



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
ACATLAN

MEMOROTECA Y DOCUMENTACION

ADMINISTRACION Y CONTROL DE COSTOS
EN LA INDUSTRIA DE LA
CONSTRUCCION PESADA



T E S I S

Que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a
ANA CECILIA MONTES AHUMADA

M-0028613



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE ACATLÁN

ENEP ACATLÁN
COORDINACIÓN DEL PROGRAMA
DE INGENIERÍA Y ACTUARÍA

CAI-C-0523-78

SRITA. ANA CECILIA MONTES AHUMADA
Alumna de la Carrera
de Ingeniería Civil
P r e s e n t e

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 20 de septiembre de 1978, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Organización y control de costos en la construcción pesada", el cual se desarrollará como sigue:

- I. Introducción.
- II. Organización y administración en las empresas constructoras.
- III. Los costos y su importancia en la organización de las empresas constructoras.
- IV. Elaboración y control de costos en la industria de la construcción pesada.
- V. Conclusiones.

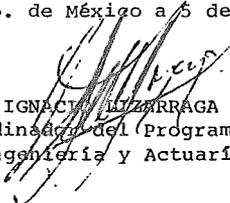
Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Jorge Ortíz Aguilar, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Sta. Cruz Acatlán, Edo. de México a 5 de diciembre de 1978


ING. IGNACIO ELIZARRAGA G.,
Coordinador del Programa
de Ingeniería y Actuaría.

A MIS PADRES

CELIA Y JOSE GUADALUPE

POR SU CONFIANZA Y

SU DESVELO.

A MIS HERMANOS

POR SU ENSEÑANZA

Y SU CARIÑO

A:

ANGE, CRIS, UNAI

POR SUS SONRISAS

A:

MARCO ANTONIO

A G R A D E C I M I E N T O S

Esta hoja, deberá contener los nombres de todas y cada una de las personas que influyeron en el autor para la realización de este trabajo, pero para no permitir omisiones, el autor sólo expresa su más grande agradecimiento a todas las personas - que a través de su apoyo le han servido como un modelo a seguir, y le han marcado rutas para su desarrollo posterior.

Por último, algunos agradecimientos especiales.

Al equipo de trabajo de la Comisión de Vialidad y --
Transporte Urbano, cuyos representantes principales:

Ing. Francisco Noreña C.

Ing. José Carreño R.

Ing. Emilio Gil Valdivia.

Ing. Servando Delgado G.

Le permitieron al autor iniciar sus primeras actividades profesionales.

Al Ing. Jorge Ortíz Aguilar, por su dedicación como asesor de este trabajo.

A los representantes del Grupo ICA, Ing. Bernardo Quintana A., Ing. Jorge Arganís L. y al Lic. Luis Hidalgo Monroy, por sus atenciones.

Al Ing. Rafael Durán Islas, por sus enseñanzas.

Al Ing. Fernando Cruz.

A todos mis profesores.

A mis amigas y amigos.

INDICE

I.-	INTRODUCCION	
II.-	ORGANIZACION Y ADMINISTRACION EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS.	
I.-	Administración -----	8
A.-	Características de operación de la Empresa --- Contratista de Construcción. -----	9
B.-	Principales indicadores de la industria de la construcción. -----	17
C.-	Concurrencia de los elementos integrantes de - una Empresa Contratista de construcción -----	26
1.-	Organización de una Empresa Contratista - de construcción. -----	31
2.-	Modelo de estructura de organización para Empresas Contratistas de construcción ---	35
III.-	LOS COSTOS Y SU IMPORTANCIA EN LA ORGANIZACIÓN DE LAS - EMPRESAS CONSTRUCTORAS.	
I.-	Gastos y Presupuestos de Obras Civiles -----	42
a),-	Normas generales para el análisis de costos --- unitarios. -----	52
b),-	Metodología de análisis de precios unitarios. -	55
c),-	Precios Unitarios. -----	60

M-0028613

d).- Ciclo Básico de un presupuesto -----	65
IV.- ELABORACION Y CONTROL DE COSTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION PESADA.	
A.- Aspectos fundamentales para lograr establecer un - control de costos. -----	69
V.- CONCLUSION -----	114

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

La actividad económica, identificada como Construcción Pesada, en la que labora aproximadamente un 5% de la población económicamente activa de nuestro país, justifica el es fuerzo de desarrollar un esquema de organización propio, ya que presenta al contratista varios y complejos problemas en su administración.

Y siendo ésto motivo de nuestra preocupación, nos permitimos observar, que es de vital importancia, que los técnicos de administración requeridos, sean especialmente dirigidos, para su aplicación en esta Industria.

El propósito principal de este estudio, es destacar en tre otros puntos, la importancia de integrar una estructura de elaboración y Control de Costos.

Es conveniente comentar que, para poder establecer tan importante estructura, debemos contar con dos reelevantes - elementos:

- 1.- Proyecto.
- 2.- Presupuesto.

En relación al primer elemento la experiencia nos muestra que siempre el Ingeniero se ha enfrentado a la necesidad de tener a tiempo y de manera eficiente una obra determinada, además consecuentemente para poder ser realizada, requiere de la necesidad ingente de un proyecto.

Esto consiste principalmente en plantear de manera objetiva y racional las intenciones de realización de alguna obra determinada.

Mencionamos objetiva y racionalmente, ya que el fin de toda obra de Construcción Pesada en el país debe tener fines utilitarios, encaminados a satisfacer los requerimientos de Infraestructura de la Población, de acuerdo con las posibilidades presupuestarias y con las características socio-económicas de la región.

Es por é ello que en la actualidad, la Construcción Pesada requiere sistemas de diseño y elaboración de proyectos - que respondan adecuadamente a los requerimientos antes mencionados.

Actualmente existe una intensa búsqueda de la actualización de procedimientos constructivos, ubicando perfectamente el tipo de material de construcción a emplear de -- acuerdo a la zona geográfica donde se llevará a cabo la obra, así como también conocer y conseguir en forma adecuada, la mano de obra en ese lugar y por otra parte, usar técnicas - en el diseño que den claridad y calidad de la información - para que el proyecto pueda ser interpretado y ejecutado de manera racional por aquel que tendrá a su cargo el proceso constructivo.

Otro asunto importante del cual se debe ocupar el Inge^uni^uero es, que la solución del proyecto tienda a la reducción mínima de los tiempos de ejecución de la obra.

Teniendo en cuenta que las partes básicas integrantes de un proyecto son:

- a).- Dimensionamiento geométrico y estructural Completo.
- b).- Tipo de material a usar.
- c).- Descripción del procedimiento básico de Construcción.
- d).- Especificaciones de Calidad.
- e).- Programa básico de trabajos.
- f).- Anexos de estudios complementarios.

Todo lo anterior deberá ser elaborado con la suficiente claridad y detalle para permitir su identificación para fines de presupuesto.

Por otra parte, con respecto al segundo elemento enunciado es importante mencionar que al haber sido aprobado el proyecto, se contará en ese momento con la orden para la ejecución del mismo.

Como siguiente paso, el Ingeniero se ve obligado a formular un presupuesto que le permitirá dar un importe del monto real de la obra.

La importancia del presupuesto radica en que, éste origina un compromiso ineludible de tipo económico cuando se efectúa la etapa de contratación.

Una condición importante que deberá cuidar el presupuesto es, que debe elaborarse en forma ordenada y con el mayor detalle y cuidado, de manera que permita comparaciones con los datos reales obtenidos durante la realización de la obra.

Dicho presupuesto deberá efectuarse dentro del marco particular de cada obra, delineado por sus limitantes características, tales como:

- a).- Limitantes de tiempo para la realización de la obra.
- b).- Contar con los proyectos adecuados.
- c).- Optimización de los rendimientos.
- d).- Conocimiento total de las condiciones geográficas y topográficas de su ubicación además de las vías de comunicación de la zona.
- e).- Conocimiento de las condiciones de financiamiento.
- f).- Reglamentos vigentes de la zona.
- g).- Recursos locales de materiales, equipos, servicios y mano de obra calificada.
- h).- Conocer las especificaciones propias del proyecto, ya que éstas nos establecen todas las características a las que se sujetarán los procesos constructivos.
- i).- Características de la factibilidad financiera, para ver si sus condiciones podrán satisfacer los aspectos económicos, así como también el costo beneficio.
- j).- Determinación de procedimientos constructivos, -- así como la selección de equipo más adecuado, para lograr la optimización de sus rendimientos.

Ahora bien, en este momento ya se cuenta con un proyecto definido y con un presupuesto inicial completo, el Ingeniero puede iniciar la etapa constructiva.

En ese momento, cuando el Ingeniero debe contar con la estructura de un Control de Costos, que le permitirá cumplir sus compromisos económicos de Contratación y la posibilidad de contar con aumentos considerables en aprovechamiento del tiempo, la mejor administración de la maquinaria y la máxima utilización de los materiales y obra de mano.

Es importante destacar cuales son las decisiones que se deben tomar para lograr un buen Control de Costos.

- A).- Contar con elementos de control y retroalimentación para preveer y solucionar situaciones conflictivas que pueden alterar el desarrollo normal de las actividades, que impidan lograr la rapidez y efectividad adecuadas, para evitar consecuencias económicas perjudiciales.
- B).- La actualización de los datos asegurándose que éstos se obtengan directamente de la obra en forma tal que se asegure su veracidad.
- C).- Inclinarsé por una reducción de costos, si con ésto no sacrificamos calidad o eficiencia en el servicio de la obra.
- D).- Estableciendo un adecuado control de costos se puede comprobar que, éste se convierte en un control dinámico que sirve para corregir diferencias entre lo que habíamos presupuestado y lo que se presenta en la ejecución del proyecto.

Todas las condiciones, deberán ser conocidas y atendidas en su oportunidad, para lograr al final lo que pretendemos que es, controlar los costos para que no se disparen con respecto al presupuesto que nosotros propusimos.

Se pretende con éste estudio que el lector pueda encontrar consideraciones importantes, que les servirán de guía para lograr mediante una correcta administración y control de costos a logro del fin económico indispensable en la Industria de la Construcción como en cualquier otro tipo de Industria.

C A P I T U L O I I

ORGANIZACION Y ADMINISTRACION EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS

I.- ADMINISTRACION

Una vez que se han determinado los objetivos, que se han establecido las políticas de operación y que se hallan redactado los programas necesarios, se puede decir que está definido el trabajo total por ejecutar.

Ahora es cuando debemos definir el tipo de organización que regirá en nuestra Empresa.

Ya definida la organización, podremos estar seguros de poder coordinar todas las actividades propias de nuestra Empresa, ya que la organización establece la mecánica de comunicación entre los elementos humanos que participan en la Empresa.

Además conociendo que, el objetivo principal de la organización dentro de las Empresas Constructoras es tener -- una existencia duradera así como una utilidad continua.

Resulta obvio que dentro de la organización de una Empresa intervienen un gran número de personas, por lo que, no podemos concebir un trato directo e indiscriminado entre ellos, así que lo más recomendable es el uso de niveles, y que la relación entre estos niveles se torne sistemática.

Es importante destacar que la organización forma parte integral de la administración, definiéndose como la coordinación de las actividades y operaciones de otras personas, de tal manera que se pueda en esta forma, utilizar mejor el esfuerzo humano y otros recursos, para la obtención de una meta común.

Es importante decir que la falta de administración eficiente en las Empresas de Construcción se ha señalado como una de las causas más frecuentes de quiebras, y esto repercute seriamente en la Economía Nacional.

A.- CARACTERISTICAS DE OPERACION DE LA EMPRESA CONTRATISTA DE CONSTRUCCION

Dentro de una Empresa de Construcción, es esencial para el Ingeniero Constructor que asuma la responsabilidad total de entregar una obra debidamente terminada dentro del tiempo y calidad especificados, así como el costo establecido.

Así pues, el Ingeniero deberá tener la suficiente capacidad de administrador, que permita optimizar sus recursos humanos y materiales para cubrir los requerimientos del proyecto, de acuerdo con el presupuesto original.

La función de administrador requiere que el Ingeniero Constructor desarrolle con conocimiento de causa tres actividades primordiales:

- 1.- ORGANIZACION.
- 2.- EXPERIENCIA.
- 3.- CONOCIMIENTO DE COSTOS.

1.- ORGANIZACION.- Debe determinar y dirigir los servicios de los especialistas que cooperarán con él. Deberá programar con detalle cada operación del proceso para evitar retrasos o pérdidas de dinero. También deberá coordinar la entrega de materiales y equipo en la obra, teniendo cui-

dado de habilitar en forma adecuada las ubicaciones de zonas de almacenamiento para obtener la máxima eficiencia en la -- producción.

