invertido y a la incertidumbre en lo que respecta al tiempo requerido para terminar la obra. Un método que frecuentemente se utiliza, consiste en suponer que la mitad del costo de construcción se invertirá durante el periodo de construcción. El interés sobre ésta cantidad se carga al periodo completo.

6. Contingencias o imprevistos.

Si no se conoce por adelantado el costo exacto del proyecto para reunir los fondos para financiar el costo, como usualmente es el caso, es aconsejable proporcionar fondos adicionales para cubrir los costos de los puntos imprevistos. Estos costos varían con el tipo de proyecto, con la precisión con que se preparó el presupuesto, y con la estabilidad de los costos de construcción. Un estimador deberá basarse en su criterio al cuantificar los imprevistos.

El siguiente ejemplo ilustra un método y una forma que puede utilizarse al preparar y someter una estimación del costo probable total de un proyecto empleando los conceptos estudiados en el capítulo I.8 de estos apuntes :

1. Terreno y servidumbres		N \$80 000.00
2. Gastos legales		N \$ 8 000.00
3. Costos de construcción		
a. Demolición ...	23.20	
b. Excavación ...	39.48	
c. Plantilla ...	210.80	
d. Cimientos ...	1 227.40	
e. Muro ...	1 297.42	
f. Aplanado ...	385.57	
g. Suministro de acero ...	793.99	
h. Suministro de concreto ...	1 010.87	
i. Relleno de tezontle ... =	89.22	
j. Costo total de construcción	<u>5 077.96</u>	N \$ 5 077.96
5. Gastos de ingeniería, 7 % de N \$ 5 077.96		N \$ 355.46
6. Interés durante la construcción, estimada en 6 meses a :		
4 % por año =	$\frac{5\ 077.96}{2} \times 0.04 \times \frac{6}{12}$	N \$ 50.78
7. Contingencias o imprevistos de un 2 a 5 %		N \$ 253.90
8. Costo total estimado		N \$ 93 738.10

LAS COMPUTADORAS EN LA INGENIERIA CIVIL

Las computadoras han ocasionado un cambio radical en la ingeniería civil, éste cambio afecta tanto el análisis y diseño de las estructuras como a la enseñanza misma de la profesión.

La computadora representa la culminación de dispositivos de cálculo como el ábaco, regla de cálculo, tablas, nomogramas, calculadoras de escritorio, etc., y más que una nueva herramienta, es un enfoque completamente diferente en métodos, conceptos y educación ingenieriles. Ningún otro desarrollo ha tenido tanta influencia en la historia de la ingeniería.

En las aplicaciones se usa principalmente la computadora digital, siendo razones posibles la facilidad en la programación y el hecho de que las características de la computadora concuerdan con los aspectos de precisión y meticulosidad, presentes en la mayoría de los ingenieros. En las aplicaciones se observa también la influencia del desarrollo en los métodos de solución, en los lenguajes de programación y en el avance del equipo, que ha permitido la elaboración de sistemas integrados.

METODOS DE SOLUCION

Los primeros métodos que se programaron fueron los mismos que se usaban manualmente, con la ayuda de la regla de cálculo y de la sumadora de escritorio. Dichos métodos tradicionales son anticuados e inadecuados en general para usarse con computadoras, ya que se tenía el mismo proceso sólo que más rápido. Un ejemplo es en la aplicación del método H. Cross para el análisis de marcos con carga lateral, que son simplificaciones del problema como resultado de la experiencia en este campo, pero que no tiene sentido su programación debido a las características de las computadoras.

Los nuevos enfoques hacen uso de las características de las computadoras, que tienen capacidad para almacenar grandes cantidades de información, operar a alta velocidad, efectuar una serie de operaciones especificadas, realizar decisiones lógicas y obtener resultados correctos.

En lo que se refiere al diseño estructural, las computadoras se usan con ventaja en la enseñanza y en la práctica. En principio para diseñar se tiene que efectuar una serie de cálculos que pueden ser laboriosos, para obtener las dimensiones de las secciones. Esta cantidad de operaciones limita el número de diseños que pudiera ser deseable considerar.

Con la computadora se pueden considerar etapas más avanzadas, como la de optimización de las estructuras.

Es conveniente observar que existen muchos temas que son importantes por sí mismos, que se desarrollan y que posteriormente encuentran aplicación en la solución de problemas ingenieriles.

En el caso del álgebra matricial, de la solución de sistemas de ecuaciones, de la programación lineal, ecuaciones diferenciales, ordinarias y parciales, investigación de operaciones, topología, etc.

La selección del método de solución implica necesariamente que se entienda completamente el problema que se desea resolver.

LENGUAJES DE PROGRAMACION

Las aplicaciones han seguido el progreso de los lenguajes de programación.

El lenguaje más elemental es el de máquina ó absoluto y su uso eficiente implica un programador con características de ingenio y buena memoria.

Aún para problemas sencillos la programación es bastante laboriosa.

La etapa siguiente la constituyen los lenguajes simbólicos, que permiten indicar las operaciones en forma abreviada y que tienen características que facilitan la programación, comparados con los lenguajes de máquina. Si los lenguajes no hubieran superado esta etapa, las aplicaciones no hubieran alcanzado el

grado de desarrollo actual, debido a la dificultad de la programación y a la falta de programadores eficientes en dichos lenguajes.

Finalmente, existen lenguajes orientados a problemas o superlenguajes, que utilizan en la programación la terminología establecida en este tema. De esta manera, el problema se describe a la computadora básicamente en los mismos términos en el que se describiría a una persona conocedora del tema, haciendo más eficiente y sencilla la relación entre el hombre y la máquina.

Dos lenguajes orientados a problemas que han tenido un gran impacto en ingeniería son : COGO y STRESS, el primero se aplica a topografía y problemas geométricos y el segundo a análisis de estructuras.

Los lenguajes orientados a problemas se han aplicado a distintas disciplinas y están disponibles para problemas de ingeniería. Ejemplo de ellos son :

GROPE para problemas de optimización.
GISM para un sistema de operaciones matriciales.
CSMP para ecuaciones diferenciales ordinarias.
PDEL para problemas caracterizados por ecuaciones diferenciales parciales.

Con las nuevas máquinas se proporciona una biblioteca de varios lenguajes orientados a problemas, que pueden aplicarse a la ingeniería. Por ejemplo :

El MPS que usa la técnica de programación lineal para determinar la solución óptima de un sistema de desigualdades lineales basándose en el método simplex revisado.

El PMS se aplica al control y planeación de proyectos; se usa el método de la ruta crítica, calculándose el costo de proyecto, controlándose el avance y preparado de reportes.

De manera semejante, el MSCS está formado por varios programas relacionados que permiten la planeación, calendarización y coordinación de grandes proyectos que varían desde la construcción hasta la planeación fiscal.

El SSP consiste de una serie de subrutinas aplicables a problemas científicos y de ingeniería. El ECAP se aplica a problemas de ingeniería eléctrica.

Se observa que cada desarrollo de los lenguajes aumenta la facilidad de programación advirtiendo que la preparación técnica de los ingenieros es adecuada para la programación y sus uso eficiente de las computadoras.

USO DE LAS COMPUTADORAS DE GRAN VELOCIDAD

El sistema de contabilidad y de control de costos reúne una enorme cantidad de datos. Si se hacen registros diarios para equipo de trabajo continuo, habrá miles de cifras y toda clase de datos en la vida del equipo. Las horas - hombre necesarias para registrar todos esos datos serían muchas y muy costosas, particularmente para una flotilla de equipos. Tal tarea puede reducirse al mínimo, utilizando una computadora de gran velocidad.

La capacidad de almacenamiento de datos de esta máquina aumenta su efectividad para este tipo de trabajo.

Al tipo de computadora sugerido se le llama computadora digital. Básicamente esta computadora es una máquina contadora que puede seleccionar y trabajar con determinados números, siguiendo ciertas reglas de lógica matemática. En general, las operaciones matemáticas las hace por sumas y restas, o por combinaciones de éstas. Por ejemplo, la multiplicación la efectúa por sumas sucesivas.

La computadora digital puede operarse directamente o desde una terminal remota. Cuando está programada correctamente para un uso determinado, llena sus propósitos leyendo, clasificando, comparando, calculando y tabulando los datos. En consecuencia, tiene una gran aplicación en la contabilidad y control de los costos.

Con la capacidad de almacenamiento de datos o memoria de la computadora, que logra mediante núcleos o cinta electrónica, se pueden manejar los registros de costos durante toda la vida de cualquier equipo.

El procedimiento a seguir en el sistema de la computadora para el control del equipo, es bastante sencillo. Cuando se termina de estimar el trabajo, se codifica cada concepto de trabajo y cada operación y se registran en la memoria de la computadora sus costos operados y sus productividades.

A medida que se ejecuta el trabajo, se alimentan a la computadora los informes diarios y los registros del equipo, lo cual es realizado por personal de oficina especializado. Después, los supervisores de construcción o de equipo pueden solicitar cualquier información específica o análisis deseado de los costos o de las productividades. Se sigue este procedimiento para ayudar a la gerencia a tomar decisiones.

La computadora es esencial para determinar el tiempo económico de reposición del equipo, con base en el retorno máximo sobre la inversión. Otra aplicación importante de estas computadoras es el método de la ruta crítica.

III.2 DETERMINACION DEL FLUJO DE CAJA EN BASE A LA DISTRIBUCION DE RECURSOS.

SIMBOLOS Y SU SIGNIFICADO

En las relaciones matemáticas utilizadas en la ingeniería económica se emplean los siguientes símbolos :

P = valor o suma de dinero en un tiempo señalado como el presente.

F = valor o suma de dinero en un tiempo futuro.

A = una serie de cantidades periódicas e iguales de dinero.

n = número de períodos de interés.

i = tasa de interés por período de interés.

El financiamiento no es gratuito por lo que se deberá pagar intereses por los fondos prestados.

El período de interés es la unidad de tiempo de la tasa.

Interés .- Es una cuota que se carga por el uso del dinero de otra persona la cual depende de la cantidad que se le pida prestada y el tiempo que dura en préstamo; y puede ser interés simple o interés compuesto.

Interés simple .- Es el interés producido en el primer período de interés por el número de períodos, o sea

$$I = n i p$$

donde:

I = cantidad del interés simple

n = período de préstamo

i = la tasa de interés

p = es el préstamo

Interés compuesto .- Cuando el interés se capitaliza, el tiempo total se divide en varios períodos de interés, por ejemplo un año, 3 meses, 1 mes, etc.

El interés se acredita al final de cada período de interés y se deja acumular de un período al siguiente. El importe al final de determinados períodos será :

$F = P (1 + i)^n$; donde el valor presente queda :

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Ahora bien, para conocer el precio de un producto en tiempo futuro está dado por la fórmula siguiente :

$$CF = CP (1 + X)^n \quad \text{donde ;}$$

CP = costo presente
CF = costo futuro
X = tasa de interés
n = número de años

Los símbolos P y F representan valores que ocurren una vez en un sólo período : A ocurre en cada período de interés por un número específico de períodos con la misma cantidad de dinero. Las unidades de los símbolos ayudan a clarificar su significado. La suma presente P y la suma futura F se expresan en pesos, mientras que A se expresa en pesos por período de interés.

Es importante observar que para que una serie sea representada por el símbolo A, debe ser uniforme (por ejemplo el valor de la moneda debe ser el mismo para cada período) y las cantidades uniformes de dinero deben extenderse a través de períodos consecutivos. Antes que los valores del peso puedan ser representados por A, deben cumplirse ambas condiciones. Dado que n se expresa generalmente en años, A se expresa comúnmente en unidades de dinero por año.

La tasa de interés capitalizada i se expresa en porcentaje por período de interés; por ejemplo, 5 % anual. Excepto cuando se indique lo contrario, esta tasa se aplica a lo largo de todos los n años o n períodos de interés. Los problemas más comunes de la ingeniería económica incluyen el uso de n y de i y por lo menos dos de los tres términos P, F y A.

Los ejemplo siguientes ilustran el uso de los símbolos :

Ejemplo 1 .- Si se solicita un préstamo por N \$ 20 000.00 hoy, y debe pagar el préstamo más los intereses a una tasa del 7 % anual en cinco años ¿ Cuál es la cantidad total que debe pagar ?

P = N \$ 20 000.00
F = ?
n = 5 años
i = 7 % anual

$$F = N \$ 20\,000.00 (1 + 0.07)^5 \\ F = N \$ 28\,051.03$$

Ejemplo 2 .- Si se depositan N \$ 100 000.00 anuales en una cuenta de ahorros durante siete años , a una tasa anual del 6 % ¿ Qué cantidad podrá retirarse después de los siete años ?

A = N \$ 100 000.00 por año durante 7 años
F = ?
i = 6 %
n = 7 años

COLOCACION EN EL TIEMPO DE P, F y A.

Las cantidades de pesos de P, F o A se consideran siempre como ocurridas al final del periodo de interés. Esto es tan sólo una convención para simplificar, útil en la derivación de fórmulas y solución de problemas.

Debido a que el periodo de interés más común es un año el símbolo A indicará una cantidad de fin de año (desembolso o entrada) seguida por n años consecutivos. Con este marco de tiempo es conveniente definir los símbolos con mayor precisión, utilizando paréntesis para las unidades comunes.

n = número de periodos de interés (generalmente años)
i = tasa de interés por periodo de interés (% anual)
P = una suma sencilla de dinero en el presente (\$)
F = una suma sencilla de dinero, al final de n periodos de interés (\$)
A = una serie de cantidades de fin de periodo, consecutivas e iguales (\$ por año)

DESCRIPCION Y TABULACION DEL FLUJO DE CAJA

Toda persona o compañía tiene entradas de dinero (ingresos) y desembolsos de dinero (costos). El resultado de ingresos y costos es llamado por conveniencia Flujo de Caja y puede definirse como entradas netas y desembolsos netos que resultan de las entradas y los desembolsos ocurridos en un mismo periodo de interés. Algebraicamente :

Flujo de caja = Entradas - Desembolsos

Así, un flujo de caja positivo indica una entrada neta en un periodo de interés específico o año, mientras que un flujo de caja negativo indica un desembolso neto en dicho periodo.

Ejemplo 3 .- Si se compró una herramienta nueva en 1989 por N \$ 300.00, la mantiene durante tres años a un costo de N \$ 20.00 anuales y después la vende por N \$ 50.00. ¿ Cuáles son sus flujos de caja ?