2.- EXPERIENCIA.- El Ingeniero deberá estar familiarizado con:

- A).- Conocimientos empresariales y financieros que le permiten visualizar planes a corto y largo plazo.
- B).- El manejo de personal y prácticas fundamentales de seguridad.
- C).- Conocimientos técnicos que le permitan juzgar y resolver adecuadamente las situaciones críticas que pudieran presentarse durante la ejecución de las obras.

3.- CONOCIMIENTO DE COSTOS.- Una responsabilidad directa del Ingeniero es la de conocer detalladamente los costos que intervienen en la obra, es decir su presupuesto y su control. Además deberá estar al tanto de cualquier nuevo material y equipo, o de algún proceso constructivo que pudiera mejorar la calidad de las obras y reducir el costo de la misma.

Por otro lado, es importante saber que el Ingeniero deberá contar con un control absoluto de todas las actividades dentro del desarrollo de la obra.

El conocimiento de sus costos y su mecánica de control le permitirá saber si está operando de acuerdo a su presupuesto.

Es importante hacer notar que toda decisión deberá estar rígida por el fin económico, es decir deberán estar enca

minados a lograr la máxima economía sin sacrificio de la calidad requerida, por lo que el conocimiento y control de los costos resulta ser un factor preponderante en la toma de decisiones de tal forma que no se puede concebir una administración correcta sin éste conocimiento y control.

A.- SEMBLANZA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION CON RESPECTO A OTRO TIPO DE INDUSTRIAS.

A continuación se muestran y analizan diferencias más significativas entre Empresas dedicadas a la Industria de la Transformación y las Empresas dedicadas a la Construcción Pesada, éstas se comentan agrupándolas en los siguientes rubros:

- A).- Respecto al producto elaborado.
- B).- Respecto a la distribución de talentos y habilidades empleados en el trabajo.

A).- DIFERENCIAS MAS SIGNIFICATIVAS RESPECTO AL PRODUCTO ELABORADO.

La Industria de la Construcción presenta con respecto a otras Industrias las siguientes diferencias básicas en relación al producto elaborado.

- A.1).- No es posible agrupar los productos elaborados por las Empresas Constructoras, en un catálogo práctico. Cada obra es particularmente diferente de las demás, aunque sea la misma especie.
- A.2).- Hay definición precisa del producto, previa su elaboración. Pero en ocasiones, para llevar a cabo un proyecto de Construcción Pesada, es necesario considerar situaciones económicas, sociales y políticas, que puedan generar presiones que obligan al constructor iniciar los trabajos con especificaciones preliminares del proyecto, ya que están hechas a nivel de anteproyecto.

Es por ésto que algunas veces, el proyecto terminado difiere un poco del concebido inicialmente.

B).- DIFERENCIAS MAS SIGNIFICATIVAS RESPECTO A LA DISTRIBUCION DE TALENTOS Y HABILIDADES EMPLEADOS EN EL TRABAJO.

La siguiente tabla comparativa entre la Construcción y la Industria de Transformación, ha sido -- preparada con datos del Censo de Población Económicamente Activa de México.

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	<u>SIGNIFICACION EN LA POBLAC. ECONOMICAMENTE ACTIVA</u>	
	<u>En la Ind. de la Construc.</u>	<u>En la Ind. de Transformac.</u>
A).- Por ciento de la población económicamente activa total ocupada en el ramo.	4.7%	17.9%
B).- Población que trabaja en - una posición directiva, en las empresas del ramo.	2.1%	4.0%
C).- Población que trabaja en - una posición técnica, en las empresas del ramo.	4.0%	4.5%
D).- Población que trabaja en - una posición de promoción, en las empresas del ramo.	0.8%	4.6%
E).- Población que trabaja en - una posición de auxiliar en el trámite de operaciones, en las empresas del ramo.	3.6%	10.5%

CONCEPTO	SIGNIFICACION EN LA POBLAC. ECONOMICAMENTE ACTIVA	
	En la Ind. de la Construc.	En la Ind. de Transformac.
F).- Población que trabaja en - una posición de operador - de equipos, en las empre-- sas del ramo.	3.5%	5.4%
G).- Población que trabaja en - una posición de operario - que manipula los materia-- les, en las empresas del - ramo.	86.0%	71.0%
H).- Grado de aportación de ta- lento al trabajo.	12.25%	26.3%
I).- Grado de aportación de - - fuerza física y habilidad manual al trabajo.	87.75%	73.7%

Respecto a las diferencias más significativas enmarcadas en el cuadro anterior podemos decir:

a).- Población activa total

La diferencia entre los porcentajes anotados, refleja claramente que la Industria de la Transformación, es una Industria mejor organizada y con mayor estabilidad que le permite un desarrollo -- creciente y cimentado por lo cual puede ofrecer -- una mayor cantidad de empleos.

b).- La relación que guarda el número de directivos con respecto al total de trabajadores es del 27% en la Industria de La Transformación, en cambio en la Industria de la Construcción Pesada, la relación es del 44%.

- b).- Esto quiere decir que debido a la mejor organización que existe en la Industria de la Transformación, se aprecia que la cantidad de ejecutivos que la dirigen es comparativamente menor, por lo que se concluye que en la Industria de la Construcción las decisiones se transmiten más directamente.
- c).- En este renglón observamos que la diferencia es muy poca, ya que en ambas es necesaria la presencia de las técnicas especializadas. Existe también una marcada diferencia entre ambas Industrias, por que debido a la gran rotación de personal en la Industria de la Construcción no se logra llegar a formar antigüedad que produzca arraigo en la fuente de trabajo y en el lugar del mismo.
- d).- Población que trabaja en una posición de promoción
La diferencia aquí existentes es muy obvia, ya que, la venta del producto salido de la Industria de la Transformación lleva consigo una labor publicitaria muy grande.
En cambio las condiciones de un producto salido de la Industria de la Construcción Pesada, nunca podrán entrar a una política de oferta-demanda tan amplia como las anteriores expuestas.
- e).- Población que trabaja en una posición de auxiliar en el Trámite de operaciones.
Es por demás conocido que en la Industria de la Construcción las gentes necesarias para llevar a cabo los trámites de trabajo son pocas. Ya que

la toma de decisiones es inmediata.

Es por eso, que la diferencia de porcentajes entre ambas industrias es realmente considerable, ya que la mecánica de compra y venta de la Industria de la Transformación es más complicada.

g).- Personal que manipula los materiales.

Aquí, la diferencia se inclina a favor de la Industria de la Construcción Pesada, y esto resulta del contacto directo que tienen los trabajadores de obra con los materiales.

En cambio, los trabajadores de la Industria de la Transformación, tienen un contacto con los materiales a través de máquinas, además de que sus operaciones han sido ya estandarizadas.

h).- Aportación de talento al trabajo.

Aquí la diferencia, sobrepasa el 100%, ésto - - realmente representa que, el trabajador de la Industria de la Construcción hace un uso mayor de su fuerza física y es mínima la creatividad con que coopera en la realización de un proyecto.

Esto se debe a la variedad y corta duración de las obras en comparación con los procesos productivos de la Industria de la Transformación, lo que no permite una especialización del trabajador de - la Industria de la Construcción.

Dentro de las diferencias más notables en esta tabla, - podemos añadir que:

- 1.- El trabajador se ve inclinado a recurrir a un trabajo que le ofrezca una estabilidad en el lugar, que pueda aspirar además, a ser trabajador de planta, - con un escalafón, prestaciones importantes, servi--

cios y mayor seguridad.

- 2.- La Industria de la Construcción es una Industria inestable en tiempo, lugar y economía; y es generada en un 90% por planes de desarrollo nacional.
- 3.- En la Industria de la Transformación se emplean equipos y técnicos de producción que, permiten obtener productos en serie, los cuales van dirigidos a un mercado muy estable.
- 4.- Se presenta la dificultad de otorgar créditos a las Empresas Constructoras.

Ya que en períodos cortos nacen nuevas Empresas y el respaldo económica y técnico no es de gran consideración, situación que no se presenta en las Industrias de la Transformación.

B).- PRINCIPALES INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE
LA CONSTRUCCION.

Las Empresas Constructoras participan activamente en -- las condiciones económicas del país.

Por eso, cabe mencionar que existe una Administración Pública que planea, jerarquiza, programa, proyecta y promueve la solución a los problemas que aquejan a la Nación.

La iniciativa privada también contribuye en su esfuerzo a incrementar la producción de satisfactores nacionales y de exportación.

Existe una serie de esfuerzos que han realizado entre -- gobernantes y gobernados, y todos van encaminados a lograr un desarrollo económico en el país, que representa la diferencia entre el incremento de la población y el saldo de nuevos valores creados en un año.

El Producto Interno Nacional Bruto (PINB), que es la suma del valor monetario de todas las mercancías y servicios -- producidos en un año, ha aumentado de 1950 a 1978 de 83,304 - millones a 440, 600 millones de pesos en términos reales, lo que representa un aumento de 500%.

Si se hace un división aritmética entre el número de habitantes del país en un año determinado y el valor del producto Nacional, se obtiene el producto per-capita.

Esto puede verse notablemente en la Tabla No. 1.

Además se nota que en 1950 la inversión en la Industria de la Construcción corresponde a 6, 965 millones y en 1978 tenemos 50, 500 millones de pesos, cantidad ésta última, que corresponde aproximadamente al 52% de la Inversión Fija Bruta -

Total (Columna No. 5), que es la Inversión Total que hace el país en la Producción de Satisfactores Nacionales.

En las siguientes tablas presentamos algunos indicadores, que nos permiten conocer la actividad constructora referenciada al P.I.N.B.

En la tabla No. 2, se marca claramente el porcentaje de intervención de la Industria de la Construcción en el Producto Interno Nacional Bruto.

Además, en la columna No. 6 apreciamos un aumento del 3.6% al 5% del año de 1950 a 1978.

Si consideramos que la pérdida del poder adquisitivo de la moneda se ha incrementado notablemente, podemos sentirnos más o menos tranquilos al saber que el producto de participación de la Industria de la Construcción en el P.I.N.B. ha sido constante y se ha incrementado a través de 28 años.

En la tabla No. 3 encontramos que la Producción Bruta en Construcción, columna No. 1, es igual a la suma del Consumo Intermedio, columna No. 2, más Valor Agregado, columna 3.

Podemos definir al Consumo intermedio como el Capital que se invierte en la compra de materiales, utilización de equipo y de mano de obra, para lograr la construcción de cualquier proyecto.

Las tablas No. 4 y 5, son por demás ilustrativas, así que no las interpretaremos.

En la tabla No. 5, es necesario hacer notar que en todos y cada uno de los sectores, la participación de la Obra Civil en porcentaje con respecto al total es de gran importancia, y en ningún momento se toma en cero la participación.

INVERSION FIJA BRUTA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO
(millones de pesos de 1960)

	(1)	INVERSION		FIJA		(8)
		(2)	(3)	(4)	(5)	
			CONSTRUCCION	PRODUCCION INTERNA DE MAQUINARIA Y EQUIPO	IMPORTACION DE BIENES Y SERVICIOS	
1950	83,304	15.6	12,476	6,265	1,677	1,292
		17.6	12,412	7,845	2,826	4,316
		17.2	13,198	8,111	3,104	4,117
	13,522	16.1	13,804	7,320	2,788	3,532
	22,922	15.2	15,503	8,477	2,731	4,746
	11,521	15.2	11,521	6,270	2,170	4,101
				4,300		4,300
				4,932		4,932
				1,601		1,601
				4,522		4,522
				4,325		4,325
			13,411	5,183		7,634
			13,411	5,736		8,677
			13,411	6,380		9,791
		17.5	19,727	7,140	3,153	1,006
		17.6	19,461	8,035	13,421	1,106
	22,134	16.7	22,134	9,092	13,042	1,013
	11,890	16.0	11,890	10,340	11,890	1,179
	12,117	16.2	12,117	11,822	12,117	1,112
	12,117	16.2	12,117	13,575	12,117	1,117
	296,600	20.6	296,600	31,240	15,689	1,306
	306,800	19.3	306,800	30,423	15,893	1,321
	325,423	20.1	325,423	35,281	17,617	1,390
	354,440	22.0	354,440	41,440	20,455	1,320
	375,091	22.6	375,091	43,086	22,863	1,256
	390,327	23.2	390,327	46,465	25,254	1,392
	398,460	22.6	398,460	45,460	24,075	1,120
	411,422	23.2	411,422	46,422	23,656	1,086
8	440,600	21.2	33,451	30,500	28,553	1,119

1979 cifras preliminares

T A B L A No. "1"

EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
Y SU RELACION CON EL PIB NACIONAL.

	PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL 1950-1982		PRODUCTO INTERNO BRUTO EN CONSTRUCCION 1950-1982			
	(1) MILLONES DE PESOS CORRIENTES.	(2) MILLONES DE PESOS 1960	(3) MILLONES DE PE SOS CORRIENTES	(4) % SOBRE TOTAL	(5) MILLONES DE PESOS 1960	(6) % SOBRE TOTAL
1950	39,736	83,304	1,026	2.6	3,024	
"	51,265	89,762	1,486	2.9	3,315	
"	54,337	91,111	1,893	3.3	3,736	
"	59,337	93,571	1,464	2.6	3,449	
"	65,337	102,571	1,885	2.7	3,712	
"	70,337	111,571	2,377	2.8	4,133	
"	75,337	119,571	3,097	3.2	4,774	
"	111,402	128,571	3,722	3.3	5,397	
"	123,815	129,369	4,305	3.5	5,214	
"	132,662	139,212	4,500	3.4	5,330	3.8
1960	150,511	150,511	6,105	4.1	6,105	4.1
"	163,265	157,211	5,635	3.5	6,074	3.9
"	176,030	165,316	6,069	3.4	6,471	3.9
"	195,983	178,516	8,333	4.3	7,411	4.2
"	231,370	192,290	9,301	4.0	8,663	4.4
"	252,078	212,320	10,131	4.0	8,534	4.0
"	280,090	227,537	12,758	4.6	9,762	4.3
"	306,317	241,272	15,257	5.0	11,032	4.6
"	339,145	260,901	16,103	4.7	11,844	4.5
"	374,900	277,400	19,022	5.1	12,961	4.7
1970	418,700	296,600	21,401	5.1	13,583	4.6
"	452,400	306,800	21,507	4.8	13,230	4.3
"	512,300	329,106	27,308	5.3	15,558	4.7
"	619,600	354,100	36,264	5.8	18,016	5.1
"	813,700	375,000	49,574	6.1	19,079	5.1
"	988,300	390,300	63,250	6.4	20,205	5.2
"	1'228,000	398,600	78,121	6.4	19,822	5.0
"	1'674,700	411,600	99,106	5.9	19,426	4.7
8	2'104,050	440,600	133,548	6.3	22,009	5.0

T A B L A No. "2"

Informes Anuales del Banco de México.
1978 cifras preliminares.

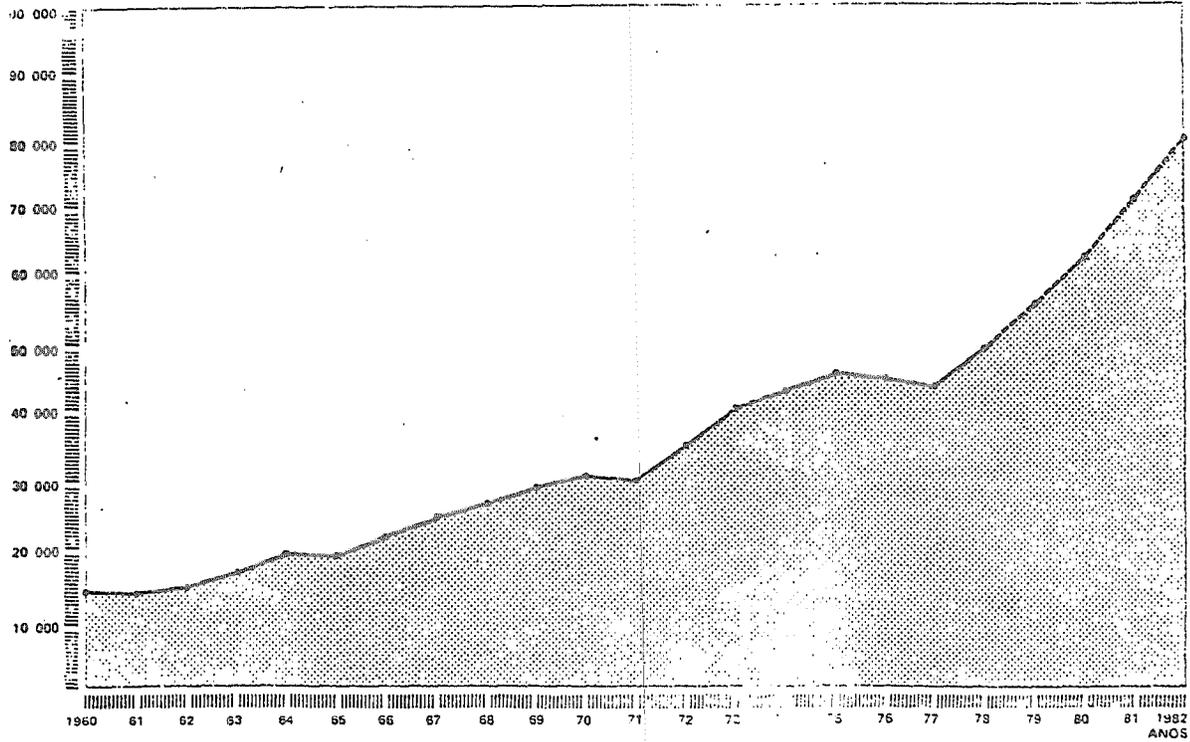
PRODUCCION BRUTA EN CONSTRUCCION, CONSUMO INTERMEDIO Y VALOR AGREGADO (PIB)
(millones de pesos de 1960)

ANO	PR O D U C C I O N BRUTA MM\$ CORRIENTES	CONSTRUCCION MM\$ 1960	= CONSUMO INTERMEDIO + MM\$ 1960	VALOR AGREGADO (PIB) MM\$ 1960
1950	2,794	<u>6,965</u>	<u>3,937</u>	<u>3,028</u>
1	3,417	7,625	4,310	3,315
2	4,705	8,594	5,218	3,736
3	4,580	7,920	4,471	3,449
4	5,509	8,538	4,826	3,712
5	6,809	9,507	5,374	4,133
6	8,475	10,982	6,208	4,774
7	11,276	12,444	7,047	5,347
8	11,000	11,993	6,779	5,214
9	11,512	12,260	6,930	5,330
1960	14,338	17,138	7,633	6,105
1	13,507	13,868	7,794	6,074
2	14,538	14,774	8,303	6,471
3	14,528	16,921	9,510	7,411
4	21,894	19,778	11,115	8,663
5	23,031	19,485	10,951	8,534
6	27,725	22,287	12,525	9,762
7	32,666	25,186	14,154	11,032
8	35,098	27,040	15,196	11,844
9	39,858	29,590	16,629	12,961
1970	44,362	31,010	17,427	13,583
1	43,963	30,204	16,974	13,230
2	54,530	35,520	19,962	15,558
3	71,761	41,132	23,116	18,016
4	101,542	43,559	24,480	19,079
5	128,146	46,129	25,924	20,205
6	153,498	45,253	25,431	19,822
7	197,349	44,348	24,922	19,426
8	265,933	<u>49,891</u>	<u>28,037</u>	<u>22,009</u>
		(1)	(2)	(3)

FUENTE: Banco de México, S. A.
1978 cifras preliminares.

T A B L A No. "3"

Medio a Largo Plazo
Inflación y Producto Bruto



T A B L A No. "4"

FIG. 21 PRONOSTICO A MEDIANO PLAZO DE LA PRODUCCION BRUTA DE LA CONSTRUCCION

CUADRO 1
INVERSION PROGRAMADA 1977-1980

SECTOR	% Sectorial respecto al total	1 Importe Total (millones de U.S.D.)	2 Importe para el sector civil	2/1 % con res- pecto al te
Agropecuario y Forestal	16.8	49,449.6	23,035.0	47
Pesca	1.3	3,927.7	1,299.4	33
Industrial	46.4	136,310.6	30,257.1	22
Transportes y Comunicaciones	13.9	40,786.0	8,071.7	20
Administración y Defensa	1.8	5,277.0	409.9	8
Comercio	0.8	2,489.1	1,105.2	44
Turismo	0.6	1,734.7	984.0	88
Salud y Seguridad Social	2.4	7,125.0	2,562.4	34
Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología	2.4	7,005.0	3,996.9	69
Asentamientos Humanos*	7.0	20,459.3	12,611.0	62
Laboral	0.1	221.2	124.0	56
Convenios Unicos de Coordinación	4.0	11,843.1 **	11,250.9	95
PIDER-COPLAMAR	2.5	7,500.0	5,000.0	67
TOTAL	100	294,128.8	100,707.5	34

* No se incluye FOVISSSTE.

** Incluye cooperaciones.

FUENTE: Dirección General de Inversiones Públicas, Secretaría de Programación y Presupuesto.

C.- CONCURRENCIA DE LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE
UNA EMPRESA CONTRATISTA DE CONSTRUCCION

Como en todas las demás Empresas, a la Empresa Contratista de Construcción concurren cuatro factores básicos: Capital, Trabajo, Mercado y Entorno Socio-Económico. A continuación se señalan -- los propósitos y las formas particulares de concurrencia de los cuatro factores básicos de la Empresa.

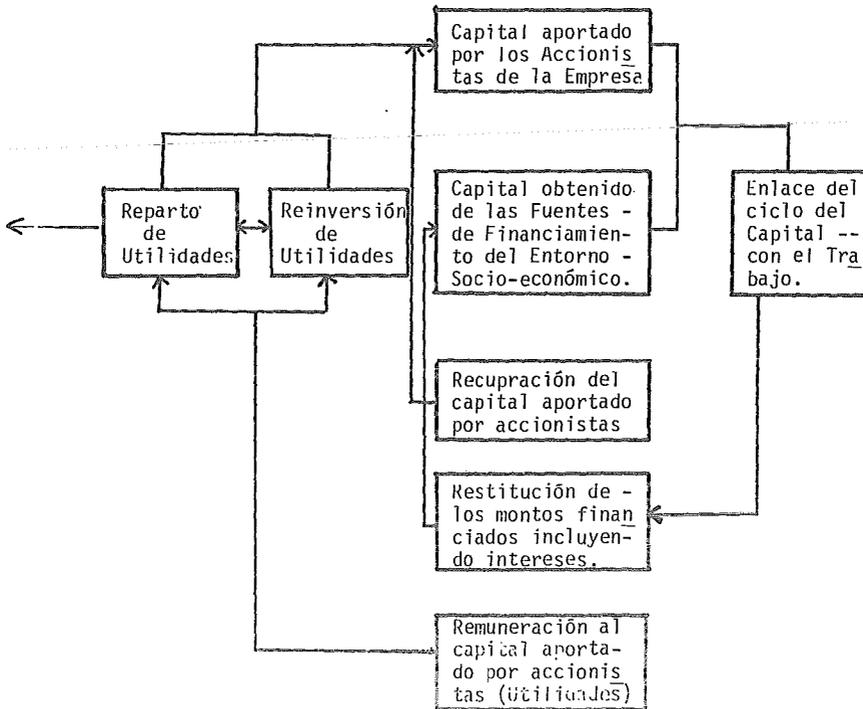
El Capital.- En la construcción, la agregación de valor que significan la tecnología y el trabajo, que se combinan con los materiales, al compararse con el valor de los materiales en su estado libre (no incorporados a la construcción) es altamente considerable. El capital de la Empresa Contratista de Construcción propicia el fenómeno de conjunción de la Tecnología con el Trabajo y con los materiales, para lograr la significativa agregación de valor señalada.

Las condiciones de seguridad de la inversión que ofrece la actividad de construcción, son más desventajosas que las que se pueden obtener en otras Industrias, las oportunidades de rentabilidad, -- por más jugosas que en otros rubros, aparecen como una compensación -- atractiva. El grado de inseguridad que caracteriza a las inversiones de capital en el ramo de la construcción, es una consecuencia de lo impredictible de las variaciones en los volúmenes de la demanda, ante un crecimiento constante de la oferta para los servicios proporcionados -- por las Empresas Contratistas de Construcción. Además la existencia -- de riesgos considerables produce una inestabilidad económica.

En cuanto a la forma en que se materializa la concurrencia del Capital se puede decir que, por lo general los accionistas mayoritarios de la Empresa son los directivos.

Una posible explicación de esta situación de propiedad del capital y responsabilidad de dirección en un mismo individuo, familia o grupo, parece ser el hecho de que las oportunidades de un excelente índice de rentabilidad para la inversión, se asocia a la habilidad de promover operaciones o a la experiencia de administrar los recursos.