AÑO	ENTRADA (+)	DESEMBOLSO (-)	FLUJO DE CAJA
1989	N \$ 00.00	N \$ 300.00	- N \$ 300.00
1990	00.00	20.00	- 20.00
1991	00.00	20.00	- 20.00
1992	50.00	20.00	+ 30.00

Comentario : Es importante recordar que todas las entradas y desembolsos y por lo tanto los valores de flujo de caja, se consideran cantidades de fin de período. De esta manera 1989 es el presente (ahora) y 1992 es el fin del año 3.

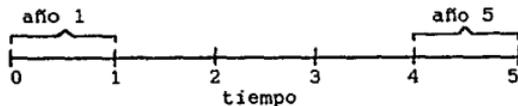
DIAGRAMAS DE FLUJO DE CAJA.

Un diagrama de flujo de caja es simplemente la representación gráfica de los flujos de caja dibujados en una escala de tiempo.

El diagrama debe representar el enunciado de un problema y debe incluir los datos dados y los que hay que encontrar. Es decir, después de dibujar el diagrama de flujo de caja un observador ajeno al problema debe ser capaz de solucionarlo mirando el diagrama de flujo de caja. El tiempo cero se considera el presente y el tiempo 1 el final del período de tiempo 1.

La escala de tiempo de la figura III.2.1 se ha establecido por cinco años, dado que se supone que los flujos de caja ocurren sólo al final del año, nos preocuparemos solamente de los tiempos denominados 0, 1, 2, ..., 5.

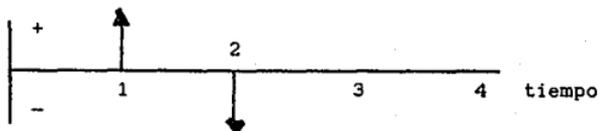
La dirección de las flechas en el diagrama de flujo de caja es muy importante para la solución del problema. Por lo tanto, en este trabajo utilizamos una flecha vertical que señala hacia arriba para indicar un flujo de caja positivo. Contrariamente para indicar un flujo de caja negativo se utiliza una flecha señalando hacia abajo.



(Fig.III.2.1)

Una escala de tiempo típica de un diagrama de flujo de caja.

La figura III.2.2 ilustra un diagrama de flujo de caja en el cual aparece una entrada (ingreso) al final del año 1 y un desembolso al final del año 2.

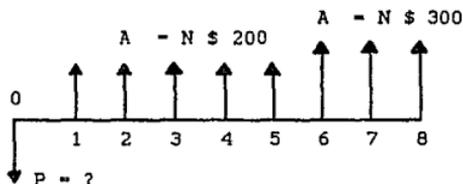


(Fig III.2.2) Ejemplos de flujos de caja positivo y negativo.

Es muy importante que el estudiante entienda detalladamente el significado y construcción de un diagrama de flujo de caja, ya que éste es una valiosa herramienta para la solución de los problemas.

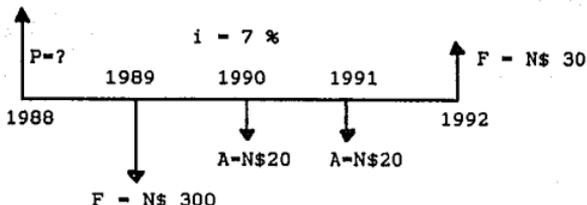
Ejemplos :

4.- Supongamos que se desea hacer hoy un depósito en una cuenta para poder retirar una cantidad igual anual de $A = N \$ 200$ durante los primeros cinco años, comenzando un año después de su depósito, y una cantidad diferente anual de $A = N \$ 300$ durante los tres años siguientes. ¿ Cómo resultaría el diagrama de flujo de caja si $i = 4 \frac{1}{2} \%$ anual ?



El primer retiro (flujo de caja positivo) ocurre al final del año 1 exactamente un año después de que se ha depositado P.

5.- Si consideramos los flujos de caja del ejemplo 3. Hacer un diagrama de los flujos de caja y designar cada flecha con P, F ó A con su valor de dinero respectivo si desea encontrar la cantidad de dinero única en 1989 que sería equivalente a todos los flujos de caja mostrados. Supongamos una tasa de interés del 7% .



Los dos flujos de caja negativos de N \$ 20 forman una serie de dos valores iguales de fin de año. Siempre que los dos valores sean iguales y ocurran en dos o más períodos consecutivos, se pueden representar por A, sin tener en cuenta dónde empiezan o dónde terminan. Sin embargo, el flujo de caja positivo de N \$ 30 en 1992 es un valor de ocurrencia única en el futuro y, por lo tanto, se puede denominar valor F.

TABULACION DEL FLUJO DE CAJA

Los títulos de las columnas para una tabulación de flujo de caja que involucra dos alternativas se ilustran en la tabla III.2.3. Si las alternativas tienen igual vida útil, la columna de los años irá desde cero a ... la vida útil de las alternativas. Si las alternativas tienen vidas útiles desiguales, la columna de los años irá desde cero al mínimo común múltiplo de las dos vidas útiles.

Se hace necesario el uso de la regla del mínimo común múltiplo porque el análisis de tasa de retorno sobre los valores del flujo de caja neto debe ser siempre hecho sobre el mismo número de años para cada alternativa.

Una tabulación de flujo de caja es parte del procedimiento para seleccionar una de dos alternativas en base a la tasa de retorno incremental.

Puesto que la tabulación del flujo de caja es una parte importante del proceso de evaluación de alternativas se simplificará la interpretación de los resultados finales con un formato estandarizado para la tabulación.

La alternativa, con la mayor inversión inicial se considerará como la alternativa B. Es decir :

$$\text{Flujo de caja neto} = \text{flujo de caja}_B - \text{flujo de caja}_A$$

Año	Flujo de caja		Flujo neto de caja
	Alternativa A (1)	Alternativa B (2)	(3) = (2) - (1)
0			
1			
2			
3			

Tabla III.2.3. Formato para la tabulación del flujo de caja.

Ejemplo : Una compañía constructora está considerando la compra de una máquina adicional. La compañía tiene la oportunidad de comprar una máquina ligeramente usada por N \$ 15 000.00 o una nueva por N \$ 21 000.00. Debido a que la máquina nueva es más sofisticada y tiene partes automáticas, se espera que su costo de operación sea del orden de N \$ 7 000.00 mientras para la máquina usada se espera un costo de N \$ 8 200.00 al año. Se supone que las máquinas tienen una vida útil de 25 años, con valores de solamente del 5 % .

Tabla III.2.4 Tabulación del flujo de caja

AÑOS	Flujo de caja		Flujo neto de caja
	Máquina usada	Máquina nueva	(nueva - usada)
0	- N \$ 15 000	- N \$ 21 000	- N \$ 6 000
1 - 25	- 8 200	- 7 000	+ 1 200
25	+ 750	+ 1 050	+ 300
	- N\$ 219 250	- N\$ 194 950	+ N \$ 24 300

Los valores de salvamento en el año 25 se separan de los flujos de caja ordinarios para mayor claridad. Se deben incluir los signos + y - para indicar los ingresos y desembolsos, respectivamente.

Cuando se sustraen las dos columnas, la diferencia entre los totales de las dos alternativas debe igualar el total de la columna del flujo neto de caja.

Cuando los desembolsos son los mismos durante un número consecutivo de años, es más corto hacer un listado único de flujo de caja, como se hace para los años 1 - 25 del ejemplo.

Recordemos que al sumar se combinaron varios años para obtener los totales de las columnas.

III.3 ANALISIS DE LA INVERSION. TASA MINIMA ACEPTABLE. TASA INTERNA DE RETORNO. LA OBRA COMO UN SISTEMA INDEPENDIENTE.

ANALISIS DE LA INVERSION

Una vez que se somete a estudio un conjunto de alternativas de inversión surge la siguiente pregunta ¿ Qué oportunidad de inversión debe seleccionarse ?. Para responder la pregunta, es necesario estudiar varios criterios de decisión que describen cómo deben tomarse las decisiones de inversión.

Un criterio de decisión es una regla o procedimiento que describe cómo seleccionar oportunidades de inversión de manera que puedan alcanzarse ciertos objetivos específicos. El grado en el cual se alcancen los objetivos depende de la eficacia del criterio escogido. Es importante en consecuencia, que se comprendan en toda su extensión los puntos fuertes y los puntos débiles de los criterios de decisión empleados más generalmente.

CLASES DE PROPUESTAS DE INVERSION

Una propuesta de inversión, es un proyecto único o una actividad que está siendo contemplada como una inversión posible. Es importante distinguir entre una propuesta de inversión y una alternativa de inversión, definiéndose la última como una opción para decidir. Por lo tanto cada propuesta de inversión puede considerarse como una alternativa de inversión. Sin embargo, una alternativa de inversión puede estar formada por un grupo o conjunto de propuestas de inversión. Puede representar también la opción de " no hacer nada ". Entonces, si quien toma decisiones está analizando dos propuestas, A y B, es posible que tenga ante sí cuatro opciones o alternativas para decidir, como se muestra a continuación :

ALTERNATIVAS	* X_A	X_B
No hacer nada (Rechazar A, Rechazar B)	0	0
Aceptar únicamente A	1	0
Aceptar únicamente B	0	1
Aceptar A y B	1	1

* Existe para cada propuesta de inversión una variable binaria X_i , que tendrá valores de 0 y 1 indicando que la propuesta i se rechaza (0) o se acepta (1). Cada línea de números binarios representa una alternativa de inversión.

PROPUESTAS INDEPENDIENTES

Quando la aceptación de una propuesta de las que forman parte de un conjunto de propuestas no tiene ningún efecto sobre la aceptación de una cualquiera de las otras, se dice que la propuesta es independiente. A pesar de que son muy pocas las propuestas que en el caso de una empresa pueden considerarse realmente independientes, es razonable suponer con fines prácticos que algunas sí lo son en realidad.

PROPUESTAS DEPENDIENTES

En la mayoría de los problemas decisorios, los componentes de un conjunto de propuestas de inversión estarán relacionados los unos con los otros de una manera tal que la aceptación de una de las propuestas influenciará la aceptación de las otras. Estas interdependencias se presentan por infinidad de razones.

Primero, si las propuestas contenidas en el conjunto que está siendo considerado están relacionadas, de manera que la aceptación de una elimine la aceptación de cualquiera de las otras, se dice que las propuestas son mutuamente excluyentes. Las propuestas mutuamente excluyentes se presentan por lo general cuando quien toma las decisiones está tratando de satisfacer una necesidad y tener a la mano una variedad de propuestas, cada una de las cuales satisface esa necesidad.

Por ejemplo, un constructor de carreteras puede necesitar capacidad adicional para mover tierra. Existe un número grande de equipos, como aparece en la tabla III.3.1, cada una de las cuales podría desempeñar la función deseada. Aunque éstas propuestas pueden tener costos iniciales diferentes y características

operativas también diferentes, son consideradas como mutuamente excluyentes con fines decisorios, debido a que la selección de una elimina la posibilidad de escoger de entre las demás opciones.

PROPUESTA	CLASE DE EQUIPO
A 1	Motoniveladora - Modelo B, Productor 1
A 2	Motoniveladora - Modelo C, Productor 1
A 3	Motoniveladora - Modelo A, Productor 2
A 4	Tractor Caterpillar - Modelo D, Productor 3
A 5	Tractor Caterpillar - Modelo D, Productor 4

Tabla III.3.1

Otro tipo de relaciones entre las propuestas nace del hecho de que una vez que un proyecto se inicia hay un cierto número de inversiones auxiliares que se vuelven factibles como resultado de la inversión inicial. Estas propuestas auxiliares se conocen con el nombre de propuestas contingentes porque su aceptación está subordinada de otra propuesta, esto es por ejemplo, la construcción de un tercer piso en un edificio, es contingente con la construcción del primero y el segundo. Una relación contingente representa una dependencia unidireccional entre las propuestas. Es decir, que la aceptación de una propuesta contingente depende de la aceptación de alguna otra considerada como prerrequisito, pero la aceptación de la propuesta prerrequisito es independiente de las contingentes.

Cuando se presentan limitaciones en cuanto a la disponibilidad de dinero para invertir y el costo inicial de todas las propuestas excede la cantidad disponible, se introducen interdependencias financieras entre las propuestas. Estas interdependencias son complejas por lo general y se presentan, sean las propuestas independientes, mutuamente excluyentes o contingentes. Es importante tener en cuenta, entonces, siempre que se impone alguna limitación presupuestal en un problema decisorio que pueden introducirse así interdependencias que no parecen obvias.

Supongamos por ejemplo, que las tres propuestas que aparecen en la tabla III.3.2 son independientes.

Fin del año	F L U J O D E C A J A		
	Propuesta A	Propuesta B	Propuesta C
0	- N \$ 1 000	- N \$ 3 000	- N \$ 5 000
1	600	1 500	2 000
2	600	1 500	2 000
3	600	1 500	2 000

Tabla III.3.2

Si quien toma la decisión en sus manos cuenta para invertir con N \$ 5 500.00, únicamente se ve que la aceptación de la propuesta C elimina la posibilidad de aceptar las propuestas A y B. Además, la aceptación de A o de B elimina ahora la aceptación de C. Estas interdependencias pueden ser extremadamente complejas dependiendo del tamaño del presupuesto, del número de propuestas y de los costos iniciales.

En este ejemplo, la posible estructuración de las propuestas que son factibles con respecto a las limitaciones presupuestales aparece en la tabla III.3.3.

Posible arreglo de las propuestas.	Propuestas			Cantidad total de \$ requerido por cada arreglo	Presupuesto remanente
	XA	XB	XC		
1	0	0	0	0.00	N \$ 5 500.00
2	1	0	0	N \$ 1 000.00	4 500.00
3	0	1	0	3 000.00	2 500.00
4	0	0	1	5 000.00	500.00
5	1	1	0	4 000.00	1 500.00
6	1	0	1	6 000.00	* - 500
7	0	1	1	8 000.00	* - 2 500.00
8	1	1	1	9 000.00	* - 3 500.00

Tabla III.3.3.

Arreglos aceptables para propuestas independientes que tienen una limitación presupuestal de N \$ 5 500.00

* Arreglos no factibles.

COMPARACION ENTRE ALTERNATIVAS MUTUAMENTE EXCLUYENTES

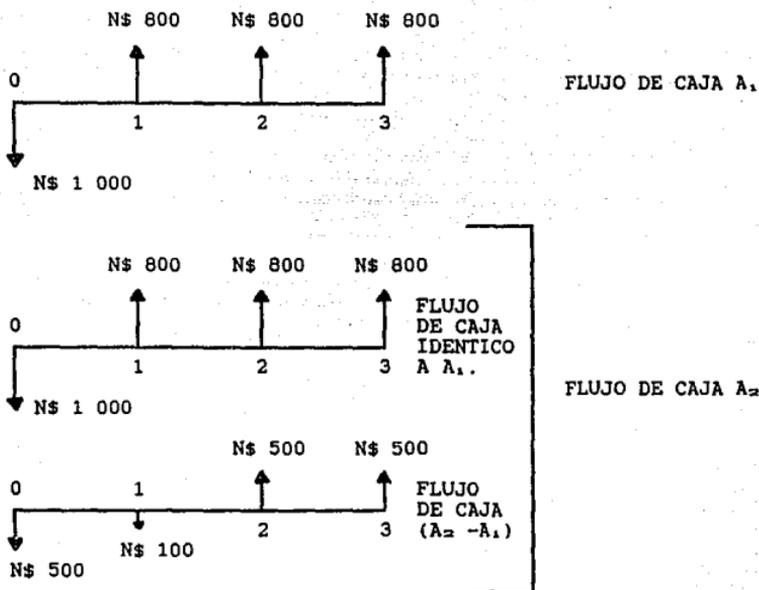
Al comparar alternativas mutuamente excluyentes, es la diferencia futura entre las mismas, el aspecto relevante para determinar la desabilidad económica al comparar la una con la otra. Este concepto fundamental es la base para el estudio de los criterios de decisión.

La razón por la cual la diferencia entre alternativas es algo tan fundamental en la comparación de las mismas, se demuestra al comparar las alternativas A_1 y A_2 porque la ventaja o la desventaja de A_2 con respecto a A_1 está descrita totalmente por el flujo de caja de A_2 menos el de A_1 .

FIN DE AÑO	ALTERNATIVA A_1	ALTERNATIVA A_2	DIFERENCIA ENTRE LOS FLUJOS DE CA- JA ($A_2 - A_1$)
0	- N \$ 1 000	- N \$ 1 500	- N \$ 500
1	800	700	- 100
2	800	1 300	500
3	800	1 300	500

Tabla III.3.4.

El flujo de caja que representa la alternativa A_2 puede verse como la suma de dos flujos de caja separados diferentes como se muestra en la figura III.3.5. Uno de estos flujos de caja es idéntico al de la alternativa A_1 y el otro representa la diferencia entre las alternativas A_1 y A_2 .



(Fig.III.3.5)

Para decidir cuál de las dos alternativas es económicamente mejor, es suficiente emplear la siguiente regla simple de decisión :

Si el flujo de caja ($A_2 - A_1$) es económicamente deseable, la alternativa A_2 es preferible a la A_1 .

Si el flujo de caja ($A_2 - A_1$) es económicamente indeseable, la alternativa A_1 es preferible a la A_2 .

Para el ejemplo que se citó, la decisión de llevar a cabo la alternativa A_2 en vez de la A_1 requiere una inversión adicional o incremental de N \$ 500 ahora y de N \$ 100 dentro de un año. Los ingresos extras que se esperan de la inversión adicional son de N\$ 500.00 al final de los años 2 y 3. ¿Justifican los ingresos adicionales la inversión extra ? Es esta la pregunta que debe responderse para determinar cuál de las dos alternativas es más deseable desde el punto de vista económico.

FORMACION DE ALTERNATIVAS MUTUAMENTE EXCLUYENTES

Como se ha puntualizado, las propuestas de inversión pueden ser independientes, mutuamente excluyentes o contingentes y que pueden resultar independencias adicionales entre las propuestas de haber un límite con respecto al dinero disponible.

El enfoque que se debe dar para manejar los diferentes tipos de propuestas es que se requiere que todas las propuestas de inversión se organicen de una manera tal que la decisión involucre únicamente la consideración de los flujos de caja de alternativas mutuamente excluyentes.

Todo lo que se requiere es la enumeración de todas las combinaciones factibles de las propuestas bajo consideración. Cada combinación representa una alternativa mutuamente excluyente, ya que toda combinación es única y la aceptación de una combinación de propuestas elimina la aceptación de cualquier otra. El flujo de caja de cada alternativa se determina simplemente por la adición período a período, de los flujos de caja de cada una de las propuestas contenidas en la alternativa que se esté considerando.

Por ejemplo, analizando las tres propuestas independientes descritas en la tabla III.3.2. La tabla III.3.5 muestra los flujos de caja que se generarían con cada alternativa mutuamente excluyente producida con estas propuestas. Cada línea de números binarios representa una alternativa mutuamente excluyente donde el valor X, indica si la propuesta j ha sido rechazada (0) o aceptada (1).

Tabla III.3.5. Alternativas mutuamente excluyentes para las tres propuestas independientes de la Tabla III.3.2.

ALTERNATIVAS MUTUAMENTE EXCLUYENTES	PROPUESTAS			FLUJO DE CAJA —FIN DE AÑO—			
	XA	XB	XC	0	1	2	3
1	0	0	0	N\$ 0	N\$ 0	N\$ 0	N\$ 0
2	1	0	0	- 1 000	600	600	600
3	0	1	0	- 3 000	1 500	1 500	1 500
4	0	0	1	- 5 000	2 000	2 000	2 000
5	1	1	0	- 4 000	2 100	2 100	2 100
6	1	0	1	- 6 000	2 600	2 600	2 600
7	0	1	1	- 8 000	3 500	3 500	3 500
8	1	1	1	- 9 000	4 100	4 100	4 100

Como se indicó, se supone un presupuesto total de N\$ 5 500, al examinar el costo inicial de cada una de las alternativas mutuamente excluyentes, se ve que las alternativas 6, 7 y 8 no son factibles y, en consecuencia, no deben tenerse en consideración.

Para problemas en los cuales se tenga un número reducido de propuestas, puede ser práctica desde el punto de vista de los cálculos, la técnica general descrita, de organizar los diferentes tipos de propuestas en alternativas mutuamente excluyentes. Sin embargo, cuando se tienen muchas propuestas, el número de alternativas mutuamente excluyentes puede ser también muy grande y entonces el enfoque se vuelve engorroso desde el punto de vista de cálculo.

Por ejemplo, el número máximo de alternativas mutuamente excluyentes N , que puede obtenerse donde :

S = el número máximo de conjuntos de propuestas que son independientes;

M_j = el número máximo de propuestas dentro del conjunto j donde cada propuesta en ese conjunto es mutuamente excluyente es :

$$N = \prod_{j=1}^S (M_j + 1) = (M_1 + 1) (M_2 + 1) (M_3 + 1) \dots (M_s + 1)$$

Supongamos que quien tiene que decidir tiene bajo su análisis las siguientes propuestas :

A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
B_1	B_2	B_3			
D_1	D_2				

donde;

las propuestas que conforman cada fila son mutuamente excluyentes y el conjunto en cada fila es independiente de cualquier otro conjunto o fila de propuestas. Es decir, que las propuestas A_1 y A_2 son mutuamente excluyentes pero A_1 y B_1 son independientes. El número máximo de alternativas mutuamente excluyentes que se puede obtener del grupo de propuestas es igual a 420.

$$S = 4 \text{ (número de filas)}$$

$$M_1 = 6, M_2 = 3, M_3 = 4, M_4 = 2$$

de manera que,

$$N = (M_1 + 1)(M_2 + 1)(M_3 + 1)(M_4 + 1)$$

$$N = (7) (4) (5) (3)$$

$$N = 420$$

Se ve que para este problema relativamente pequeño, el número de alternativas mutuamente excluyentes es grande.

El punto importante y que no debe perderse de vista, es que el enfoque que se acaba de presentar permite la consideración de una gran variedad de relaciones entre las propuestas en una forma única : La alternativa mutuamente excluyente. En consecuencia, cualquier criterio de decisión que se diseñe para tomar decisiones en relación con alternativas mutuamente excluyentes o contingentes, simplemente reorganizando las propuestas en alternativas mutuamente excluyentes o contingentes. La imposición de una limitación presupuestal puede también incorporarse fácilmente en un criterio decisorio de este tipo.

INVERSIONES DE RENTA FIJA :

RENTABILIDAD	TIEMPO CONGE- LACION INVERSION	MINIMO NETO DE CONGELACION	TIPO DE INVERSION
8.57 %	A la vista	N\$ 100.00	Bonos hipotecarios
9.11	Negociables	1 000.00	Bonos financieros
9.86	3 meses	100 000.00	Certificados a plazo
10.36	6 meses	100 000.00	Certificados a plazo
11.36	3 meses	1 000 000.00	Certificados a plazo
11.86	6 meses	1 000 000.00	Certificados a plazo
11.07	12 a 24 meses	100 000.00	Certificados a plazo
12.63	12 a 24 meses	1 000 000.00	Certificados a plazo

Analizando el cuadro anterior, encontramos fácilmente que la rentabilidad de una inversión, tiene como parámetros primordiales el tiempo de congelación de capital (riesgo) y su monto, es decir, a mayor riesgo, mayor rentabilidad; a mayor monto, mayor rentabilidad.

Por lo tanto, en las inversiones de renta fija, se cumple la proporcionalidad entre riesgo y utilidad.

INVERSIONES DE RENTA VARIABLE :

En las inversiones de renta variable podemos consignar principalmente las Sociedades Anónimas que pueden ser industriales, bancarias, comerciales, de servicios, etc.

Su rentabilidad antes de impuestos, varía en cada ejercicio fiscal dependiendo del desarrollo y la productividad de la misma, de las leyes de la oferta y la demanda, del estado político del país, del mercado mundial, etc., por lo tanto, representan un mayor riesgo, lo que se traduce en beneficios mayores.

INVERSIONES EN EMPRESAS DE EDIFICACION ;

Entre las inversiones de renta variable están indudablemente comprendidas las empresas de edificación, con la característica especial de su dependencia en un 50 % a 70 % de productos elaborados por otras empresas, por tanto su porcentaje de riesgo se incrementa.

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

En la publicación del Diario Oficial de la Federación con fecha 26 de Enero de 1970, aparecen las " Bases y Normas para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas ", en las cuales se ratificó la obligatoriedad de ejecución de Obras Públicas contratando únicamente por Precios Unitarios, es decir, se reduce el gran riesgo de un Precio Alzado a cientos de pequeños precios alzados denominados Precios Unitarios.

En una casa habitación de tipo medio, intervienen aproximadamente 300 conceptos de obra que a su vez generan 300 precios unitarios.

Por otra parte, los mencionados conceptos de obra están integrados por aproximadamente 1 000 diferentes productos, algunos de ellos sujetos únicamente al valor del mercado en esa época y en ese lugar, y otras tan complejas, como la mano de obra cuyos parámetros, no son sólo el valor del salario en esa época y en ese lugar, sino que intervienen todas las condiciones aleatorias tales como clima, relaciones obrero-patronales, sistema constructivo, dificultad o facilidad de realización, seguridad o inseguridad en el proceso, sistemas de pago, etc, etc.

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

Otro elemento a considerar, debido a la libre competencia, y a la proliferación de empresas constructoras, es el factor de imprevistos el cual se constrifre a valores entre 1 y 3 % .

Olvidando las condiciones negativas, tenemos en contrapeso que, para una inversión unitaria (1) podemos realizar obra con un monto entre 5 y 10 unidades, que perfectamente planeada, organizada, dirigida y controlada, puede producir un 10 % de utilidad bruta, es decir, entre 0.5 y 1.0 unidades (50 % a 100 % de rentabilidad anual), es decir, la empresa constructora es el instrumento de producción de capital más rápido, así como también el más funesto, dado que ésta pretendida utilidad, puede también ser pérdida.

Por tanto, una empresa de riesgos tan altos, tiene que estar sustentada con la mejor de las técnicas para asegurar su continuidad.

TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR).

Para que una inversión propuesta parezca " rentable " a los ojos de los inversionistas; éstos deben esperar recibir mas dinero que el invertido. En otras palabras, los inversionistas esperan recibir, una tasa de retorno justa sobre la inversión.

Quando el período de interés es igual o menor que un año, la tasa de retorno (TR) en porcentaje para el período de interés es:

$$TR = \frac{\text{Cantidad de dinero recibida - inversión original}}{\text{inversión original}} \cdot 100 \%$$

$$TR = \frac{\text{utilidad}}{\text{inversión original}} \cdot 100 \%$$

El cálculo para la tasa de interés es exactamente el mismo que para calcular la tasa de retorno :

$$\text{Porcentaje de la tasa de interés} = \frac{\text{Interés acumulado por unidad de tiempo}}{\text{cantidad original}} \cdot 100 \%$$

Los dos términos pueden ser intercambiados, pero generalmente la tasa de retorno se utiliza al determinar la rentabilidad de una inversión propuesta o pasada mientras que la tasa de interés se usa cuando se solicita capital en préstamo o cuando se ha establecido una tasa fija, tal como ocurre con un bono.

Como se expresó anteriormente, los inversionistas esperan obtener una utilidad o tasa de retorno "razonable" debe ser mayor que alguna tasa de retorno establecida. Esta tasa establecida es generalmente la que puede recibirse de un banco o de alguna otra inversión segura; de esta manera, la tasa "razonable" es generalmente mayor que la tasa del banco ya que casi todas las otras inversiones representan algunos riesgos o incertidumbres. Esta tasa "razonable" se denomina la tasa mínima de retorno requerida o tasa mínima atractiva de retorno (TMAR).

Para la mayoría de las organizaciones comerciales e industriales, la cantidad de inversión de capital disponible es el recurso limitante; lo que significa que hay muchas oportunidades de inversión que producirían una tasa de retorno mayor aún que la TMAR. Sin embargo, puesto que sólo los fondos limitados de inversión están disponibles, los proyectos que se emprenden generalmente tienen una tasa de retorno proyectada bastante mayor que la TMAR. Además, varios proyectos que no pueden ser financiados inmediatamente debido al capital limitado, tienen también tasas de retorno proyectadas mayores que la TMAR.