La función del capital en la Empresa Contratista de -- Construcciones se cumple con el siguiente ciclo:

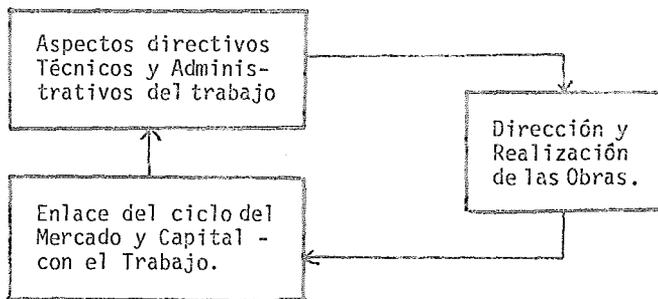


El trabajo, en la realización de las obras, se presenta en niveles claramente diferenciados. La primera diferencia se expresa en el alto grado de tecnificación de un sector y la poca especialización requerida en la mayoría de los trabajadores, que actuando como operarios, manipulan los materiales. El grado de mecanización - en el trabajo es considerablemente menor que en otras actividades industriales. El hecho que da motivo a la concurrencia del Trabajo a la Construcción es:

- a).- Para los niveles técnicos lo específico de su especialización.
- b).- Para los niveles de operarios, la escasa especialización requerida.

Esto se debe principalmente a la falta de preparación en el personal, así como el continuo cambio de ubicación del trabajo.

La función del trabajo en la Empresa Contratista de Construcciones se cumple con el siguiente ciclo:



El Mercado.- El "producto" que la Empresa Contratista de Construcción entrega a sus clientes es siempre distinto; su forma final y sus especificaciones detalladas se van definiendo durante el período de elaboración del proyecto. La obra construída siempre significa una inversión cuantiosa para el cliente y, el producto incide

en forma trascendental en los fenómenos económicos, sociales y políticos del medio, por lo que en algunas ocasiones el proceso constructivo se ve sometido a presiones especiales y es inevitable la necesidad de incorporar cambios por razones técnicas y económicas.

El motivo por el que el Mercado concurre a la Empresa es la necesidad de resolver los problemas de alojamiento de las poblaciones, de integración de comunidades en una sociedad, de control de las manifestaciones de la naturaleza o de generación y conducción de energía y energéticos.

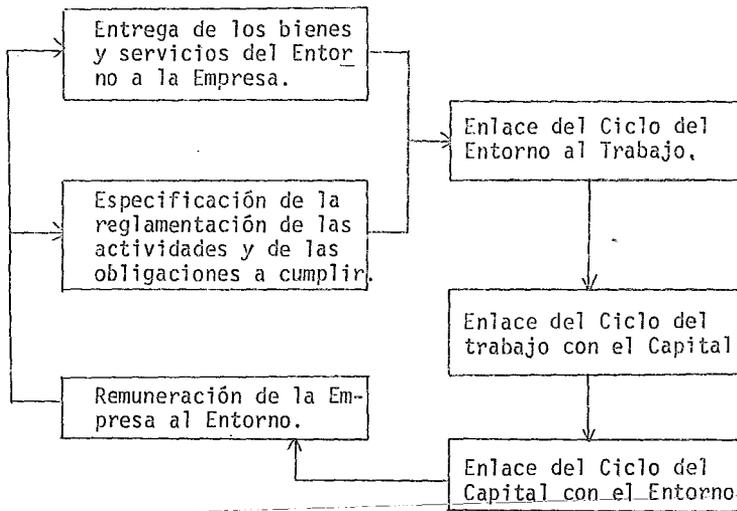
En cuanto a la forma en que se materializa la concurrencia del mercado, se establece un acuerdo específico para cada obra entre un cliente y un constructor. La relación cliente-constructor suele reducirse a una obra, aunque eventualmente pueda volverse a presentar para otras obras que se desarrollen, simultánea o posteriormente.

El Entorno Socio-Económico.- El Entorno es la fuente en que la Empresa se abastece de materiales, fuerza de trabajo, Capital y, en general, de todos los servicios, bienes y seguridad que necesita.

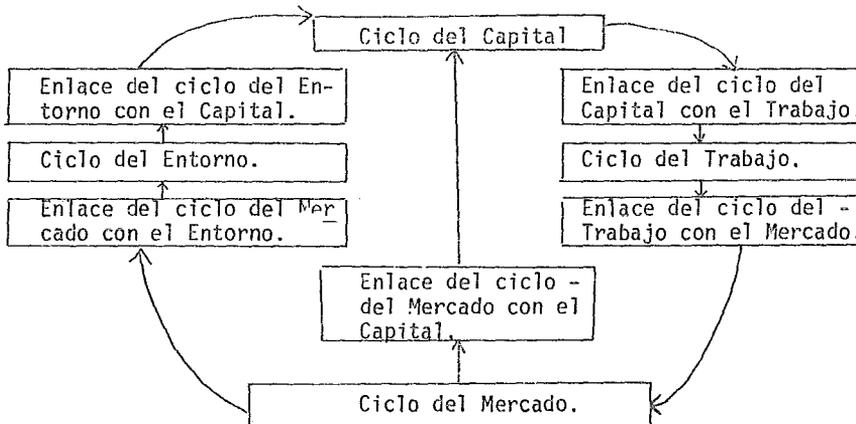
El motivo por el que el Entorno concurre en la Empresa se debe a que las necesidades que tienen los seres que integran la Sociedad deberán ser cubiertas.

La forma de la concurrencia del Entorno a la Empresa se manifiesta con una serie de reglamentaciones de las actividades de la Empresa, y en la imposición de unas obligaciones a cumplir.

La función del Entorno en la Empresa Contratista de Construcción se cumple con el siguiente ciclo:



En un intento de expresar el ciclo con el que se cumplen las funciones de la Empresa, se han conjuntado los ciclos - del Capital, del Trabajo, del Mercado y del Entorno y sus enlaces, en un solo diagrama que se incluye a continuación:



1.- ORGANIZACION DE UNA EMPRESA

CONTRATISTA DE CONSTRUCCION

La Estructura de Organización de una Empresa Contratista de Construcción, debe establecerse para facilitar que su operación resulte (a) útil al Mercado que sirve y al Entorno en que se ubica, (b) satisfactoria para quienes trabajan en la corporación y (c) productiva para quienes arriesgan con ella su patrimonio al aportarlo como Capital.

SOLVENCIA ECONOMICA DE UNA EMPRESA CONTRATISTA DE

CONSTRUCCION

La solvencia se mide con el cociente que resulta de dividir la capacidad de la Empresa de pagar sus adeudos oportunamente ~~(se identificará como la capacidad de pago: "Q")~~ entre el monto de lo que debe (se identificará como el Pasivo: "P").

$$S(\text{Solvencia}) = \frac{Q (\text{Capacidad de Pago})}{P(\text{Pasivo})} \quad (1)$$

Dado que la capacidad de pago (Q) y el pasivo (P) varían con las circunstancias que vive la Empresa, la solvencia resulta una función del tiempo y para determinarla hay que referirla a una fecha específica, calculando sus variables Q y P para un período determinado que concluye en esa misma fecha.

Los elementos de la operación que contribuyen a darle valores a la Capacidad de Pago (Q) de la Empresa son:

(a) Sumando (1) El Capital aportado por los accionistas de la Empresa.

(2) El capital obtenido de las fuentes de financiamiento.

(3) El pago recibido de los clientes, por los servicios prestados.

(b) Disminuyendo: Los pagos hechos:

(1) Como remuneración al capital.

(2) Como remuneración al entorno.

(3) Como remuneración al trabajo.

Los elementos de la operación que contribuyen a darle valores al Pasivo (P) de la Empresa son:

Las obligaciones contraídas y pendientes de solventar por:

(1) El uso de materiales, tecnología y equipo.

(2) El trabajo agregado a la operación de la Empresa.

(3) Los servicios recibidos del entorno.

VOLUMEN DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA CONTRATISTA DE CONSTRUCCION

La práctica de cuantificar el volumen de operación de una Empresa, como la suma de los importes de los contratos vigentes no es la adecuada para contemplar las condiciones de supervivencia y desarrollo de la Empresa.

Una norma de Dirección generalmente aceptada es que la Empresa cuente oportunamente con estados contables (Balance y - Reportes de Resultados) mensuales. El conocimiento de la situa- ción de mes a mes permite adoptar, con oportunidad, medidas correc- tivas de las tendencias insatisfactorias. De que se recomiende la evaluación mensual del volúmen de operación, para enriquecer la in- terpretación de los estados financieros que mensualmente hace la Dirección de la Empresa, con el análisis de las condiciones de su- pervivencia y desarrollo.

FUNCIONES QUE DEBEN DESEMPEÑARSE CON
LA ORGANIZACION (COMO ORGANISMO) DE
UNA EMPRESA CONTRATISTA DE CONSTRUCCION

Como una síntesis de las características de opera- ción de las Empresas Contratistas de Construcción que deben tomar- se en cuenta para el diseño de una Estructura de Organización apro- piada, a continuación se relacionan las funciones que deben desem- peñarse por los órganos o unidades de la organización, sin preten- der que el orden en que se expresan implique una jerarquización:

- a).- Una promoción de las actividades de la Empresa que, de acuerdo con las posibilidades que crea la deman- da, mantenga el volúmen de operaciones y el ritmo - de trabajo entre límites que no alteren la estabili- dad de la Empresa.
- b).- Determinar oportunamente el impacto de las variacio- nes en el volúmen de operaciones sobre las condicio- nes de seguridad y rentabilidad del capital y de la operación de la Empresa en general.

- c).- Decidir en que obras se participa, teniendo en cuenta el efecto combinado de los siguientes factores:
 - c.1) El volúmen mensual de las operaciones.
 - c.2) El costo de los recursos inactivos
 - c.3) Las posibilidades de adquisición de los recursos necesarios.
 - c.4) Los riesgos de los imprevistos.

- d).- Formalizar oportunamente las relaciones con los clientes, para agilizar el ritmo de recuperación de las in versiones.

- e).- Contar con la estructura de costos adecuada y con el sistema de información requerido, para determinar pre cios convenientes y competitivos.

- f).- Complementar las definiciones del producto a cons- - truir, dentro del límite de conciencia que resulte de comparar; el costo agregado con el riesgo de la inde- terminación del trabajo a realizar.

- g).- Seleccionar en cada caso los procedimientos de cons-- trucción más adecuados a los objetivos perseguidos y recursos disponibles.

- h).- Conocer y aprovechar íntegramente las fuentes de abas tecimiento de recursos, en cantidad, calidad y oportu nidad, para tener a tiempo las operaciones programa-- das, considerando tales recursos como:
 - h.1).- Humanos.
 - h.2).- Tecnológicos.
 - h.3).- De Equipo.
 - h.4).- Materiales

h.5).- Monetarios.

- i).- Establecer y cumplir programas de mantenimiento y renovación de equipo.
- j).- Conocer y cumplir oportunamente las obligaciones im-
puestas por el entorno, en materia fiscal y demás as-
pectos reglamentados.
- k).- Hacer efectiva la operación de cada estación del ci-
clo de funciones de la Empresa, logrando una utiliza-
ción eficaz y eficiente de los recursos y una fluidez
adecuada en las rutas del dinero y de los bienes y
servicios.
- l).- Conocer oportunamente las desviaciones de la opera-
ción respecto a los programas, para implementar medi-
das correctivas.

2.- MODELO DE ESTRUCTURA DE ORGANIZACION PARA EMPRESAS CONTRATISTAS DE CONSTRUCCION

Con demasiada frecuencia la Organización se confunde con la especificación de las relaciones de autoridad y comunicación entre los niveles jerárquicos del personal de una Empresa.

Los Ingenieros caemos en la trampa de confundir el Organigrama con la estructura de Organización, quizá por el aspecto de esqueletos que suele ofrecer, y por la deformación profesional de fijarnos en la unidad esqueleto-estructura.

Los órganos o unidades de una organización deben corresponder a las funciones que se estime deben desempeñarse para que la Empresa cumpla con su cometido. El cometido de la Empresa se define por los objetivos.

El mejor método para diseñar una organización es empezar por describir y cuantificar los objetivos. Los objetivos se han agrupado, para su descripción, como sigue:

(a) De supervivencia de la Empresa:

1.- Mantener la necesaria solvencia económica para:

1.01.- Remunerar adecuada y oportunamente al Capital, al Trabajo, al Mercado y al Entorno, por su participación en la Empresa.

1.02.- Dar las debidas condiciones de seguridad a los activos que, Capital, Trabajo, Mercado y Entorno aportan a la Empresa.

2.- Procurar que Capital, Trabajo, Mercado y Entorno mantengan, en forma permanente y prolongada, su interés en participar en la Empresa.

(b) De Desarrollo de la Empresa:

1.- Obtener oportunamente el incremento adecuado a los volúmenes de obra a realizar.