Por lo tanto, los nuevos proyectos que están en consideración no se emprenderán a menos que su tasa de retorno esperada sea por lo menos igual que la tasa de retorno de la propuesta menos atractiva que no se ha financiado todavía. La figura III.3.6 representa la relación entre los diferentes valores de la tasa de retorno.

El concepto importante que debe ser comprendido es que se debe establecer una TMAR; entonces los proyectos presentados que se estima que no van a producir una tasa de retorno mayor o igual a la TMAR pueden considerarse como económicamente aceptables.

PORCENTAJE

Para ser consideradas todas las propuestas deben ofrecer por lo menos TMAR.

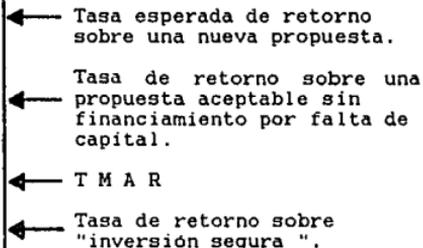


Fig. III.3.6 Relación entre diferentes valores de tasa de retorno.

La toma de cualquier tipo de decisión tiene como objetivo la maximización de la utilidad. dado que todas las alternativas de inversión deben producir un retorno que exceda alguna tasa mínima atractiva de retorno (TMAR). Esta tasa de quiebre es generalmente el resultado de una política decisoria adoptada por la administración de la empresa.

La tasa mínima atractiva de retorno puede visualizarse como una tasa a la cual se puede volver a invertir porque tiene un alto número de oportunidades que generan ese retorno.

Siempre que se comprometa cualquier cantidad de dinero en una propuesta de inversión, se va de las manos una oportunidad de invertir ese mismo dinero a la TMAR. Por esta razón, la TMAR es considerada en ocasiones como un costo de " oportunidad ".

Si esta visión de oportunidades de inversión se extiende hacia el futuro, puede suponerse que los beneficios producidos por las inversiones actuales pueden invertirse a la TMAR. Bajo estas circunstancias, la tasa mínima atractiva de retorno se ha llamado una tasa de " reinversión " debido a que el ingreso futuro percibido por las inversiones actuales se mira como invertido o " reinvertido " a esa tasa.

SELECCION DE UNA TASA DE INTERES.

Todavía no existe un método satisfactorio para determinar de manera precisa esa tasa, debido a que la tasa que se seleccione representa el objetivo que en cuanto a utilidades tiene la empresa, y se basa generalmente en el juicio de la alta administración.

Si la TMAR seleccionada es muy alta, entonces pueden rechazarse muchas inversiones que tienen unos buenos retornos. Por otro lado, una tasa que sea muy baja puede abrir la puerta para aceptar un gran número de propuestas, algunas de las cuales son marginalmente productivas o conducirán a pérdidas económicas.

Un método para seleccionar una TMAR consiste en examinar las propuestas disponibles para inversión e identificar la máxima tasa que se puede obtener si los fondos no se invierten en las propuestas que se estén considerando. Por ejemplo, un individuo debe evitar seleccionar una TMAR que sea menor que la tasa de interés que pagan los bancos en sus cuentas de ahorro. El individuo tiene siempre la posibilidad de invertir a la tasa bancaria independientemente de las demás oportunidades de inversión que tenga. Por esta razón, la alternativa de "no hacer nada" (que representa el retorno devengado si se rechazan todas las propuestas de inversión bajo análisis) supone que todos los fondos disponibles se invierten a la TMAR.

Otra consideración importante al escoger una TMAR es el racionamiento de recursos escasos, capital de inversión. Por ejemplo, una empresa grande puede desear asegurar que los fondos asignados a sus varias divisiones se usen efectivamente. Si existe una variedad grande en la calidad de las propuestas producidas por una división, comparadas con las de otra, la TMAR apropiada prevendrá invertir en propuestas que no sean productivas. Esta situación permite la redistribución de los fondos no invertidos en las divisiones que tengan propuestas con un retorno alto.

Este concepto del racionamiento del capital puede también emplearse en decisiones de inversión que deben tomarse a lo largo de cierto periodo de tiempo. El hecho de que existan ciclos en los negocios, produce fluctuaciones en la calidad de las propuestas de inversión en los diferentes puntos sobre la escala de tiempo. La selección apropiada de la TMAR puede prevenir la inversión en propuestas marginalmente productivas durante los años "malos". Estos fondos no invertidos pueden estar disponibles para financiar propuestas de mejor calidad en los años "buenos".

ALTERNATIVA DE "NO HACER NADA".

Se supone que si los fondos disponibles no se invierten en los proyectos que se están considerando lo serán en la alternativa de "no hacer nada". La alternativa "no hacer nada" no significa que los fondos se "escondan" en el colchón y que, por consiguiente no generarán ningún retorno.

Esto significa, que el inversionista "no hará nada" acerca de los proyectos que esté considerando y que los fondos disponibles se colocarán en inversiones que generarán una tasa de retorno igual a TMAR.

Quando la tasa de retorno de cualquier alternativa es igual a TMAR. (como se supone para la alternativa de " no hacer nada ") la utilidad equivalente será igual a cero. Esto simplifica la comparación de alternativas porque el patrón del flujo de caja de " no hacer nada " no tiene que conocerse y puede suponerse, con fines de cálculo, que no se tiene ningun asociado con esa alternativa. Este procedimiento se muestra en la Tabla III.3.7 y conducirá a la conclusión apropiada.

FIN DEL AÑO				
	No hacer nada	A ₁	A ₂	A ₃
0	N \$ 0	-N\$ 5 000	-N\$ 8 000	-N\$ 10 000
1 - 10	0	1 400	1 900	2 500

Tabla III.3.7

VALOR PRESENTE DE LA INVERSION TOTAL.

Este criterio es uno de los más frecuentemente empleados para seleccionar una alternativa de inversión de un conjunto de ellas. El objetivo es escoger aquella que tenga el valor presente máximo.

Lo que se requiere es calcular el valor presente para el flujo de caja que representa cada alternativa. Se selecciona luego la alternativa que muestre el valor presente maximo y desde luego que esa cantidad sea positiva, para garantizar que la alternativa genera un retorno superior a la tasa mínima atractiva de retorno.

Empleando una TMAR = 15 % como por ejemplo de la tabla III.3.7, los cálculos del valor presente son :

$$VP (15)_{0} = - N\$ \quad 0.00$$

$$VP (15)_{A_1} = -N\$ 5 000 + N\$ 1 400 (5.0188) = N\$ 2 026.32$$

$$VP (15)_{A_2} = -N\$ 8 000 + N\$ 1 900 (5.0188) = N\$ 1 535.72$$

$$VP (15)_{A_3} = -N\$10 000 + N\$ 2 500 (5.0188) = N\$ 2 547.00$$

El máximo de los valores presentes para estas cuatro alternativas es igual a N\$ 2 547.00 que es el valor presente de la alternativa A₃. Aunque la alternativa seleccionada tiene el costo inicial mayor, es ciertamente posible que alternativas con menores costos iniciales tengan valores presentes mayores que aquellas con costos iniciales más grandes.

Por ejemplo, si se excluye la alternativa A_2 , se ve que la A_1 tiene un valor presente mayor que la A_2 a pesar de que requiere un desembolso inicial menor.

LA OBRA COMO UN SISTEMA INDEPENDIENTE.

En toda actividad desplegada por el hombre y tendiente a emprender y concluir un objetivo, se debe observar y tomar en consideración los medios más idóneos y concordantes a fin de que dicha actividad resulte al final eficaz y provechosa de acuerdo a los planes y programas propuestos implícitamente dentro de las finalidades e inquietudes que motivaron a llevarlo a cabo.

De tal suerte es así, que los medios de que se sirve cualquier empresario (llámese ingeniero, industrial, comerciante, etc) deben observar imprescindiblemente un orden estrictamente necesario de tal forma que los mismos, en forma particular, resulten eficaces, esto es, aporten la utilidad esperada contribuyendo a la óptima realización del objetivo programado.

En virtud de lo anterior no se puede hablar de la obra como un sistema independiente, dada la correlación entre los diferentes procesos que conforman a la misma, ya que sin el primer elemento no es posible la consecución del segundo, y así sucesivamente. Por otra parte, es menester señalar por simple lógica y sentido común; que tampoco es saludable para la obtención de los resultados deseados, sortear los elementos de que se compone nuestro sistema, es decir, ningún elemento o proceso sustituirá a otro en el orden que a cada uno le corresponde ya que de lo contrario se atenta contra los planes y programas de nuestro proyecto.

En este sentido y con el objeto de ilustrar las aceveraciones anteriores se da como ejemplo lo siguiente :

- No se podrán elaborar precios unitarios sin antes realizar las estimaciones de los costos de mano de obra, materiales y equipo.
- No se llevará a cabo la elaboración de la ruta crítica sin antes proporcionar la duración que cada actividad consumirá.

Y así podríamos seguir enumerando todos los procesos que se preceden en forma lógica y organizada para tener como finalidad la construcción de una obra determinada.

Se ha hecho hincapié constantemente en que se deben llevar a cabo las actividades a un "feliz término", pero no todo es color de rosa, sino que detrás de cada una de estas actividades hay una

serie de obstáculos a los que hay que enfrentarse para si bien no obtener todo lo programado si llevarlas a cabo con un alto porcentaje de seguridad de que cumplirán con su cometido.

De todos los procesos de que se compone nuestro sistema (obra) habrá 3 ó 4 que no presentan problemas para su realización, de acuerdo con una encuesta realizada en el medio de la Industria de la Construcción.

Como nos podemos percatar es un índice muy bajo de seguridad de poder cumplir satisfactoriamente cada proceso y como ejemplo mencionaremos con que tipo de problemas se enfrenta tan sólo un determinado proceso.

OBSTACULO : Falta de personal adecuado y capacitado.
Este problema afecta a los siguientes procesos por mencionar algunos.

- Análisis de mano de obra.
- Planeación y análisis financiero.
- Administración de maquinaria, mantenimiento e inventario.
- Contabilidad.
- Ejecución de obra, comparación de lo real contra lo programado en actividades y costos.
- Definición del procedimiento de construcción.
- Análisis de costos unitarios.

La posible solución a este problema sería :

- a) Conservar los equipos de trabajo manteniendo al personal más capacitado.
- b) Dar capacitación en épocas de recesión para conservar el personal más preparado.
- c) Atraer al personal más preparado mediante niveles de sueldo atractivos.
- d) Preparar al personal en la utilización de tecnologías actuales.

Como se mencionó anteriormente es tan sólo un proceso de todos los que se compone nuestro sistema.

Y como nuestro objetivo es tratar de mejorar la operación de la empresa constructora, es necesario analizar y atacar los obstáculos, para que se logre una empresa que cumpla con su cometido, el bienestar comun.

III.4 INTEGRACION DEL PRESUPUESTO. ESTRATEGIA DE PRESUPUESTACION. IMPUESTOS.

Se definió como presupuesto a " Una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato ".

Siendo un presupuesto el reflejo final de todos los balances mencionados en el capítulo I, y donde finalmente se puede averiguar la factibilidad de un proyecto.

A continuación se expone un formato completo para un presupuesto tomando en consideración que para cada caso en particular, se modifican tanto especificaciones como cantidades de material según las costumbres y épocas de construcción.

Por otra parte, es indudable que existen elementos indispensables para viviendas que no son función lineal del área ni volumen de la construcción considerada, es decir, podemos distinguir en cualquier construcción tres tipos de integrantes, como son :

a) Componentes constantes.

Tales como licencias de construcción, permisos, toma de agua, salida de drenajes, instalación sanitaria, muebles de baño, lámparas, etc.

b) Componentes relativos.

Tales como excavaciones, plantillas, rellenos, cimentaciones, muros, dadas, castillos, recubrimientos, pintura, limpieza, etc.

c) Componentes lineales.

Tales como firmes, losas de concreto, pisos, plafones, enladrillados e impermeabilizaciones de azoteas, etc.

PRESUPUESTO

FECHA _____	HOJA 1 DE 8	CLIENTE _____	CONSTRUCTOR _____		
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
04-0000	GASTOS GENERALES				
04-	Proyecto y calculos				
04-	Planos y copias				
04-	Alineamineto y número oficial.				
04-	Conexión de agua				
04-	Conexión de drenaje				
04-	Conexión provisional de luz				
04-	Licencia de salubridad				
04-	Licencia de construcción				
04-	Inspección control eléctrico.				
04-	Gastos bancarios y notariales.				
04-	Velador.				
				SUMA	
04-0000	OBRAS PRELIMINARES				
04-0100	DEMOLICIONES				
04-01	Demolición de				
04-01	Demolición de				
04-01	Demolición de				
				SUMA	
04-0200	LIMPIA Y TRAZO				
04-02	Limpia	m ² .			
04-02	Trazo y nivelación	m ² .			
				SUMA	
04-0300	EXCAVACIONES				
04-03	Excavación en mat. tipo	m ³ .			
04-03	Excavación en mat. tipo	m ³ .			
				SUMA	
04-0400	ACARREOS				
04-04	Acarreos	m ³ .			
04-04	Acarreos	m ³ .			
				SUMA	
04-0500	RELLENOS				
04-05	Relleno	m ³ .			
04-05	Relleno	m ³ .			
04-05	Plantilla	m ² .			
				SUMA	

PRESUPUESTO

FECHA	HOJA_2_DE_8	CLIENTE	CONSTRUCTOR		
OBRA	UBICACION				
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
05-0000	ESTRUCTURA				
05-0000	CIMENTACION				
05-0	Cimientos de mampostería	m ³ .			
05-0	Cimientos de	m ³ .			
05-0	Pilotés (anexar presupuesto)				
				SUMA	
05-0100	CIMBRAS				
05-01	Cimbras en zapatas	m ² .			
05-01	Cimbras en contratraves	m ² .			
05-01	Cimbras en columnas de	m ² .			
05-01	Cimbras en columnas de	m ² .			
05-01	Cimbras en trabes	m ² .			
05-01	Cimbras en trabes	m ² .			
05-01	Cimbras en trabes	m ² .			
05-01	Cimbra en losa	m ² .			
05-01	Cimbra en muros	m ² .			
05-01	Block para entrepiso	m ² .			
				SUMA	
05-0200	ACERO DE REFUERZO				
05-02	En cimentación No. Fy-	Ton.			
05-02	En cimentación No. Fy-	Ton.			
05-02	En cimentación No. Fy-	Ton.			
05-02	En cimentación No. Fy-	Ton.			
05-02	En cimentación No. Fy-	Ton.			
05-02	Malla electrosoldada No.	m ² .			
				SUMA	
05-0300	CONCRETO HIDRAULICO				
05-03	En cimentación	m ³ .			
05-03	En columnas	m ³ .			
05-03	En muros	m ³ .			
05-03	En trabes	m ³ .			
05-03	En losas	m ³ .			
				SUMA	

PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA <u>3</u> DE <u>8</u>		CLIENTE _____	CONSTRUCTOR _____		
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
06-0000	ALBANILERIA				
06-0100	CADENAS				
06-01	Cadenas de	m.			
06-01	Cadenas de	m.			
06-01	Cadenas de	m.			
				SUMA	
06-0200	CASTILLOS				
06-02	Castillos de	m.			
06-02	Castillos de	m.			
06-02	Castillos de	m.			
				SUMA	
06-0500	MUROS				
06-05	Muros de	m ² .			
06-05	Muros de	m ² .			
06-05	Muros de	m ² .			
				SUMA	
06-0800	CEJAS				
06-08	Cejas de	m.			
				SUMA	
06-0900	CELOSIAS				
06-09	Celosías de	m ² .			
				SUMA	
06-1100	FIRMES				
06-11	Firmes de	m ² .			
06-11	Firmes de	m ² .			
				SUMA	
06-1400	PISOS				
06-14	Pisos de	m ² .			
06-14	Pisos de	m ² .			
				SUMA	

PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA 4 DE 8		CLIENTE _____		CONSTRUCTOR _____	
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
06-1700	APLANADOS				
06-17	Repellado de	m ² .			
06-17	Aplanado de	m ² .			
				SUMA	
06-2000	RECUBRIMIENTOS				
06-20	Recubrimiento de	m ² .			
06-20	Recubrimiento de	m ² .			
				SUMA	
06-2300	COLOCACIONES				
06-23	Colocación de	pza.			
06-23	Colocación de	pza.			
06-23	Colocación de	pza.			
				SUMA	
06-2500	IMPERMEABILIZACIONES				
06-25	Impermeabilización de	m ² .			
06-25	Impermeabilización de	m ² .			
06-25	Impermeabilización de	m ² .			
				SUMA	
06-2700	AZOTEAS				
06-27	Pretil	m ² .			
06-27	Relleno de tezontle	m ³ .			
06-27	Enladrillado	m ² .			
06-27	Chaflán	m.			
				SUMA	
06-2900	REGISTROS Y DRENAJES				
06-29	Tubo albañal de	m.			
06-29	Tubo albañal de	m.			
06-29	Registro de	pza.			
06-29	Registro de	pza.			
				SUMA	
07-0000	YESERIA				
07-00	Yeso en	m ² .			
07-00	Yeso en	m ² .			
07-00	Yeso en	m ² .			
07-00	Plafón falso	m ² .			
				SUMA	

PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA_5_DE_8_		CLIENTE _____		CONSTRUCTOR _____	
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
08-0000	CANCELERIA				
08-00	Estructural	m ² .			
08-00	Estructural	m ² .			
08-00	Tubular	m ² .			
08-00	De aluminio	m ² .			
08-00	De aluminio				
				SUMA	
09-0000	VIDRIERIA				
09-00	Vidrio	m ² .			
09-00	Cristal	m ² .			
				SUMA	
10-0000	CARPINTERIA				
10-00	Puerta de	pza.			
10-00	Puerta de	pza.			
10-00	Closet de	pza.			
10-00	Ventanas	pza.			
10-00	Escaleras	pza.			
10-00	Lambrines	m ² .			
10-00	Pisos	m ² .			
				SUMA	
11-0000	CERRAJERIA				
11-00	Chapas exteriores	pza.			
11-00	Chapas interiores	pza.			
11-00	Chapas comunicacion	pza.			
11-00	Chapas baños	pza.			
11-00	Chapas recámaras	pza.			
11-00	Chapas closets	pza.			
				SUMA	
12-0000	PINTURA				
12-00	Vinílica en	m ² .			
12-00	Esmalte en	m ² .			
12-00	Barniz en	m ² .			
				SUMA	
13-0000	ACABADOS EN PISOS Y MUROS				
13-00	Lozeta vinílica	m ² .			
13-00	Zoclo vinílico	m ² .			
13-00	Alfombra	m ² .			
13-00	Piso apoxico	m ² .			
				SUMA	

PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA_6_DE_8_		CLIENTE _____		CONSTRUCTOR _____	
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
13-00	Tapiz en muros	m ² .			
13-00	Recubrimientos apóxicos	m ² .			
14-0000	LIMPIEZA			SUMA	
14-00	Limpieza de	m ² .			
15-0000	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA			SUMA	
15-00	Material de plomería	lote			
15-00	Mano de obra de plomería	lote			
15-00	Tinas	pza.			
15-00	Excusados	pza.			
15-00	Lavabo	pza.			
15-00	Accesorios	pza.			
15-00	Botiquines	pza.			
15-00	Calentador	pza.			
15-00	Lavadero	pza.			
15-00	Fregadero	pza.			
15-00	Cocina integral	lote			
16-0000	INSTALACION ELECTRICA			SUMA	
16-00	Salidas de centro	sal.			
16-00	Salidas arbotantes	sal.			
16-00	Salidas exteriores	sal.			
16-00	Salidas contactos	sal.			
16-00	Timbres	pza.			
16-00	Teléfono	sal.			
16-00	Tablero	pza.			
16-00	Alimentación general	lote			
16-00	Interfonos	lote			
16-00	Interruptores	pza.			
16-00	Acometida de luz	lote			
17-0000	INSTALACIONES ESPECIALES			SUMA	
17-00	Equipo hidroneumático	lote			
17-00	Aire acondicionado	lote			
17-00	Bombas	lote			
17-00	Elevadores	lote			
17-00	Chimeneas	lote			
				SUMA	

PRESUPUESTO

FECHA _____ HOJA 7 DE 8		CLIENTE _____		CONSTRUCTOR _____	
OBRA _____					
UBICACION _____					
CLAVE	C O N C E P T O	UND	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
18-0000	ESTRUCTURA METALICA				
18-00	Anclas				
18-00	Placas de asiento				
18-00	Columnas				
18-00	Trabes				
18-00	Armaduras				
18-00	Largueros				
18-00	Contravientos y tensores				
				SUMA	
19-0000	VARIOS				
19-00					
19-00					
19-00					
19-00					
				SUMA	

RESUMEN POR PARTIDAS

FECHA _____	HOJA 8 DE 8	CLIENTE _____	CONSTRUCTOR _____
OBRA _____	UBICACION _____		
CLAVE	CONCEPTO	IMPORTE	
04-0000	GASTOS GENERALES		
04-0100	DEMOLICIONES		
04-0200	LIMPIA Y TRAZO		
04-0300	EXCAVACIONES		
04-0400	ACARREOS		
04-0500	RELLENOS		
05-0000	CIMENTACIONES		
05-0100	CIMBRAS		
05-0200	ACERO DE REFUERZO		
05-0300	CONCRETO HIDRAULICO		
06-0100	CADENAS		
06-0200	CATILLOS		
06-0500	MUROS		
06-0800	CEJAS		
06-0900	CELOSIAS		
06-1100	FIRMES		
06-1400	PISOS		
06-1700	APLANADOS		
06-2000	RECUBRIMIENTOS		
06-2300	COLOCACIONES		
06-2500	IMPERMEABILIZACIONES		
06-2700	AZOTEA		
06-2900	REGISTROS Y DRENAJES		
07-0000	YESERIA		
08-0000	CANCELERIA		
09-0000	VIDRIERIA		
10-0000	CARPINTERIA		
11-0000	CERRAJERIA		
12-0000	PINTURA		
13-0000	ACABADOS EN PISOS Y MUROS		
14-0000	LIMPIEZAS		
15-0000	INSTALACION HIDRAULICA Y SANIT.		
16-0000	INSTALACION ELECTRICA		
17-0000	INSTALACIONES ESPECIALES		
18-0000	ESTRUCTURA METALICA		
19-0000	VARIOS		
VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO			
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO 10 %			
IMPORTE TOTAL			

CONCEPTOS Y MATERIALES BASICOS DE LOS PRESUPUESTOS

Existen generalmente dentro de los presupuestos un pequeño número de conceptos que representan un alto porcentaje del valor total de la obra.

Son a estos conceptos a los que debemos poner especial atención al efectuar su análisis y cuantificación.

Para identificar los conceptos base de un presupuesto únicamente deshecharemos de él los que tengan un importe menor del 1.5 % del valor total del mismo, comprobando que los restantes (entre un 20 % y un 30 %) sumen entre ellos del 70 % al 80 % del valor total del presupuesto.

Generalmente en obras de edificación ejecutadas por el método tradicional y materiales convencionales destacan como conceptos básicos :

- Estructuras de Concreto

- * Cimentaciones
- * Columnas
- * Trabes y losas

- Muros

En las que el personal que interviene es la mano de obra básica :

- * Oficial albañil
- * Peón

Y por lo que respecta a los materiales básicos que son :

- | | |
|------------------------|----------------------|
| - Cemento | - Acero de refuerzo |
| - Arena | - Madera para cimbra |
| - Grava | - Block |
| - Concreto premezclado | - Tabique |

ESTRATEGIA DE PRESUPUESTACION

Es muy difícil poder conseguir algún libro de presupuestos que sea perfecto, porque es un tema en el que entran tantas actividades y por consiguiente tantas excepciones, que nunca puede llegar a abarcar todos los problemas.

El presupuesto, es una de las tareas más arduas del trabajo de una construcción; y no simplemente en esta área sino en cualquier actividad del quehacer humano. Cualquier precaución que se tenga para llegar a un resultado feliz es poco. Como ya se mencionó, elaborar un presupuesto es una tarea nada fácil que requiere de la utilización tanto de recursos humanos como de materiales en los que una compañía del ramo de la construcción o cualquiera que sea su actividad, tendrá que efectuar erogaciones

que probablemente no sean recuperadas. ¿ Por qué se hace mención a esto ?

Porque en la mayoría de las empresas existen obras por concurso en las que el cliente, llámese sector público o privado, solocitan como requisito indispensable la elaboración de un presupuesto, el cual ha de ser lo más semejante posible en costo, condiciones, especialidad y tiempo de ejecución al de la parte contratante.

El presupuestista, deberá tener mucho cuidado de no omitir ningún detalle por pequeño que sea, ya que estos errores se reflejarán al final del costo total.

Lo mejor para esto, es seguir un orden y se recomienda escoger el del ritmo de la construcción, es decir, agrupar los diferentes trabajos en unidades en las que entren los mismos especialistas, por ejemplo, en el concepto de preliminares, se efectúan las siguientes actividades :

- Demoliciones
- Limpieza y trazo
- Acarreos
- Rellenos
- Trazo y nivelación
- Etc, etc.

Para el concepto de cimentaciones tenemos :

- Excavaciones
- Plantilla
- Cimientos
- Acero de refuerzo
- Cimbra
- Etc, etc.

Y así sucesivamente cada concepto de trabajo. Algo muy importante es la toma de datos de los planos, que deben ser recogidos de estos lo más que sea posible, porque es malo que se pierda una obra por haberla encarecido, pero mucho peor es dar un presupuesto y quedar cortos en su elaboración.

Hay que tener cuidado que en ocasiones, por las características de los trabajos, muchas unidades se repiten y esto ocasionaría un doble trabajo sin necesidad de ello, por ejemplo :

Excavaciones - cimientos - Generalmente las cifras son las mismas para los dos trabajos.

Es conveniente no descuidar ninguna partida por valorar. Es muy frecuente que esto ocurra, por no considerarlas de importancia o pasen por alto dado la insignificancia de su importe pero, recordemos, que cualquier cosa pasada por alto es un dato más que se acumula en contra del presupuesto.

Algo muy importante que el presupuestista no debe olvidar, es que no en todas las regiones de la República Mexicana, se tienen los mismos medios de trabajo; que las condiciones de vida, climatológicas, costumbres y tradiciones, ciclos agrícolas, etc., no son los mismos; que la distancia de la obra al núcleo de población más cercano, es un detalle que significa en la valoración de la obra, puesto que se ve incrementado el sueldo de la mano de obra con las dificultades de su contratación y sus exigencias.

El someter un presupuesto a concurso, puede provenir, como se ha indicado, de una invitación de personas o entidades que requieren valorar una construcción de antemano; pero esta valoración se efectuará entre varios contratistas y es entonces cuando se entra en licitación para llegar a un precio más bajo que los demás.

Existen ciertos detalles que el contratista puede manejar para lograr reducir el presupuesto de un concurso, por ejemplo :

- Asociar en lo posible los trabajos.
- Forzar el ritmo de las obras y sacar el máximo rendimiento de la mano de obra.
- Descuentos en las compra de materiales y renta de maquinaria.
- Aprovechamiento de las condiciones favorables de ubicación de la obra.
- Aprovechamiento al máximo de los materiales.

Estos son algunos de los que se podrían mencionar pero esto aunado con la experiencia tanto del presupuestista como de la compañía, se llega a obtener el mejor presupuesto y con esto ganar la obra concursada.

IMPUESTOS.

FEDERALES

- 1) Ingresos mercantiles, tasa general para constructoras.

Este impuesto la ley permite no sólo reflejarlo, sino también repercutirlo, es decir considerarlo como un porcentaje (4% actual) que afecte el importe de la factura o del recibo.

En la industria de la construcción la costumbre es, incluir y no repercutir este impuesto en la determinación del costo (para el caso de obras particulares).

Para la construcción de obras públicas, derivadas, de contratos con la Federación, Estados, Distrito Federal, Municipios y Organismos Descentralizados, la ley de ingresos mercantiles exige al contratista de este impuesto y por lo tanto no debe considerarse en el precio de venta.

IMPUESTOS ESPECIALES

1) Secretaria de Programación y Presupuesto.

Este impuesto se aplica a obras bajo la supervisión y vigilancia de la Secretaria de Programación y Presupuesto y es del 0.5 % sobre el precio de venta.

Su control es relativamente simple, pero la importancia de su pago oportuno estriba en que si se demora en los pagos los intereses llegan a 4 veces el costo bancario del dinero.

III.5 APLICACION DE PROGRAMACION LINEAL, SIMULACION Y ARBOL DE DECISIONES.

PROGRAMACION LINEAL.

Existen muchos problemas de optimización cuyo modelo matemático es de tal naturaleza que se pueden resolver con la técnica de optimización conocida con el nombre de programación lineal.

La estructura de los problemas que pueden resolverse con esta técnica es siempre la misma, de manera que contando con un buen programa para la solución de éstos, pueden resolverse sin necesidad de tener que escribir programas especiales para la solución de problemas particulares.

La función de la programación lineal es la de distribuir recursos (o riquezas de cualquier clase) escasos, entre diferentes actividades en competencia y el realizar esto de una manera óptima.

La programación lineal se aplica en donde se debe llevar a cabo un cierto numero de actividades, pero existen limitaciones en la cantidad de recursos o en el modo de utilizarlos que nos impiden desarrollar cada actividad de la manera que se considera más efectiva. En tales situaciones queremos distribuir los recursos disponibles entre las actividades, de tal forma que se optimice la efectividad total.

Con el objeto de poder llegar a una decisión óptima, todas las combinaciones posibles de distribuir los recursos a las actividades deben de ser analizadas

Al resolver problemas de programación lineal se consideran medidas de efectividad total tales como : ganancia, costos, cantidades producidas, etc.

En el costo de programación lineal, las restricciones generalmente se expresan en términos de " no más que ", " no menos que ", " cuando menos " y " cuando más ", por lo tanto casi siempre son representadas por desigualdades o por un sistema de desigualdades.

Un modelo matemático que describe el problema en cuestión es siempre utilizado en programación lineal.

La palabra lineal significa que todas las relaciones hacen intervenir las variables en el primer grado.

Por lo anterior, la programación lineal puede ser utilizada para problemas de optimización, en los cuales se tiene que satisfacer las siguientes condiciones :

- a) Debe de existir un objetivo, tal como ganancia, que debe ser optimizado y el cual puede ser expresado como, ó representado por , una función lineal.
- b) Deben existir restricciones en la cantidad o forma de lograr el objetivo y estas restricciones deben poder expresarse como un sistema de igualdades o de desigualdades lineales.

MODELO MATEMATICO EN LA PROGRAMACION LINEAL.

Un modelo matemático de programación lineal implica la maximización o minimización de una función lineal de un conjunto de variables no negativas, sujeta a un conjunto de desigualdades también lineales que relacionan a las variables.

El punto de vista de la programación lineal es el de considerar un sistema como factible de ser descompuesto en una serie de funciones elementales llamadas " actividades ". La cantidad de cada actividad se llama " nivel de la actividad " y lo representaremos por el valor que tomen las variables X_i .

La forma general del modelo matemático de programación lineal la consideraremos como sigue :

Encontrar X_1, X_2, \dots, X_n (los niveles de n actividades) tales que maximicen la función lineal :

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

función que llamaremos " función objetivo ". Satisfaciendo las m restricciones lineales :

$$\begin{aligned} a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n &\leq b_1 \\ a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n &\leq b_2 \\ \dots &\dots \\ a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n &\leq b_m \end{aligned}$$

y tales que los niveles de actividad sean positivos o nulos, es decir :

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$$

donde: (a_{ij}) , (C_j) y (b_i) son constantes conocidas.

La misma generalización utilizando matrices sería :

$$\text{Dada } A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}, B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\} \text{ y } C = (C_1, C_2, \dots, C_n)$$

el problema general de programación lineal es el de encontrar una o varias $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ no negativas que maximicen CX .
Sujeto a la condición de que : $AX \leq B$

CX se conoce como la función objetivo y las desigualdades lineales contenidas en $AX \leq B$ se llaman restricciones lineales.

INTERPRETACION DEL MODELO MATEMATICO

Consideremos n actividades que están compitiendo por la obtención de ciertos recursos escasos.

X_j representa la intensidad (o nivel) que tomará la actividad j , como por ejemplo la cantidad de mesas tipo j que deberá producir un carpintero que produce varios modelos de mesas pero que está limitado respecto a la cantidad de madera que puede conseguir.

Z representará la medida total de efectividad (el valor de la función objetivo). La función objetivo deberá ser escogida de tal forma que refleje el dato que nos interesa maximizar (como por ejemplo ganancias).

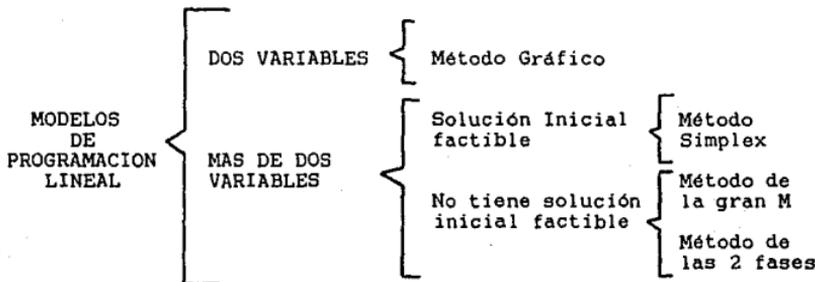
C_j es el incremento que se obtendrá en el valor de la función objetivo (Z), por cada unidad que X_j se incremente. Por ejemplo C_j puede representar la ganancia obtenida de vender una mesa tipo j mencionada antes.

Existen recursos escasos que nos impiden desarrollar cada actividad de la manera que se considera más efectiva. Sea m el número de recursos escasos. La forma que la programación lineal utiliza para indicar en que forma están restringidos cada uno de los recursos es por medio de una desigualdad.

b_i es la cantidad del recurso i con que contamos para surtir a las n actividades.

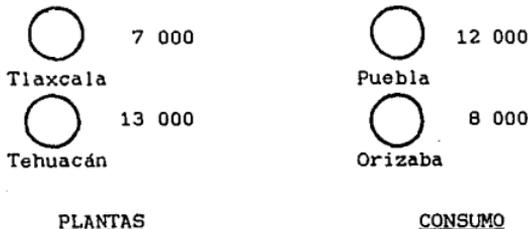
a_{ij} es la cantidad del recurso i que es consumida por cada unidad de actividad j .

El significado de las desigualdades es el de indicar matemáticamente que la suma de las cantidades de recurso escaso i utilizado en las n actividades deberá ser menor o igual que la cantidad del mismo que se dispone.



Ejemplo :

Supongamos que una embotelladora tiene dos plantas, una en Tlaxcala y otra en Tehuacán, con capacidad de 7 000 y 13 000 cajas de refrescos al día, además tiene dos centros de consumo que son Puebla y Orizaba, que pueden consumir hasta 12 000 y 8 000 cajas diarias respectivamente. El costo de envío de una caja de refrescos de los diferentes lugares de producción a los diferentes destinos está dada en la tabla III.5.1



de a	Tlaxcala 1	Tehuacán 2
Puebla 1	0.8	1.00
Orizaba 2	1.30	0.90

El administrador de la empresa debe determinar cuántas cajas deben enviarse de cada embotelladora a cada centro de consumo, de manera que se satisfagan las siguientes condiciones.

Tabla III.5.1.

- 1) Cada embotelladora no puede enviar más cajas que el máximo que puede producir.
- 2) Cada centro de consumo puede obtener tantas cajas como puede consumir.
- 3) Deben minimizarse los gastos de transporte.

Para plantear este problema en el marco de las ecuaciones siguientes :

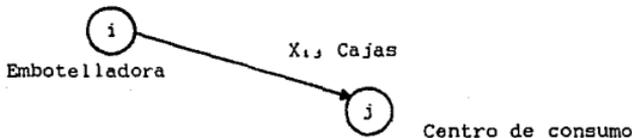
$$M = M (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$C_i = C_i (X_1, X_2, \dots, X_n) \geq 0 \text{ para } i = 1, 2, \dots, p$$

$$C_i = C_i (X_1, X_2, \dots, X_n) \leq 0 \text{ para } i = p + 1, \dots, r$$

$$C_i = C_i (X_1, X_2, \dots, X_n) = 0 \text{ para } i = r + 1, \dots, n$$

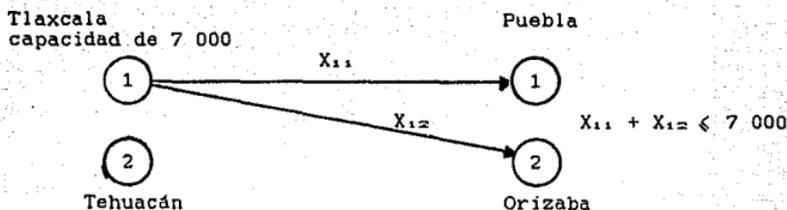
es necesario definir la variable : X_i , que es el número de cajas enviadas de la embotelladora situada en la localidad i 'sima ($i=1$ corresponde a Tlaxcala e $i=2$ a Tehuacán) al centro consumidor j 'simo (1 es el índice de Puebla y 2 el de Orizaba). El problema puede plantearse de la siguiente manera :



Las cajas enviadas de la localidad 1 (Tlaxcala) al centro de consumo 2 (Puebla), que representaremos con X_{12} , más las cajas enviadas de la localidad 1 al centro de consumo 2 (Orizaba), X_{12} no deben exceder la capacidad de la embotelladora de la localidad 1 que es de 7 000 cajas, es decir,

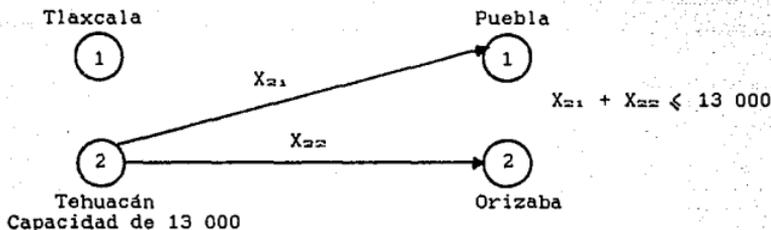
$$X_{11} + X_{12} \leq 7\ 000$$

Ilustrando el planteamiento de la ecuación :



La producción total de la embotelladora de la 2a. localidad es de 13 000 cajas y su ecuación es de la forma :

$$X_{21} + X_{22} \leq 13\ 000$$

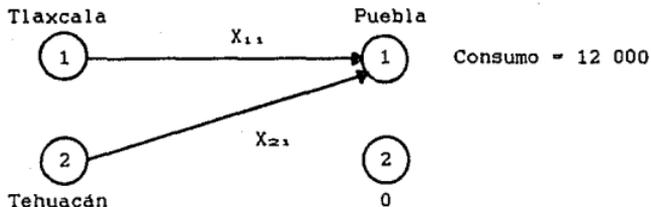


Cada centro de consumo puede obtener tantas cajas como desea.

RESTRICCIONES.

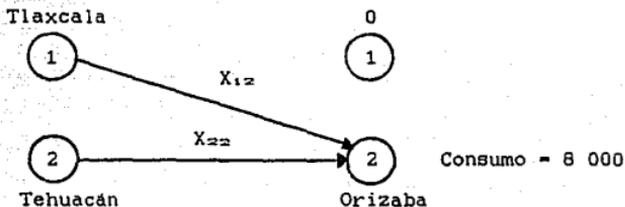
Al centro consumidor 1, Puebla, le llegan X_{11} cajas de Tlaxcala y X_{21} cajas de Tehuacán. Por lo tanto, como el consumo de Puebla es de 12 000 cajas :

$$X_{11} + X_{21} \geq 12\ 000$$



Finalmente como última restricción se tiene que las cajas que recibe Orizaba, centro consumidor 2, deben ser iguales o mayores a 8 000 cajas. Por lo tanto :

$$X_{12} + X_{22} \geq 8\ 000$$



Estableciendo la función objetivo; no perdiendo de vista que se trata de minimizar los costos de transporte que están dados por

$$M = 0.8 X_{11} + 1.0 X_{21} + 1.3 X_{22} + 0.9 X_{22}$$

Debe además imponerse la siguiente condición :

$$X_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j$$

La función objetivo está sujeta a las siguientes restricciones :

$$X_{11} + X_{12} \leq 7\ 000$$

$$X_{21} + X_{22} \leq 13\ 000$$

$$X_{11} + X_{21} \geq 12\ 000$$

$$X_{12} + X_{22} \geq 8\ 000$$

$$X_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j$$

Todos los modelos matemáticos de problemas de programación lineal tienen precisamente esta forma.

Un conjunto de valores de las variables que satisface todas las restricciones del problema se llama una solución factible del problema de programación lineal.

El ejemplo anterior nos ha servido de base para entender cómo podemos plantear un problema cotidiano con la ayuda de programación lineal.

Ahora tendremos un ejemplo de una compañía constructora que tiene X_1 camionetas de 2 toneladas y X_2 de 4 toneladas y desea maximizar su capacidad de transporte.

$$\text{La función objetivo es : } m = 2 X_1 + 4 X_2$$

Teniendo las siguientes restricciones :

- 1) Las camionetas chicas requieren 1 día de mantenimiento al mes, y las grandes 4 días y la compañía tiene disponibles 24 días de mecánico al mes, quedando de la forma siguiente :

$$X_1 + 4 X_2 \leq 24$$

- 2) Esta restricción se refiere a la disponibilidad de andenes de carga. Ambos necesitan el mismo número de andenes y la compañía sólo cuenta con 9 andenes :

$$X_1 + X_2 \leq 9$$

- 3) La tercera restricción se refiere al personal que se requiere para cargarlas y está restringido a 21 personas. Las camionetas chicas requieren de 3 personas y las grandes de 1 persona; por lo tanto :

$$3 X_1 + X_2 \leq 21$$

- 4) La última restricción se refiere a la no negatividad ya que X_1 y X_2 se refieren a las camionetas y no pueden ser negativos sus valores :

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0$$

A continuación se dan unos ejemplos en donde se aplica la programación lineal :

Por ejemplo un problema de transporte donde tres graveras A, B y C disponen de un volumen de agregados y que deben llevarse a ciertas obras que necesitan X cantidad de volumen y no saben si su producción satisficará esos requerimientos.

Otro ejemplo sería el de un fabricante de material prefabricado que desea enviar un número de unidades de viguetas, desde varios almacenes hasta cierto número de obras.

Otra aplicación de la programación lineal es en problemas de mezclado, de envío de diferente tipo de material, en planeación de la producción, etc..., un infinito número de problemas a los que nos enfrentamos diariamente y que necesitan resolverse con la ayuda de la programación lineal.

EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE

Una variante de la programación lineal se denomina método del transporte y se ha desarrollado para el estudio sistemático de los problemas de origen y destino, así como de los pedidos de distintos almacenes a distintas fábricas.

En general, estos problemas presentan dos facetas :

- 1) Se describe la capacidad de las fuentes de suministro (origen)
- 2) Las limitaciones de los puntos de consumo (destino).

Para lograrlo debemos seguir el siguiente planteamiento :

- 1) Definir el problema, fijando todas las relaciones técnicas (restricciones representadas por medio de ecuaciones).
 - a) Es conveniente expresar estas ecuaciones o restricciones matemáticamente, bajo forma de matrices, añadiendo los factores económicos propios del problema.
 - b) Fijar la función objetivo.
- 2) Desarrollar la solución inicial.
 - a) Tiene que ser una solución técnicamente factible.
 - b) Ver si se necesita un solo método matemático o es preciso la utilización de varios.
- 3) Valorar las alternativas.
 - a) Tener en cuenta para estas valoraciones las metas fijadas por la función objetivo
- 4) Seleccionar uno de los objetivos desarrollados, recordando que
 - a) Pueden utilizarse diversos criterios de selección.
 - b) Debemos tener en cuenta los cambios que hayan de efectuarse.
- 5) Debemos describir con una matriz esta nueva solución alcanzada
- 6) Repetir las operaciones anteriores : puntos 3o., 4o. y 5o.
- 7) De nuevo debemos analizar las alternativas que se nos presenten (punto 3).
- 8) Este proceso debe repetirse hasta que al analizar la valoración de las posibles alternativas no veamos ninguna nueva solución posible.

SIMULACION.

Simulación es un proceso numérico diseñado para experimentar el comportamiento de cualquier sistema en una computadora digital, a lo largo de la dimensión tiempo. El comportamiento del sistema se presenta a base de modelos matemáticos y lógicos, diseñados para tal fin. Se puede simular el comportamiento de sistemas económicos, sociales, administrativos, productivos, físicos, químicos, biológicos, etc. Los procesos de simulación se pueden realizar, excepcionalmente, en una computadora analógica, o con papel y lápiz.

La simulación es útil cuando se dificulta o imposibilita la resolución del modelo analítico o numérico requerido en un determinado problema. Comparados con los modelos analíticos y numéricos, los procesos de simulación presentan ventajas y desventajas.

Por un lado, permite estudiar al sistema real sin deformarlo. Los modelos analíticos o numéricos requieren la simplificación del sistema real de estudio, a fin de que se apegue a las condiciones que fundamentan la teoría del modelo en uso; por esto, finalmente muchos modelos analíticos y numéricos resuelvan un sistema deformado muy lejano al sistema real bajo estudio.

Los procesos de simulación son herramientas muy efectivas de entrenamiento de personal y generan una visión macro y micro del sistema bajo estudio mucho más profunda y detallada que cualquier modelo analítico o numérico.

Sin embargo, los procesos de simulación no producen resultados óptimos, sino simplemente buenos. Son procesos muy costosos en cuanto al requerimiento de tiempo de computadoras, necesitan por lo general de equipo electrónico sofisticado, se consume mucho tiempo en el diseño, prueba y verificación de un modelo de simulación y se requiere de estudios de campo intensivos para familiarizarse con el sistema real de estudio.

Concepto de SISTEMA :

Se comprende por sistema, a una colección de componentes que interactúan entre sí como una unidad, para la consecución de un propósito explícito, o implícitamente definido.

Por ejemplo, los componentes de un automóvil. Sin embargo dichos elementos no se pueden estudiar en forma independiente, porque la suma de ellos no necesariamente genera el sistema original.

En los procesos de simulación de cualquier sistema se deben definir los siguientes parámetros :

- Componente .- Cualquier parte importante del sistema. (Un sistema puede tener varios componentes).
- Atributo .- Se refiere a las propiedades de cualquier componente del sistema. (Una componente puede tener varios atributos)
- Actividad .- Cualquier proceso que causa cambios en el sistema.
- Estado del sistema .- Descripción de las componentes, sus atributos y actividades de un sistema, en un determinado período de tiempo.

En la tabla III.5.2 se ilustran algunas de estas definiciones para diferentes sistemas.

Todo sistema se encuentra ubicado o enmarcado dentro de un macrosistema, es decir, de un sistema mayor que le sirve como marco de referencia. A este macrosistema se le conoce como marco ambiental o medio amniótico.

La extensión de la frontera de un marco ambiental, depende del sistema bajo estudio.

SISTEMA	COMPONENTES	ATRIBUTOS	ACTIVIDADES
Tráfico	Automoviles	Velocidad Capacidad	Manejar
	Reglamentos	Claridad Utilidad	Normar
Banco	Clientes	Crédito Balance	Depositar Prestar
	Encaje legal	Monto	Transferir
Comercio	Clientes	Lista de compra	Comprar Pagar
	Productos	Inventario	Surtir

Tabla III.5.2.

Existen actividades, que afectan al sistema bajo estudio y que se originan en un marco ambiental, por lo que es necesario su definición. A dichas actividades se les conoce como actividades exógenas; aquellas que se originan dentro del sistema bajo consideración, se llaman actividades endógenas. Un sistema sin actividades exógenas se llama sistema cerrado; uno que cuenta con ellas se llama sistema abierto.

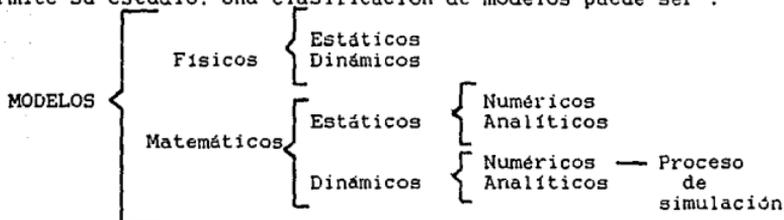
Un sistema determinístico es aquel donde los efectos de una actividad se explican completamente en función de sus insumos. Cuando los efectos varían aleatoriamente, el sistema se denomina estocástico. Un sistema es continuo cuando los efectos de una actividad son continuos, de otra manera, el sistema es discreto.

A continuación algunos ejemplos de estos sistemas :

Sistema determinístico : Una máquina de escribir.- Siempre imprime la letra que corresponde a la tecla que se oprime.

- Sistema estocástico** : Un juego de ruleta .- Cada número tiene una probabilidad de ganar.
- Sistema continuo** : Un avión en vuelo .- La potencia de los motores, la dirección y velocidad del viento, la posición y velocidad del avión son variables que toman valores continuos
- Sistema discreto** : Servicio gineco-obstétrico de un hospital el número de señoras, de salas de parto, camas de recuperación, doctores y enfermeras son variables que toman valores discretos.

La simulación requiere de modelos para poder representar el comportamiento de un sistema en una computadora. Se comprende por modelo, al conjunto de información relativa a un sistema que permite su estudio. Una clasificación de modelos puede ser :



Entre los modelos matemáticos estáticos se encuentran, por ejemplo : La programación lineal, transporte y asignación; entre los matemáticos dinámicos se encuentran la programación dinámica. Los modelos matemáticos pueden ser determinísticos o estocásticos.

PASOS A SEGUIR EN UN PROCESO DE SIMULACION.

Planificar un proceso de simulación requiere de los siguientes pasos :

- Formulación del problema.
- Recolección y procesamiento de la información requerida.
- Formulación del modelo matemático.
- Evaluación de las características de la información procesada.
- Formulación de un programa de computadora.
- Validación del programa de computadora.
- Diseño de experimentos de simulación.
- Análisis de resultados y validación de la simulación.

La utilidad de un modelo consiste en la capacidad de éste para representar el funcionamiento del sistema bajo las condiciones de las operaciones que se esperan en la realidad.

Por ejemplo.- El modelo tipo réplica de una presa se emplea para determinar el valor que tendrían ciertas variables de

interés, como los esfuerzos, si se le somete a las condiciones de operación que se espera encuentre el prototipo, como son fuerzas estáticas y dinámicas principalmente de naturaleza sísmica.

Un modelo formal, como el econométrico, se emplea para predecir qué va a suceder con determinadas variables económicas, en el futuro y bajo condiciones económicas externas al sistema.

Estos dos ejemplos, sirven para ilustrar que un modelo se usa fundamentalmente para predecir el futuro, el comportamiento de una presa todavía no construida o el de la economía bajo condiciones que no se han encontrado hasta el momento.

En cualquiera de estos casos es necesario someter el modelo a acciones exteriores, hay que variar el valor de las variables exógenas del modelo.

* Por lo tanto, la simulación es la operación del modelo, que se realiza con el fin de obtener información sobre el comportamiento del sistema, bajo las condiciones exteriores que se espera encuentre el prototipo.

Así por ejemplo, el modelo de la presa debe someterse, con ayuda de una mesa vibradora, a diferentes aceleraciones y estas deben producir en el modelo esfuerzos que deben estar relacionados (con un factor de escala) con los esfuerzos que en el prototipo producen los movimientos sísmicos. El movimiento de la mesa vibradora simula el movimiento sísmico de la presa.

METODOLOGIA DE SIMULACION

Las acciones exteriores o variables exógenas a que está sometido un sistema, que deben de simularse en la operación del modelo, en general no se conocen como funciones del tiempo. Solamente se conocen ciertas propiedades estadísticas de esas acciones.

Al analizar un sistema de servicio, como la atención de clientes en un banco, se desconoce la cantidad exacta de clientes que tienen que atenderse por hora. Solamente se sabe que esa cantidad es una variable aleatoria con cierta función de densidad de probabilidad caracterizada por su media y varianza. Estos sistemas se conocen con el nombre de estocásticos .

Para el estudio de este tipo de problemas es necesario someter al modelo a diferentes acciones, que deben tomar valores aleatorios que deben tener la función de densidad de probabilidad deseadas.

Probablemente la mayoría de estos estudios de simulación se realizan con ayuda de una computadora digital. Debe programarse para una calculadora de este tipo tanto el modelo como las acciones a las que se va a someter.

El ejemplo de atención a clientes en una gasolinera, ilustra la aplicación de la metodología de simulación al estudio de un sistema de servicio. El problema consiste en determinar el número de lugares de servicio (bombas). Este número debe ser tal que el número de clientes que están insatisfechos con el servicio, tengan que esperar más de cierto número de minutos para ser atendidos, sea menor de un cierto porcentaje.

Tanto el número de clientes que llega a la estación de servicio como el tiempo en que se atiende a un cliente son variables aleatorias. De estas variables se conocen ciertos parámetros estadísticos como la media y varianza y su función de densidad de probabilidad.

Las técnicas de simulación analizan estos sistemas sometiendo a su modelo a muchos posibles valores del número de clientes que llegan por hora, y posibles tiempos de atención en los sitios de servicio. El estudio permite determinar en cada caso el porcentaje de personas que hallan tenido que esperar más de lo deseado y en esta información se basa la selección del número de bombas.

En resumen puede decirse que la simulación consiste en operar el modelo de sistema durante un determinado tiempo, en forma análoga a como operaría el prototipo.

GENERACION DE NUMEROS ALEATORIOS.

Estos números o valores de variables aleatorias con distintas funciones de densidad de probabilidad, representan : entradas, parámetros, variables, etc., de los sistemas que se van a simular.

Métodos Manuales :

La manera más sencilla, y la primera en que se piensa cuando se trata de generar números aleatorios, es mediante el empleo de algún dispositivo mecánico, por ejemplo, un dado, una moneda, o una combinación de éstas. Existen también dados especiales con 10 caras para generar directamente números decimales.

Los métodos manuales de generación de números aleatorios, tienen la ventaja de ser fácilmente comprendidos en forma intuitiva y generan números aleatorios y secuencias de éstos de buena calidad. Sin embargo, son sumamente lentos y laboriosos y no pueden repetirse secuencias de números en caso de que se necesiten.

Métodos de computación analógica :

Uno de los métodos utilizados para generar números con una computadora analógica, consiste en integrar un ruido (como la estática del radio) durante un periodo de tiempo y considerar el valor de la integral como número aleatorio.

Métodos de computación digital :

Estos métodos son los más comúnmente utilizados en la simulación. Las secuencias de números se generan mediante relaciones de recurrencia; donde una relación de recurrencia es aquella que permite obtener cualquier número de una sucesión a partir del número anterior.

Sea la sucesión $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$

La relación de recurrencia es de la forma $X_i = F (X_{i-1})$

Por lo tanto la aplicación de la Simulación se puede aprovechar para casos como son :

- Para estimar cuántos accidentes ocurren por mes con menos de X tiempo de intervalo.
- Para asignación de recursos en casos de emergencia.
- Etc, etc.

ARBOLES DE DECISION.

Un árbol de decisión es un árbol orientado que representa un proceso de decisión. Los nodos designan puntos en el tiempo en los cuales :

- i) Debe tomarse una u otra decisión, o
- ii) Quien toma las decisiones se enfrenta a uno y otro estado de la naturaleza, o
- iii) El proceso termina.

Saliendo de un nodo (i), hay una rama para cada posible decisión, saliendo de un nodo (ii), hay una rama para cada posible estado de la naturaleza. Bajo cada rama se escribe la probabilidad del evento correspondiente. cuando esté definida.

Los árboles de decisión son útiles para determinar decisiones óptimas en procesos complicados.

La técnica consiste en iniciar con los nodos terminales y moverse secuencialmente hacia atrás a través de la red, calculando las ganancias esperadas en los nodos intermedios. Cada ganancia se escribe encima del nodo correspondiente. Una decisión recomendada es aquella que lleva a una ganancia máxima esperada. Aquellas decisiones que resultan no recomendables tienen las ramas correspondientes marcadas con cruz.

A continuación se dará el ejemplo de un problema de decisiones bajo condiciones de riesgo.

A este tipo de problemas se les llama así porque no se conoce el curso futuro de los acontecimientos. Solamente se sabe que una determinada decisión puede llevar con cierta probabilidad a diversos resultados.

Quando se están tomando decisiones bajo condiciones de riesgo, se supone conocida la probabilidad de que ocurra uno de los resultados asociados a cada alternativa, siempre que ésta sea el curso elegido de acción.