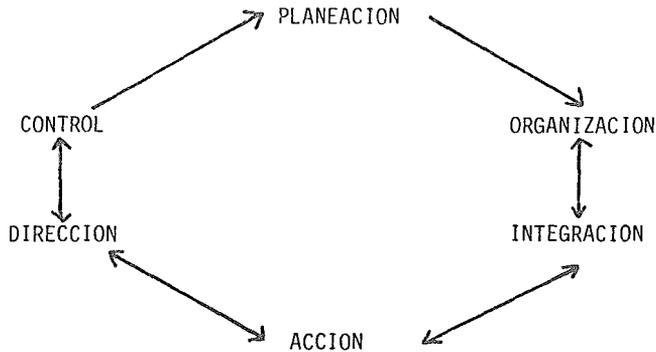
Para la consecución de los objetivos propuestos es necesario desarrollar unas funciones. Como definición de lo que es una función se propone la siguiente:

"Una función es la aplicación de unos recursos para la materialización, como resultado de un objetivo".

Las funciones se pueden contemplar como una agrupación de operaciones en diversos aspectos:

- 1.- Aspectos de Planeación.- Se refieren a la determinación de los objetivos de la función y al establecimiento de las estrategias para lograrlos.
- 2.- Aspectos de Organización.- Se refieren a la definición de los recursos necesarios para el logro de los objetivos y al diseño de los procedimientos de operación de los recursos en el desempeño de la función.
- 3.- Aspectos de Integración.- Se refieren a la incorporación de los recursos, definidos en la organización como necesarios para el desempeño de la función.
- 4.- Aspectos de Acción.- Se refieren a la aplicación física de los recursos, según los procedimientos definidos.
- 5.- Aspectos de Dirección.- Se refieren a la evaluación de los resultados que se van obteniendo. Incluyen las acciones necesarias entre los resultados y los objetivos pretendidos, y el establecimiento de medidas correctivas para la recuperación de las desviaciones.
- 6.- Aspecto de Control.- Se refieren al registro de los datos que expresan el desarrollo de la función y la comparación de la acción con el plan.

Estos aspectos de una función se inter-relacionan como se expresa en el siguiente diagrama:



Para el desempeño de las operaciones descritas se proponen los siguientes órganos o unidades de organización.

Para enfatizar la diferencia de las características de operación de los órganos relacionados directamente con las obras y lo relativo a la Oficina Central, los agrupamos en dos sub-estructuras como se expresa en el esquema siguiente:

(a) Sub-estructura de las Obras.

- 1.- Unidad responsable de la ejecución de las obras.
- 2.- Unidad auxiliar de Programación de los Trabajos y Registros de Avance.
- 3.- Unidad auxiliar de realización de la obra, responsable de los costos:
 - 3.1.- Sub-Unidad auxiliar de Almacenes y Suministros.
 - 3.2.- Sub-Unidad auxiliar de Mano de Obra.
 - 3.3.- Sub-Unidad auxiliar de Equipo.

(b) Sub-Estructura de la Oficina Central.

1.- Unidades de enlace con la sub-estructura de las Obras:

1.1.- Unidad Coordinadora de Obras en Proceso.

1.1.1.- Sub-Unidad Coordinadora de Operación

1.1.2.- Sub-Unidad Coordinadora de Información.

2.- Unidades Técnicas.

2.1.- Unidad centralizada de Informática y Registro de Datos.

2.2.- Unidad Centralizada de Costos.

2.3.- Unidad Centralizada técnica de Ingeniería.

2.4.- Unidad Central de Abastecimientos.

2.5.- Unidad Central de Mano de Obra.

2.6.- Unidad Central de Equipos.

2.7.- Unidad centralizada de Recursos Humanos.

3.- Finanzas.

3.1.- Unidad Reguladora del Flujo de Dinero.

4.- Unidades Promotoras.

4.1.- Unidad de Promoción de los Volúmenes de Trabajo.

4.2.- Unidad de Planeación de Obras Futuras.

4.3.- Unidad de Presupuesto para Contratación.

4.4.- Unidad de Formalización de Operación y Gestiones con el Mercado y el Entorno.

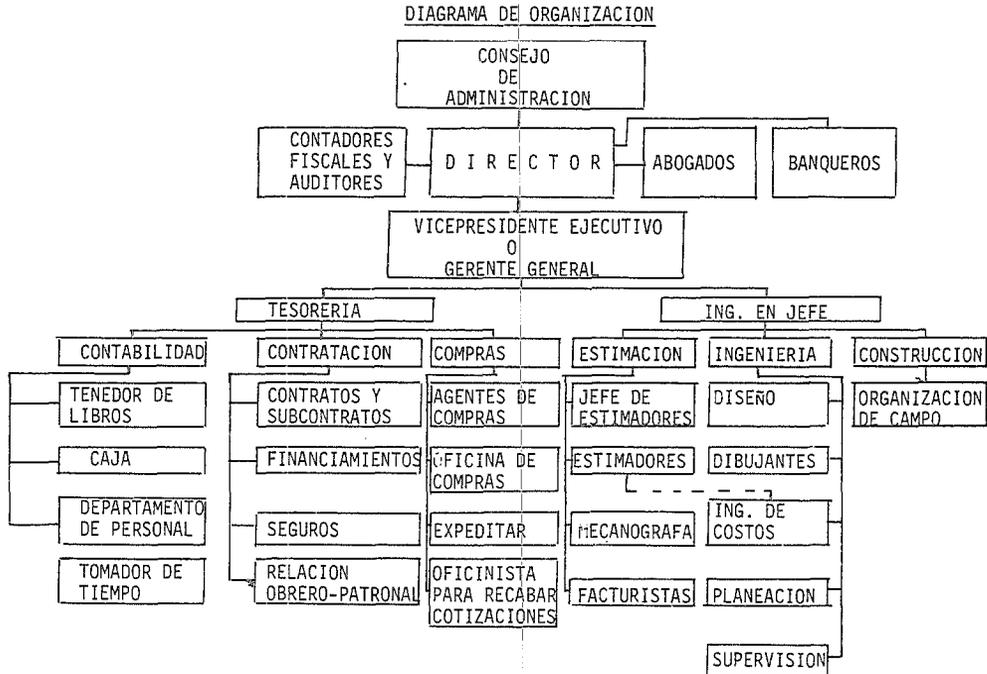
5.- Unidades de Asesoría.

5.1.- Unidad de Contabilidad y Auditoría Fiscal.

5.2.- Unidad encargada de mantener en orden las obligaciones laborales y mercantiles.

5.3.- Unidad encargada del financiamiento.

A continuación presentamos un diagrama de Organización tipo para Empresas Constructoras.



Se representan en forma gráfica la estructura de una organización, indicando los distintos departamentos, sus categorías y las líneas de Supervisión entre cada uno de ellos.

Este diagrama es especialmente útil para determinar claramente el área de responsabilidades y campos de acción de cada departamento.

C A P I T U L O I I I

LOS COSTOS Y SU IMPORTANCIA EN LA ORGANIZACION DE LAS

EMPRESAS CONSTRUCTORAS

La estimación de los costos comprende no sólo los costos - de Ingeniería y construcción, sino también los de operación y mantenimiento de las obras e instalaciones, incluyendo la planeación.

La estimación de costos es muy importante para el estudio de factibilidad de un proyecto, también en las autorizaciones presupuestales, los programas financieros y prácticamente todas las decisiones de la Gerencia de una Empresa.

A continuación definiremos aspectos muy importantes incluidos en esta estimación.

1.- COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES.

COSTO.- Conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados por la realización de un proyecto o una obra.

PRESUPUESTO.- Es el conjunto ordenado de los costos de las partes integrantes de un proyecto, calculados previamente a la ejecución de éste.

Los Costos Directos, Indirectos, Imprevistos y Utilidad, - en conjunto forman un presupuesto.

La definición de cada uno de estos conceptos, se expresa a continuación:

Costo Directo.- Suma de los Costos de materiales, obra de mano y equipo, necesarios para la realización de un producto determinado.

Costo Indirecto. Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluidos en los costos directos, que realiza el constructor tanto en las oficinas --centrales, como en la obra, y que comprenden, entre otros, los gastos de organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, administración, financiamiento, --prestaciones sociales correspondientes al personal al personal directivo y administrativo y las regalías que proceden, en su caso, por el uso de patentes.

Los costos indirectos se podrán expresar -- como un porcentaje del costo directo de -- cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se podrán calcular sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo el resultado de esa suma entre el costo total directo de la obra de que se trate.

A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto.

x = De posible aplicación.

- = No aplicable.

	Admón. Central	Admón.de Obra
1.- Honorarios, sueldos y prestaciones.		
1.- Personal directivo.	x	-
2.- Personal técnico.	x	x
3.- Personal administrativo.	x	x
4.- Personal de tránsito.	-	x

	Admón. Central	Admón. de Obra.
5.- Cuota patronal de seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para ítems 1 a 4.	x	x
6.- Pasajes y viáticos.	x	x
7.- Consultores y asesores.	x	-
8.- Estudios e investigaciones.	x	-
<u>2.- Depreciación, mantenimiento y rentas.</u>		
1.- Edificios y locales.	x	x
2.- Campamentos.	-	x
3.- Talleres.	-	x
4.- Bodegas.	-	x
5.- Instalaciones generales.	-	x
6.- Muebles y enseres.	x	x
<u>3.- Servicios.</u>		
1.- Depreciación o renta y operación y vehículos.	x	x
2.- Laboratorio de campo.	-	x
<u>4.- Fletes y acarreos.</u>		
1.- De campamento.	-	x
2.- De equipo de construcción.	-	x
3.- De plantas y elementos para inst.	-	x
4.- De mobiliario.	-	x
<u>5.- Gastos de oficina.</u>		
1.- Papelería y útiles de escritorio	x	x
2.- Correos, teléfonos, telégrafos, radio.	x	x

	Admón. Central	Admón. de Obra
3.- Situación de fondos.	-	x
4.- Copias y duplicados.	x	x
5.- Luz, gas y otros consumos.	x	x
6.- Gastos de concursos.	x	-
<u>6.- Fianzas y financiamientos.</u>		
1.- Primas por fianzas.	x	-
2.- Intereses por financiamientos.	x	-
<u>7.- Trabajos previos y auxiliares.</u>		
1.- Construcción y conservación de caminos de acceso.	-	x
2.- Montajes y desmantelamiento de equipo, cuando así proceda.	-	x

Imprevistos. Es la partida propuesta que se calcula para cubrir los costos imprevistos, en el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la incertidumbre que se tenga en los datos básicos empleados para el cálculo del presupuesto.

Utilidad. Es la remuneración económica a que toda Empresa tiene derecho, al desarrollar un trabajo profesional y cuyo monto depende del total de la inversión y el riesgo que conlleva.

1.- Principios fundamentales para la integración de los Costos

El motivo principal de este inciso es aclarar los principios fundamentales para la integración de los costos, así como sugerir una

metodología que contemple la justa valoración de todos los cargos integrantes de un Precio de Venta.

En la Industria de la Construcción Pesada, se presenta el caso en el que el Precio de Venta del producto es determinado y convenido previamente a la elaboración del mismo; con base en el análisis, en los que no todas las condiciones que se mostrarán durante la ejecución de la obra son previsibles, además con costos experimentales que en muchos casos, por condiciones de mercado se verán afectados.

Al tratar de conocer de antemano los costos finales, pueden presentarse errores al no preveer o prever con incertidumbre factores tales como escasez de materiales, suspensión de trabajos por mal tiempo; retrasos en los pagos concertados que originan gastos financieros, etc.

Además de el desconocimiento, omisión o subestimación de elementos que integran el precio de venta.

1.- TEORIA DEL COSTO.

1.1.- Representación del Costo Directo.

Se ha sugerido considerar la ecuación siguiente como probable representativa del Costo Directo.

$$C.D. = (ax + by + \dots + nw).$$

Donde se supone " x, y, z y w" como variables representativas de precios de adquisición de materiales, de obra de mano, de subproductos, etc.

Y "a, b, c y n", como consumos estadísticos de materiales, de obra de mano, de equipo y otros.

En condiciones normales, la variabilidad de los precios de adquisición, están función del tiempo y ubicación de la obra.

Pero es conocido que los consumos y los rendimientos, están supeditados al clima, la eficiencia, los desperdicios, las costumbres, las condiciones de seguridad y la continuidad del trabajo.

2.- LOS TRABAJOS DIRECTOS.

La contabilidad general, acepta y señala como elementos del costo directo, a todos aquellos gastos que tienen aplicación directa a la elaboración de un producto determinado. Dentro de la Industria de la Construcción Pesada, se conoce como costo directo a la suma de los - costos de materiales, mano de obra y equipo, necesarios para la realización.

3.- MATERIALES.

Podemos distinguir dos tipos de materiales, intrínsecos y auxiliares. Los intrínsecos son aquellos que, quedan integrados al producto a realizar; y los materiales de tipo auxiliar, son aquellos que coadyuvan a la realización del producto.

Es necesario considerar el valor de los materiales puestos en obra, para evitar en el análisis, la multiplicidad de los fletes, impuestos, cargas, descargas y manejos.

Además es indispensable pesar, medir y cubicar el material ingresado como primer paso de control.

3.2.- Equipo.

Los costos por concepto de equipo y maquinaria, - en la Construcción Pesada son determinantes y éstos deben ser claramente entendidos y correctamente

te estimados.

3.3.- Mano de Obra.

La valoración correcta de la mano de obra, es uno de los más grandes problemas en la Construcción. Su variabilidad está ligada al costo de la vida, al proceso constructivo, a la aparición de nuevos materiales, equipo y tecnologías.

En la Construcción Pesada, la mano de obra no es sustancial comparada con el costo por equipo.

Son conocidos dos sistemas de pago:

LISTA DE RAYA: Con jornadas de trabajo a un precio acordado anteriormente, nunca menor al salario mínimo.

DESTAJO: Con cantidad de obra realizada por cada trabajador, a un precio acordado anteriormente, de forma tal que el pago nunca sea menor al salario mínimo.

Como ventajas del sistema de lista de raya se puede señalar su facilidad de control y el aseguramiento de la percepción del trabajador y como desventaja se da una sobre vigilancia, difícil de valuación, del precio unitario y una abundancia en tiempos perdidos.

En el sistema de destajo tenemos como ventajas: Se evita una parte de la sobre vigilancia, al facilitar de valuación unitaria, la anulación de tiempos perdidos.

Como desventaja: Que se puede reducir la calidad.

Es importante hacer intervenir un factor de zona que introduzca las circunstancias locales y un factor de maestro que represente las percepciones de este último relacionándolas con las directas de los trabajadores.

Así tenemos:

Costo Unitario del Trabajo (CUT) igual a:

$\frac{\text{Percepción Real.}}{\text{Rendimiento Promedio}} \times \text{Factor de zona} \times \text{Factor del Maestro.}$

$$\text{CUT} = \frac{\text{PR}}{\text{RP}} \times \text{FZ} \times \text{FM.}$$

Donde:

Percepción Real - $\frac{(\text{Salario diario} + \text{Prestaciones})}{\text{Factor de salario real}}$

Y donde:

Factor de salario Real = $\frac{\text{Período considerado total}}{\text{Período trabajado real.}}$

$$\text{FSR} = \frac{\text{PCT}}{\text{PTR}}$$

En donde:

$$\text{PTR} = \text{PCT} - \text{DNT.}$$

Siendo:

DNT = Días no trabajados.

Estos se pueden presentar por razones legales, costumbres locales, lluvias intensas, etc.

4.- LOS COSTOS INDIRECTOS.

Son los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra y para el funcionamiento de la Empresa.

Se distinguen dos tipos de indirectos:

El indirecto de oficina central y el indirecto de obra, ambos fueron explicados claramente, en tema anterior.

4.1.- REPRESENTACION DEL COSTO INDIRECTO COMO INTEGRANTE DEL PRECIO DE VENTA.

$$\text{Costo Indirecto} + \text{Utilidad} = \frac{\text{Precio de Venta}}{\text{Costo Directo}}$$

$$\text{FSC} = \frac{\text{PV}}{\text{CD}} \quad \text{y} \quad \text{PV} = \text{CD} \times \text{FSC}$$

Donde:

FSC = Factor de sobre costo.

CD = Costo directo.

PV = Precio de venta.

El precio inflacionario debe ser tomado muy en cuenta, para la determinación del volumen de ventas (a costo directo) del año por ejercer, deberá incrementarse como mínimo con el índice inflacionario del año anterior.

4.2.- Inidrectos de operación.

Se puede considerar su existencia en 3 áreas.

Area de Producción. Aquella que realiza las obras.

Area de Control de Producción. Aquella que presenta una buena contabilidad y cumple con los requisitos impositivos.

Area de Producción

Futura Aquella que genera ventas a --
través de sus departamentos de
proyecto y concursos.

Cabe señalar, que dada la demanda ciclica de los servicios de una Empresa Constructora, se hace recomendable que su organización contemple la posibilidad de ser colapsible, es decir, crecer al -- crecer la demanda y disminuir cuando ésta disminuye.

5.- UTILIDAD DE OBRA

La productividad legítima de capitales invertidos, el ciclo de recuperación y los riesgos que acompañan a cualquier inversión, son factores que determinan la utilidad; es indudable por tanto, que dicho factor, en funcción de sus diferentes parámetros deberá ser diferente según cada contrato específico, desde el sistema de administración con moderado riesgo hasta el precio alzado con la posibilidad de máximo riesgo.

Se recomienda tomar como mínimo el valor de la tasa de interés bancario vigente sobre la inversión del Capital.

6.- FIANZAS DE OBRA.

El cumplimiento de las condiciones de un contrato implica un ri-sgo que la parte contratante evita por medio de fianzas y siendo estas una erogación no necesaria para la parte contratista, creemos deban ser elementos del costo. La evaluación de este cargo dependerá de las condiciones específicas y los requerimientos de la parte contratante.

a).- NORMAS GENERALES PARA EL ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

El análisis de Costo Unitario, deberá referirse a la unidad que se expresa en el concepto de trabajo en estudio.

Es necesario precisar si los desperdicios se incluyen en las cantidades de obra o en el Costo Unitario directamente.

Se tendrá presente, en el estudio de los Costos Unitarios, los tiempos disponibles para ejecutar el concepto de trabajo, mismo que se obtendrá el programa preliminar.

Resulta de utilidad el tener formulado un catálogo de cuentas, para su rápida y expedita aplicación siendo que, un catálogo de cuentas es un listado que sirve para manejar, en las áreas de contabilidad, diseño, producción y control, las actividades de costos. - Además el catálogo consta fundamentalmente de tres elementos básicos que son:

- 1o.- Una identificación constituida por un símbolo generalmente numérico que, al mismo tiempo que identifica -- sirve para concentrar o desglosar, de acuerdo con la finalidad del catálogo, la información que va a manejar o producir.
- 2o.- Un segundo elemento, íntimamente ligado con la identificación simbólica, que constituye la denominación -- del concepto o conceptos que se agrupan.
- 3o.- Finalmente un campo libre u ocupado, el cual se utiliza de acuerdo con el objetivo fundamental del catálogo de cuentas.

El catálogo de cuentas para su estudio se puede dividir en ocho partes principales:

- 1.- Activo Circulante.
- 2.- Activo fijo y cargos diferidos.
- 3.- Pasivo.
- 4.- Capital.
- 5.- Costo Directo.
- 6.- Costo indirecto.
- 7.- Cuentas de resultados generales.
- 8.- Cuentas de Orden.

1.- Activo Circulante.

Generalmente son los valores realizables en efectivo - a corto plazo (menores a un año), documentos, estimaciones, obras en proceso y terminados, materiales almacenados en obra o en tránsito, clientes, cobranzas y - deudores diversos.

2.- Activo Fijo, Circulante y Cargos Diferidos.

- a).- Activo Fijo.- Son los valores realizados en efectivo a largo plazo en acciones, bonos, valores, préstamos a largo plazo, maquinaria, equipo y herramienta.
- b).- Activo Circulante.- El continuo giro de los valores (dinero, mercancía y cuentas por cobrar) y posibilidades de recuperación y productividad, reciben el nombre de activo circulante.
- c).- Cargos Diferidos.- Las inversiones que forman el - activo pueden también referirse a servicios pagados por adelantado, como el caso de pólizas de seguro, de ciertos arrendamientos y que han de emplearse durante determinado tiempo.

3.- Pasivo.

a).- Pasivo Circulante.

Son los documentos y cuentas por pagar, ya sea a cor
to plazo como son los anticipos por obras.

b).- Pasivo Fijo.

Cuentas o documentos a largo plazo.

4.- Capital.

Es la diferencia que existe en la suma del Activo Fijo-
Pasivo.

5.- Costos Directos.

Son los cargos que resultan por pago de materiales, obra
de mano y equipo.

6.- Costos Indirectos.

Son todos los gastos de la administración central y de
campo, los financiamientos, etc.

7.- Cuentas de Resultados Generales.

Son los resultados de los Ingresos de Obras y Servicios
en general todos los valores que son resultado de algu-
na operación inmediata.

8.- Cuentas de Orden.

Son la inversiones sujetas, amortizaciones y depreciacio-
nes.

En obras de Construcción Pesada, la utilidad de los catálo-
gos de cuentas se hace sentir en todas las etapas del desarrollo
de las mismas, desde la programación mediante aquellos que con-
tienen datos relativos a los costos básicos hasta su ejecución -

Ejemplo de un catálogo de cuentas:

CATALOGO DE COSTOS
CUENTAS DE MAYOR
SUBGERENCIA NUMERO 1

<u>CLAVE DE MAYOR</u>	<u>CUENTA</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>SEGUNDA SUBCUENTA</u>
07109 IE	01001 EX	Demoliciones y excavaciones	01 mano de obra.
07112 TZ	01002 BC	Rellenos y compactaciones	02 materiales (in- cluye fletes).
07113 AV	01003 CØ	Concretos	03 maquinaria y -- equipo.
07161 PM	01004 CI	Cimbras.	04 subcontratos.
07162 PT	01005 AR	Acero de refuerzo	05 empresarios me- nores.
07179 CP	01006 EM	Estructura metálica	06 fletes y acarreos
	01007 PR	Presforzados y colados	07 cargas y descar- gas.
	01008 PI	Pilotes	08 y desperdicios si - no están incluidos en materiales.
	01009 PO	Postensados.	
	01010 AG	Albañilería gruesa y acabados	
	01011 IT	Instalaciones	
	01012 OE	Obra Exterior.	
	01013 CX	Cimbra trabe elevada.	

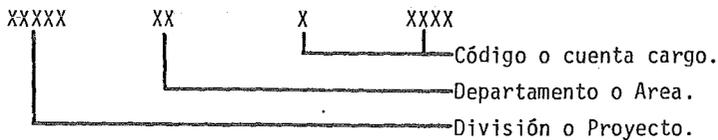
material, durante la cual los relativos al control de costos proporcionan un servicio informativo tal que permite orientar mejor la ejecución de la obra y al mismo tiempo suministra experiencias para la realización de obras futuras mediante la ampliación, modificación y actualización del acervo estadístico.

Es conveniente, jerarquizar la importancia de las partidas, para que en este orden sean analizadas.

Facilita el análisis, el tener formatos pre-establecidos para el cálculo de los costos unitarios.

A continuación se muestra un ejemplo de un catálogo de cuentas.

Todo número de cuenta estará formado de 12 dígitos, tal como se indica a continuación:



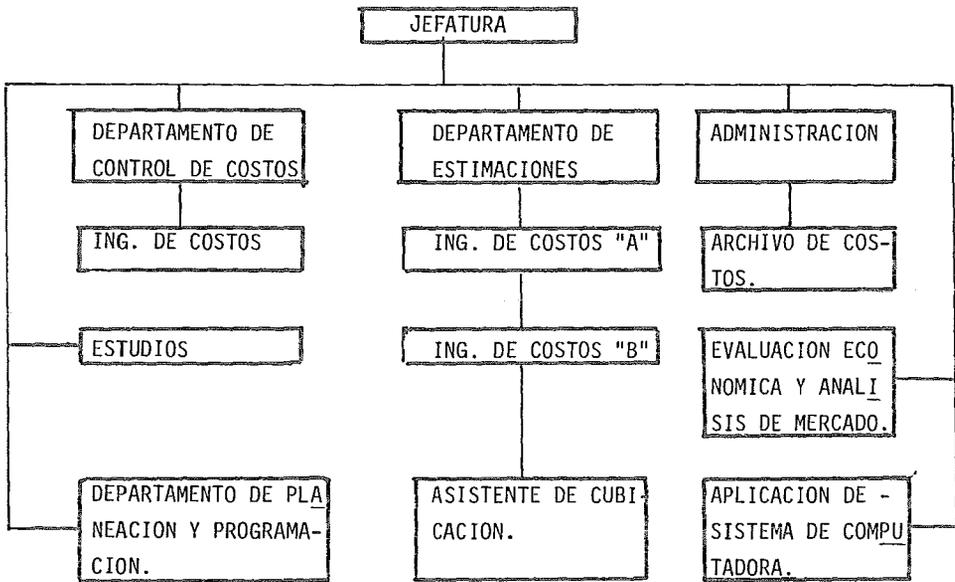
Ejemplo: Proyecto No. 02050: Partida colado de concretos - por personal pagado por lista de raya de Constructora, de una Zapata de cimentación para el frente No. 3. El número de cuenta será 02050-03-1-4900.

- a).-Los cinco primeros números nos indican que se trata de una obra, cuyo número fue asignado por la Dirección de Desarrollo.
- b).-Los 6o. y 7o. dígitos nos indican el área de la obra de que trata.

c).-El 8o. dígito nos indica la fuente de la erogación (mano de obra).

Ejemplo de Cuadro de Organización para la Elaboración y Control de Costos.

DEPARTAMENTO DE COSTOS



b).- METODOLOGIA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

a).- Consideraciones Básicas.

El Precio Unitario ha quedado definido, como el importe, total que debe cubrirse al contratista, por las operaciones que realiza y los materiales que emplea con la ejecución de las distintas partes de una obra, considerando la unidad de acuerdo con las especificaciones respectivas se fije para efectos de medición de lo ejecutado.

El Precio Unitario está conformado por una serie de factores, mismos que se han clasificado en dos grupos, el correspondiente a los llamados de Dependencia y el otro llamado de Consistencia.

Se conocen como factores de Dependencia aquellos, que, influyen en forma directa o indirecta en la magnitud del Precio Unitario. Estos factores se dividen en Controlables e Incontrolables.

En los Controlables, su conocimiento es previo a la valuación del Precio Unitario y consecuentemente se puede ejercer control sobre ellos para modificar, algunos de los cargos que integran el Precio Unitario. Los Incontrolables son factores cuya posible variación durante la ejecución de las obras hace que su influencia sobre la magnitud del Precio Unitario no pueda controlarse con anticipación, a menos que se haga una inversión fuerte en los estudios previos necesarios para su conocimiento, y en tal evento el porcentaje controlable está en razón directa de la precisión de dichos estudios y consecuentemente del costo de los mismos.

Como factores Controlables se tienen:

- a).- Proyecto.
- b).- Especificaciones.
- c).- Programas.

Todos estos puntos los podemos modificar, dentro de ciertos límites, siempre y cuando no modifiquemos lo establecido con el contratante.

Como factores Incontrolables se tienen:

- a).- La Topografía.
- b).- La Geología.
- c).- El Clima.
- d).- Condiciones legales y laborales.

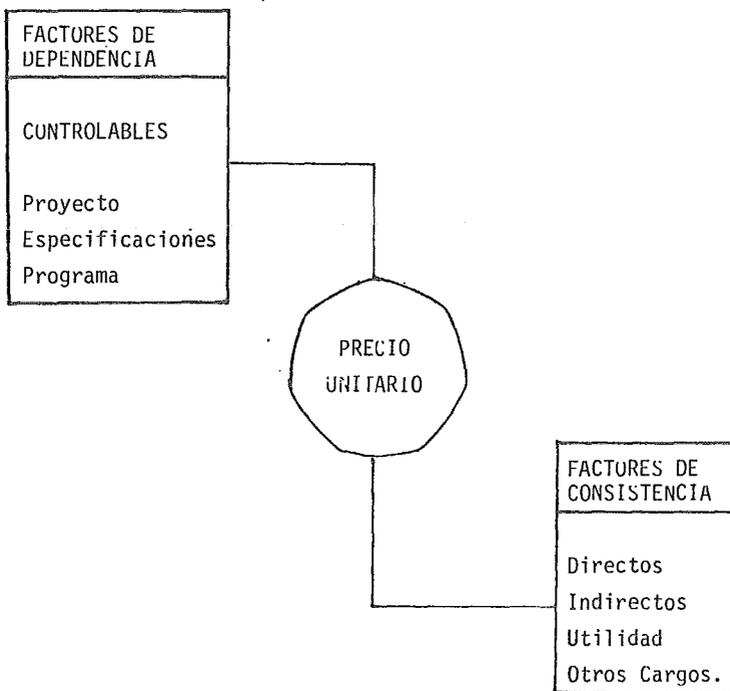
Aún cuando la Topografía, la Geología y las Condiciones Legales y Laborales, que privan en la zona donde se ejecutará la obra, deben ser materia de estudio y análisis para determinar su influencia, el conocimiento de estos factores nunca será lo suficientemente amplio para poder determinar con precisión la influencia que tendrán en la magnitud de los Precios Unitarios y por lo tanto siempre habrá un cierto factor de incertidumbre que deberá considerarse en alguno de los elementos que integran un Precio Unitario.

Por otra parte se tienen los llamados factores de Consistencia, cuya función principal es la de integrar el Precio Unitario de acuerdo con un ordenamiento y clasificación de los diferentes cargos que, aún cuando puede presentar pequeñas variantes, puede considerarse como de aceptación general.

Al respecto y como primera división de estos factores, se tienen los correspondientes a DIRECTOS, INDIRECTOS, UTILIDAD, y - - otros cargos.

El factor de consistencia IDIRECTOS, está integrado por -- una serie de cargos como son: Obra de Mano, Materiales, Maquinaria.

El factor de consistencia INDIRECTOS, está formado por -- los centrales y los de Obra.



Por otra parte, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos que integran un Precio Unitario. Estos datos fueron sacados del Reglamento de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, del año de 1979.

RESUMEN DE CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO

CARGO	FORMULA	NOMENCLATURA
Directo por obra de mano	$Mo = \frac{S}{R}$	Mo. = Cargo por obra de mano. S = Salario del personal R = Rendimiento por unidad de tiempo.
Directo por Materiales	$M = Va C$	M = Cargo por materiales. Va = Precio por unidad, puesto en la obra. C = Consumo del material por unidad de obra, incluyendo mermas, desperdicios y número de usos.
Directo por Maquinaria.	$CM = \frac{HMD}{RM}$	CM = Cargo por maquinaria. HMD= Costo directo de la Hora máquina. RM = Rendimiento horario de la máquina.
Directo por Herramienta.	$Hm = K Mo$	Hm = Cargo por herramienta de mano. K = Coeficiente experimental. Mo = Cargo unitario por mano de obra.
Por intalaciones.		Generales: Su costo se considerará indirecto, específicas: Su costo se considerará ya sea como cargo directo o como concepto de trabajo.

Cargos Indirectos.		Gastos generales necesarios para la ejecución de la obra no incluidos en los -- en los cargos directos, tales como: percepciones del personal técnico, directivo y administrativo, costo y operaciones de instalaciones temporales, costo de -- servicios, fletes y acarreos y gastos de oficina.
Utilidad.		Ganancia que debe percibir el contratista.
Cargos adicionales.		Los correspondientes a obligaciones <u>est</u> ipuladas en el contrato y que no están <u>in</u> cluidos en los cargos directos, ni en los indirectos.

Después de haber analizado como están integrados todos y cada uno de los costos que intervienen en una estimación de costos, es oportuno comentar la existencia de tres clases de Precios Unitarios así como, las características de un presupuesto, que como ya dijimos antes, un conjunto ordenado de los costos forma un presupuesto.

c).- PRECIOS UNITARIOS

Existen para su aplicación, tres clases de Precios Uni-
tarios:

a).- Los de Tabulador.

Son aquellos preparados por alguna dependencia, con base en las especificaciones generales de construc-
ción, que están elaboradas, y en las cuales las consideraciones relativas a los costos de elementos -- que los integran, los procedimientos constructivos y los rendimientos considerados, corresponden a condiciones promedio de las obras, de acuerdo a la zo-
na de trabajo.

b).- Los de concurso

Son aquellos contenidos en las proposiciones que reciben las dependencias de las contratistas interesa-
das en la ejecución de las obras concursadas.
Estos precios unitarios están preparados con base -
en las especificaciones antes mencionadas, más las
modificaciones que puedan proporcionarle las especificaciones especiales de la obra.

Son integrados en base a la experiencia, estadística y cotización de los propios contratistas de acuerdo a la zona de trabajo y características especiales técnicas y financieras de la obra en particular.

c).- Los especiales.

Son los que se presentan, durante la ejecución de la obra, para cubrir aquellos conceptos de obra que no estuvieron contemplados en la proposición original, estos también se preparan con base en las especificaciones generales, además los Precios Unitarios se integrarán con base en los elementos contenidos en los análisis de precios ya establecidos en la proposición del contratista.

Generalmente se formulan con la participación del contratante y el contratista.

Por otra parte en lo que se refiere a la obtención de cada uno de los cargos correspondientes al costo directo deberán considerarse las siguientes observaciones:

- Al tratar la obra de mano, para integrar las percepciones reales de cada trabajador, el salario base en todos los casos, el tiempo extra y las bonificaciones las prestaciones, esto obviamente se deberán relacionar con el rendimiento propio del trabajador.
- Para los materiales, deberán tomarse en cuenta: El precio, las posibles comisiones, fluctuaciones en los precios en el transcurso de la ejecución de la obra, transporte, maniobras de carga y descarga, des

perdicios, usos que puedan dárseles y las cantidades necesarias para la realización de una unidad del concepto de una unidad del concepto de obra a que se refieran.

- Al tratar de la maquinaria se deberá considerar el tiempo que ésta emplea en el trabajo y se aplicará el costo de la hora máquina, valuado tomando en cuenta los cargos fijos por: Depreciación, Inversión o Intereses, Seguros, Almacenaje y Mantenimiento; los cargos por consumos de: Combustibles, Lubricantes y ayudantes y desde luego el rendimiento del equipo.

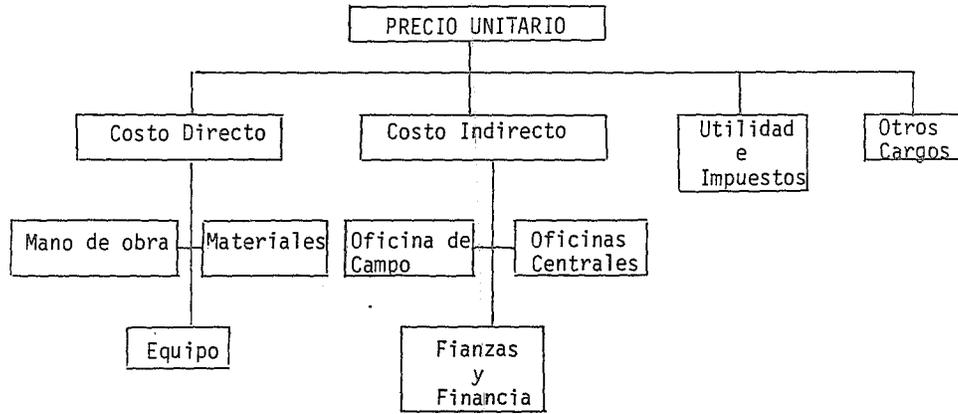
Por lo que corresponde a la obtención de los cargos por concepto de Indirectos, serán los gastos necesarios para la realización de las obras de la Empresa.

La utilidad, corresponde a la ganancia que percibe la Empresa por la ejecución de la obra y está determinada cuantitativamente por un porcentaje.

La metodología aconsejable para la integración de Precios Unitarios puede ser la siguiente:

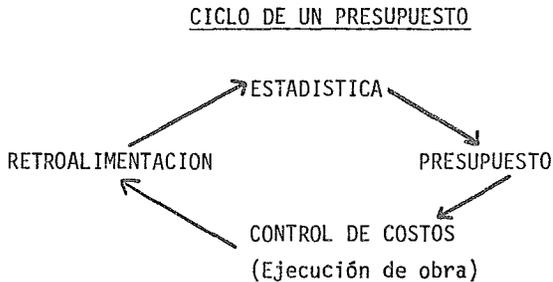
- 1.- Con base en los programas de ejecución de obra, elaborar programas correspondientes a personal y a utilización de maquinaria.
- 2.- Valuación del costo total de las actividades.
- 3.- Integrar el Precio Unitario de los elementos obtenidos.

4.- Ajustar los rendimientos del personal y maquinaria en forma tal que, en análisis de conjunto se logre un mayor aprovechamiento de estos recursos y así - llegar al costo directo obtenido de conformidad -- con lo antes expresado, aplicarle por porcentajes de indirectos y utilidad que se haya determinado, también los porcentajes correspondientes a otros -- cargos contractuales, para finalmente llegar al Pre cio Unitario.



d).-CICLO BASICO DE UN PRESUPUESTO

Un presupuesto entre otros muchos factores, está basado en estadísticas registros de resultados, experiencias pasadas todas ellas obtenidas de proyectos realizados.



A fin de que este ciclo pueda cumplirse, es esencial que entre las etapas enumeradas exista comunicación y continuidad. Esto podrá lograrse, si logramos identificar las partidas que forman un Presupuesto, mediante un catálogo de cuentas.

Siendo que un catálogo de cuentas, es un sistema simbólico generalmente numérico, que permite desglosar e identificar lógicamente y uniformemente todos los conceptos que intervienen en el costo de un proyecto.

Expliquemos ahora como se encuentran ligadas las etapas -- que integran el ciclo:

1o.- Control de Costos

Nosotros ya conocemos que es el Control de Costos, así que ahora podremos decir la función que ejerce el presupuesto en su sistema.

El presupuesto es el elemento de comparación de los costos resultantes y pronósticados, durante la ejecución de un proyecto.

Para efectuar esa comparación es necesario confinar los costos reales de una manera tal, que permita -- efectuar una confrontación con el presupuesto inicial.

Esta tarea de confinar los costos da oportunidad al control de costos de tener una constante vivencia - del desarrollo del proyecto, por lo tanto, podrá -- formular observaciones al presupuesto que permitan saber que tanto se mantiene en la línea establecida por el Ing. Constructor.

Estas observaciones, transmitidas mediante informes a quienes formularon el Presupuesto, constituye lo que aquí llamamos RETROALIMENTACION.

Los datos contenidos en la Retroalimentación, influirán en el estudio de futuros presupuestos, así como enriquecerán la estadística general de resultados, la cual es fundamental para - verter en los Presupuestos, el comportamiento más probable de los factores que intervendrán en ellos.

C A P I T U L O I V

ELABORACION Y CONTROL DE COSTOS EN LA INDUSTRIA

DE LA CONSTRUCCION PESADA

Dada la complejidad que presenta la Industria de la ---
Construcción Pesada en lo que respecta al Control de sus Costos,
nos permitimos hacer los siguientes comentarios:

- Se ha dicho que controlar, implica diseñar un sistema de medición de resultados. Es esencial que al realizar observaciones de costos en las obras, se busquen las correlaciones existentes entre dichos costos y los parámetros numéricos que midan fielmente los diversos factores que influyen en los mismos.
- También se puede afirmar que el control de los costos y la estimación de costos constituyen un ciclo cerrado, con interacciones mutuas.
- Es conveniente formular un estimado de costos aceptable, contando con datos significativos derivados de algún control de costos llevado en obras anteriores. Tampoco se puede intentar el control de costos de una obra si no se cuenta con un estimado razonable exacto, que sirva de patrón contra el cual comparar la ejecución, para tener idea de si los costos en que se está incurriendo son aceptables.

El Control de Costos, consiste en establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los costos estimados o propuestos, con respecto a los reales.

Consecuencias que se presentan, cuando se tiene un buen Control de Costos.

- a).- Puede reducirse la inversión real.
- b).- Mejora la rentabilidad de la obra.
- c).- El control revela prontamente cuando una obra se -

basó en hipótesis falsas respecto a los costos.

Por supuesto que el Control de Costos no corrige los defectos consumados en los costos estimados, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

a).- A continuación enunciamos algunos aspectos fundamentales para lograr establecer un buen Control de Costos:

- a).- Planeación.
- b).- Estudios de tiempo y movimiento.
- c).- Rendimientos.
- d).- Ruta Crítica y sus aplicaciones.
- e).- Estudios comparativos.
- f).- Programas de Obra.
- g).- Financiamiento.
- h).- Reporte de Costos, de equipo y personal.
- i).- Indices de Costos.
- j).- La importancia del control del almacén.

a).- Planeación.

Existen determinaciones preliminares que deberán ser estudiadas cuidadosamente y explicadas detalladamente, para establecer un plan de acción concreto, éstas deberán mostrarse al Contratista al inicio del desarrollo del proyecto.

La preparación de un plan adecuado de operaciones, requiere una consideración balanceada de varios factores.

Cualquier plan deberá mostrar categorías específicas de trabajo o designar métodos para ser usados en la conformación de cada una de éstas categorías, y así establecer la secuencia de -- las diferentes operaciones.

Los métodos de Ingeniería pueden ser usados para pre- - veer los incrementos de costos en la Industria de la Construc- - ción Pesada.

El tiempo y los estudios requeridos de zona y estudios económicos de la misma deberán ser recopilados y procesados para que sean utilizados por el contratista para la planeación de sus operaciones de construcción.

Una forma final de la planeación dentro de la Construc-- ción Pesada estará determinada en base al tiempo de contrato y la secuencia de operación. El equipo necesario, deberá ser seleccio-- nado de acuerdo a los rendimientos óptimos esperados, en el proyec-- to inicial, tipos de material, condiciones de operación y posibili-- dades de mantenimiento.

b).- Estudios de tiempo y movimiento.

Los estudios de tiempo y movimiento son métodos de di-- rección, originalmente enfocados para analizar y proveer de algún tipo de control en la Industria de la Construcción.

Es estudio de tiempo consiste en cuantificar y analizar el tiempo necesario para ejecutar una operación dada con la idea de determinar el tiempo mínimo requerido para cumplir con el proyec-- to.

El estudio de movimiento determina las maniobras de hom-- bres y maquinaria para ejecutar algún trabajo, con el objeto de -

incrementar la producción mejorando la secuencia de operaciones - indicada por el proyecto, eliminando los movimientos inútiles o - simplificando el procedimiento.

Ambos métodos, usándolos en combinación nos ayudan a ob tener información valiosa, imposible de obtener de alguna otra -- forma, en ciertas fases del trabajo de construcción.

Los estudios de tiempo y movimiento pueden ser utiliza- dos ventajosamente para los siguientes propósitos:

- 1.- Por medio del conocimiento del avance del trabajo, seleccionar el equipo y procedimientos adecuados pa ra ejecutar el trabajo dentro del tiempo estipulado en el contrato.
- 2.- Confrontar directamente el trabajo ejecutado con - el programa calculado a corto y mediano plazo.
- 3.- Comprobar el avance del proyecto con el costo del - mismo.
- 4.- Si el costo excede al estimado, efectuar estudios - para determinar la causa y corregirla mientras es - posible.

En algunas ocasiones existen varias zonas de trabajo, - donde los estudios de tiempo y movimiento pueden ser usados para mejorar notablemente la condición actual de los procesos vigentes de la Industria de la Construcción Pesada.

Algunas veces, los estudios de trabajo, involucran un análisis de movimientos elementales de personal y sus respectivos equipos.

Los estudios de tiempo y movimiento pueden ser utilizados convenientemente por las siguientes cuatro proposiciones:

- 1.- Elegir los métodos más económicos y la secuencia -- apropiada de operaciones para lograr optimizar costos y rendimientos.
- 2.- Determinar el modo más efectivo de atender una operación particular.
- 3.- Comparar las instructivos dados para la formulación de precios unitarios con la obtención real en campo, de los mismos precios.
Los equipos deberán ser seleccionados en base a un mínimo costo por unidad de producción.

- 4.- Las personas encargadas de hacer estos estudios, deben contar con la cooperación de todos los individuos interesados. Los trabajadores de la Construcción Pesada son mencionados individualmente y serán controlados en todas y cada una de sus actividades.

Existen algunas demoras que deben ser particularmente - consignadas, algunas de éstas no son controlables, tales como las causadas por fuertes lluvias y otras condiciones climatológicas.

En estos estudios como en todos los demás debe tenerse cuidado de gastar el tiempo y esfuerzos necesarios para su elaboración únicamente cuando el valor de la información obtenida sea superior al costo de su obtención.

c).- R e n d i m i e n t o s .

El rendimiento de los trabajadores y del equipo son medidos y expresados en algunos casos en forma similar.

Esto regularmente es utilizado en los estudios de tiempo.

Es importante vigilar y determinar en forma precisa el número de unidades de producción por unidad de tiempo, esto es, -- las operaciones deberán ser observadas durante periodos continuos de producción.

Los rendimientos resultantes deberán ser los máximos, - que nos permitan posteriormente formar un archivo o memoria de consulta.

Esta información deberá alimentarse continuamente y después se obtendrá un promedio de rendimientos.

d).- Ruta Crítica y sus aplicaciones.

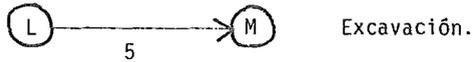
Diagrama de Flechas.

Es la representación gráfica de la interdependencia que existe entre una serie de actividades dadas. En esta representación cada actividad está indicada en una flecha.

Todas las flechas tienen su origen y terminación en nodos, que se denominan eventos, y que sirven para identificar las actividades.

En el diagrama de flechas, una actividad depende de todas las actividades que tienen su terminación en el evento en que ésta tienen su origen.

Ejemplo:

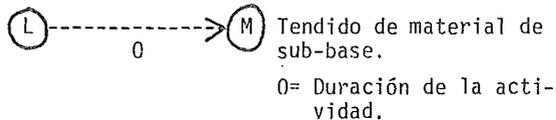


Excavación.

5= Duración de la Actividad.

Otro caso sería, cuando necesitamos contar con elementos auxiliares o nulos, que se representan mediante una flecha -- discontinua y tiene valor cero de duración.

Ejemplo:



Tendido de material de sub-base.

0= Duración de la actividad.

PROCESAMIENTO DE UN DIAGRAMA DE FLECHAS

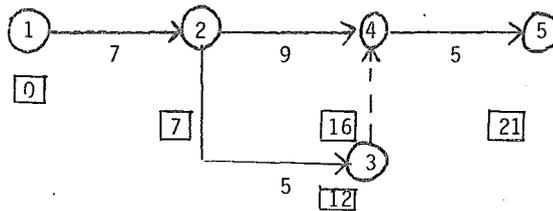
A la acción de determinar la duración total de un programa se le llama procesar y abarca los siguientes pasos:

- 1.- Determinar la fecha próxima de terminación de todas las actividades o la ocurrencia próxima de cada evento.
- 2.- Determinar la fecha de terminación remota de todas las actividades, la ocurrencia remota de cada evento.

El evento es una función del tiempo, pues indica al efectuarse, que se han terminado o iniciado las actividades concurrentes en él. La ocurrencia próxima de un evento es el tiempo mínimo en el cual puede ocurrir, a partir de la iniciación de la

obra. Se obtienen mediante una suma algebraica de las duraciones de las cadenas de actividades que concurren en él.

Ejemplo:

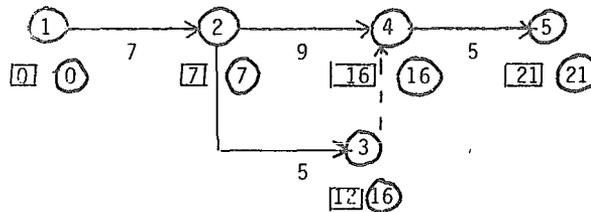


El tiempo de ocurrencia próxima se pone dentro de un pequeño rectángulo.

La ocurrencia remota de un evento es el tiempo máximo - a partir de la iniciación de la obra, en que puede ocurrir dicho evento, sin que se retrase la terminación de la obra.

Para fines de identificación, este tiempo se representa con un número encerrado en un círculo.

Ejemplo:



En el ejemplo anterior, podemos observar que para obtener la ocurrencia remota de un evento, se inicia sumando la primera duración con la mayor duración siguiente.

$$\begin{array}{ll} 0 + 7 = 7 & 7 + 9 = 16 \\ 7 + 5 = 12 & 16 + 5 = 21 \end{array}$$

Y ésta se suma con la siguiente duración, $16+5=21$

21 = Tiempo máximo.

ACTIVIDADES CRITICAS Y NO CRITICAS

Las actividades críticas son las actividades en que - - coinciden las ocurrencias próximas y remotas de iniciación y las ocurrencias próximas y remotas de terminación, lo cual indica que actividades no tienen aplazamiento para su iniciación ni para su terminación.

A la cadena de actividades críticas se le nombra Ruta - Crítica.

La Ruta Crítica es el camino más largo que se sigue para la realización de todas las actividades. Su realización es la que norma la duración total de la obra.

Las actividades no críticas son aquellas que nos permiten tener aplazamientos para su inicio o terminación con cierta - holgura.

Es importante establecer una jerarquización o priorización de las actividades no críticas, para que con base en ella asignemos los recursos durante el desarrollo de la obra.

El parámetro que se toma para dicha jerarquización, es el tiempo, adicional a la duración de la actividad. A este tiempo adicional se le denomina holgura o tiempo flotante, y se cla-

sifica en cuatro tipos;

Holgura total
Holgura libre
Holgura independiente
Holgura con interferencia

Para efectos prácticos se utiliza la holgura total, -
que se define como:

"El tiempo que se puede retrasar la realización de -
una actividad sin modificar la fecha de terminación
de obra"

Para calcular la holgura total de una actividad se
utiliza la siguiente fórmula:

$$H_T = Tr - Ip - d$$

$$H_T = \text{Holgura Total.}$$

Tr = Fecha de terminación remota.