Los elementos :

* Etapa de decisión, alternativa y R_{ij} resultado; se combinan para formar árboles de decisiones. La figura III.5.3 muestra el árbol de decisiones de un problema de toma de decisiones.

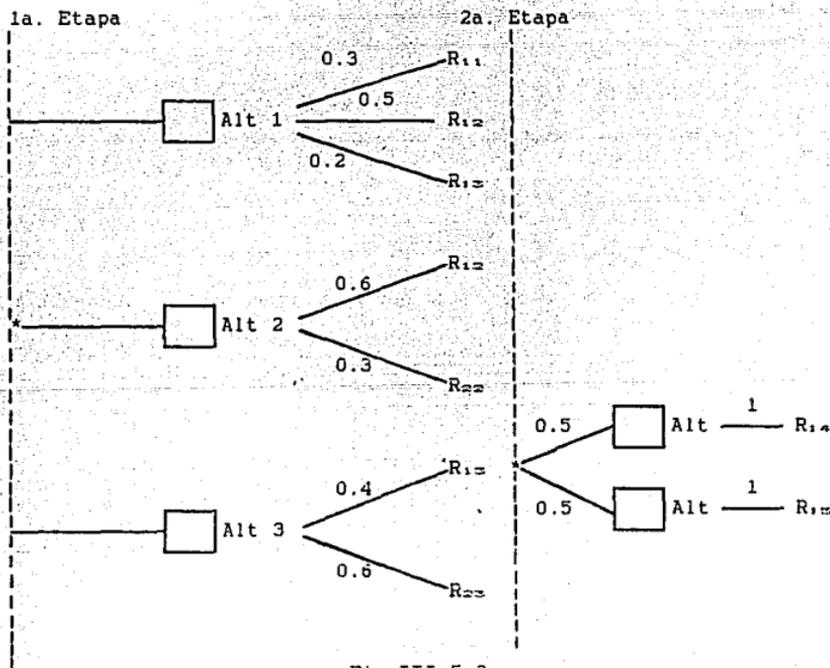


Fig.III.5.3.

El diagrama indica que en la 1a. etapa existen tres alternativas y que en la Alt 2 pueden presentarse los resultados R_{12} con probabilidad de 0.7 y R_{22} con probabilidad de 0.3.

Un ejemplo servirá para ilustrar los aspectos más importantes de esta teoría de decisiones.

Empleando la figura III.5.3, donde ésta representará el problema que tiene la dirección de una escuela ante el rápido avance de la técnica y ciencia. El problema consiste en elegir entre una de las tres alternativas siguientes :

Alternativa A_1 : Continuar con el mismo plan de estudios.

Alternativa A_2 : Implantar, de manera súbita, un nuevo plan de estudios.

Alternativa A_3 : Implantar, de manera gradual, un nuevo plan de estudios. Esta implantación tendrá lugar de manera escalonada durante 5 años.

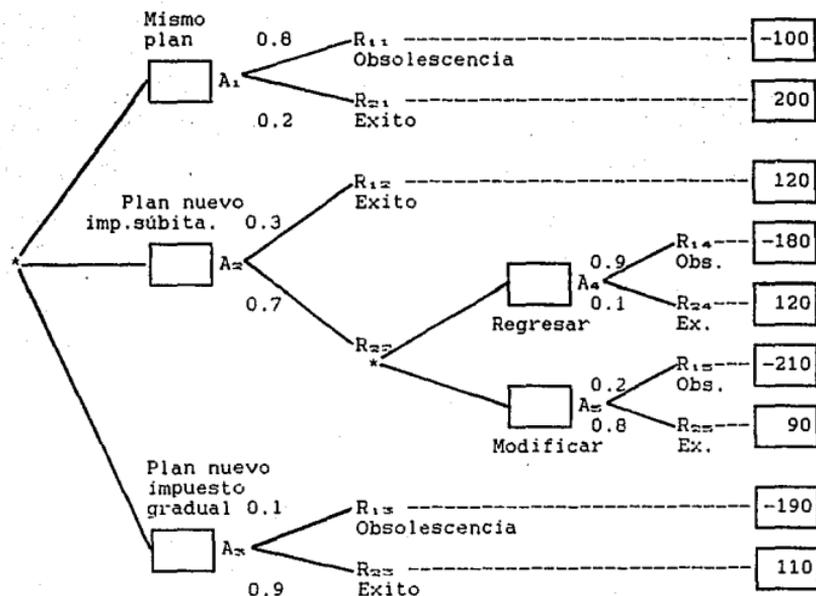


Fig.III.5.4. Arbol de decisiones (Implantación de un nuevo plan de estudios).

En caso de elegirse la alternativa A_1 , la escuela se enfrentará a la obsolescencia con una probabilidad de 0.8. Con 0.2 de probabilidad de que continuará exitosamente su operación.

De elegirse la alternativa A_2 , ésta tendrá éxito con una probabilidad de 0.3. Con probabilidad igual a 0.7 se presentará una situación en la cual se debe elegir entre las dos nuevas alternativas siguientes :

Alternativa A_4 : Regresar súbitamente al plan de estudios anterior.

Alternativa A_5 : Modificar el sistema de implantación, e intentar hacer una implantación gradual.

La alternativa A_4 conducirá al éxito con probabilidad 0.1 y al fracaso con 0.9 de probabilidad.

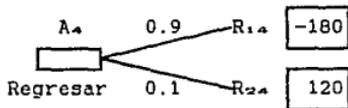
La alternativa A_5 tiene 0.2 de probabilidad de éxito y 0.8 de fracaso.

Por último A_5 fracasará con 0.1 de probabilidad y tendrá éxito con 0.9.

En la parte derecha de la figura III.5.4 se encuentran los beneficios o perjuicios que se estima de cada uno de los resultados R_{ij} . Estos valores se calculan utilizando las técnicas de evaluación de proyectos. Son estimaciones del valor, o rendimiento que se espera de cada alternativa, en el caso de que ésta suceda.

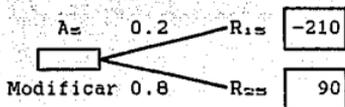
Al tomar las decisiones se trata de maximizar la utilidad esperada de cada alternativa. Por lo tanto, para continuar con el proceso de toma de decisiones, se deben calcular los valores esperados asociados con cada alternativa.

El valor esperado de la alternativa A_4 es :



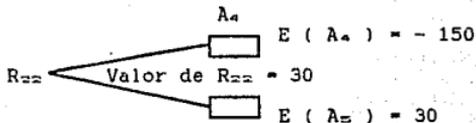
$$E (A_4) = 0.9 \times (-180) + 0.1 (120) = - 150$$

El de A_2 :

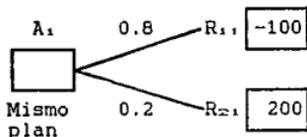


$$E(A_2) = 0.2 \times (-210) + 0.8 \times (90) = 30$$

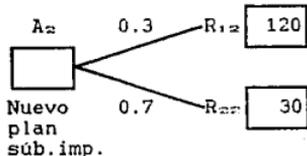
Dados estos valores esperados, no cabe duda que se elegirá la alternativa A_2 . Por lo tanto se puede decir que el valor del resultado R_{22} es 30.



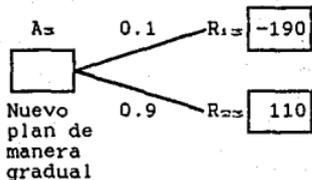
Ahora se procede a calcular el valor esperado de las alternativas A_1 , A_2 , A_3 .



$$E(A_1) = 0.8 \times (-100) + 0.2 \times (200) = -40$$



$$E(A_2) = 0.3 \times (120) + 0.7 \times (30) = 57$$



$$E(A_3) = 0.1(-190) + 0.9(110) = 80$$

En resumen los valores esperados de las tres alternativas es:

$$E(A_1) = -40$$

$$E(A_2) = 57$$

$$E(A_3) = 80$$

Valor máximo esperado de proyecto = 80

Nuevamente, la mejor selección es la alternativa A_3 , ya que de esta manera se maximiza el valor esperado.

CONCLUSIONES

El tema que se estuvo considerando a lo largo del desarrollo de estos apuntes es sin duda el de costos. El tema de costos en su amplia acepción, es materia esencial para el mejoramiento de la productividad en todo proceso industrial y concretamente, en la industria de la construcción, por lo que el estudio de control de costos se hace doblemente necesario por ser de más difícil aplicación y carecer, en lo que a nuestro país se refiere, de criterios precisos y clara experiencia en tan interesante estudio.

En la construcción se trabaja cada día con márgenes mas reducidos por el mayor costo relativo de las obras y una creciente competencia. Entre las empresas constructoras va imponiéndose el convencimiento de que, sin un control riguroso y sistemático de la producción y el gasto, se camina a ciegas para obtener con ello los mejores resultados económicos, fiados muchas veces en precios aparentemente buenos y dejándonos llevar por mera intuición o la suerte.

Aunque en una obra se halla registrado un beneficio global, puede ocurrir que no se halla alcanzado el que nosotros esperábamos debido a que en algunos de nuestros conceptos se halla trabajado con pérdida sin conocerlo y buscar a tiempo la corrección.

En otras industrias, los costos obedecen en gran medida a normas preestablecidas, donde la producción es regular y perfectamente controlada, los precios en venta de los productos fabricados suelen ser sostenidos y de cierta uniformidad. En la construcción todo es distinto, la mano de obra es cambiante, sufriendo los bruscos altibajos de la oferta y la demanda, la eventualidad y el cambio constante del personal local o comarcal, impiden preestablecer rendimientos y costos uniformes. Lo mismo ocurre con los materiales, especialmente los básicos y de mayor consumo, el transporte, oficios auxiliares, etc, que fluctúan constantemente, incluso en el mismo lugar y tiempo.

Por otra parte, en el aspecto presupuestario, tratándose de unidades de obra de la misma construcción, son muy dispares los precios aceptados por los contratistas, aunque sea en obras radicadas en la misma localidad y para valerse, en este caso, de la misma procedencia de materiales, servicios y del propio censo obrero.

Así mismo, dentro de una misma empresa constructora se trabaja simultáneamente con precios distintos para idénticas clases de obras, según el organismo o entidad que los hubiere contratado o la estimación del autor del proyecto, además de la inevitable y acentuada variación de precios que se produce en la pugna de concursos y subastas.

Esta irregularidad que se da en la industria de la construcción y en momentos ya de fuerte competencia, en que las ofertas se aquilatan al máximo y se reducen considerablemente las plazas de ejecución, obligan a una vigilancia estrecha y rigurosa de resultados económicos, que solo es posible conseguir empleando un sistema de control de costos metódicos y eficientes.

La obtención de los costos reales, de cerca, y llevados al origen en el transcurso de las obras, es de doble utilidad, ya que cuentan así las empresas con un instrumento valioso para el estudio de obras nuevas pudiendo lanzarse a la competencia con pleno conocimiento de los verdaderos costos actualizados, de producción. Actualmente los constructores buscan la ordenación de estos controles como remedio para ponerse o seguir en línea de competencia y como apoyo importante para su economía.

En la industria de la construcción se exige un estudio a fondo del control y aplicación de la mano de obra en sus variadas formas de trabajo y retribución; el control de almacenes y su funcionamiento; consumo y valoración de materiales, la amortización del herramental y medios auxiliares de trabajo; gastos generales, impuestos, etc, analizando los gastos de imputación directa a actividades concretas y definidas y los que hallan de ser objeto de distribución.

La maquinaria, por su importancia económica y su influencia en la producción, especialmente la maquinaria pesada, requiere de un control y estudio independiente, con aplicación racional a los trabajos que realicen.

Por lo tanto, cada uno de los puntos tratados en estos apuntes, juega un papel muy importante para la obtención de cualquier tipo de proyecto. Con el análisis que se tuvo con cada uno de ellos se espera que el alumno tenga por lo menos nociones de todos los factores que influyen para poder llegar a una organización de todos los procesos que conforman una empresa constructora.

B I B L I O G R A F I A

ANALISIS Y CONTROL DE COSTOS DE INGENIERIA
AMANDO VIDES TOBAR
GUATEMALA. C.A.

CONTROL DE COSTOS EN LA CONSTRUCCION
MANUEL SANCHEZ
EDICIONES CEAC 1977

ORGANIZACION DE OBRAS
IGNACIO VIVANCO BERGAMIN
ED. DOSSAT. S.A.
2a. EDICION

ORGANIZACION DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS
JOSE ZURITA RUIZ
EDICIONES CEAC

MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION
DAVID A. DAY. P.E.
ED. LIMUSA. S.A.
MEXICO

ASPECTOS LEGALES DE LA CONSTRUCCION
UNIVERSIDAD LA SALLE
ED. DIANA. MEXICO

ESTIMACION DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION
ROBERT L. PEURIFOY

APUNTES DE FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS
UNITARIOS
ERNESTO R. MENDOZA SANCHEZ. JORGE H. DE ALBA CASTANEDA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM.

COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
SUAREZ SALAZAR
ED. LIMUSA

COSTOS Y TIEMPOS EN CONSTRUCCION
RAUL MELENDEZ

APUNTES DE PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS
EMILIO GIL VALDIVIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM.

PLANIFICACION GRAFICA DE OBRAS
JUAN POMARES MARTINEZ
ED. GUSTAVO GILI, S.A.
BARCELONA. 1977.

METODO DE LA RUTA CRITICA Y SUS APLICACIONES EN LA
CONSTRUCCION
JAMES M. ANTILL
ED. LIMUSA, 1978.

INGENIERIA ECONOMICA
H. G. THUSEN
ED. PRENTICE / HALL INTERNATIONAL (PHI).

INGENIERIA ECONOMICA
GEORGE A. TAYLOR
ED. LIMUSA

METODOS Y MODELOS DE INVESTIGACION DE OPERACIONES
DR. JUAN PRAWDA WITENBERG
ED. LIMUSA.

INGENIERIA ECONOMICA
ANTHONY J. TARKIN. P.E.
Mc. GRAW - HILL.

EL ENFOQUE DE SISTEMAS
DR. VICTOR GEREZ
ED. LIMUSA.

SISTEMA INTEGRADO DE INGENIERIA CIVIL
DR. RODOLFO LUTHE G.
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM.

INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES
Mc. GRAW - HILL, 1982.

APUNTES DE PROGRAMACION LINEAL
M. en C. BENITO MARIN PINILLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM.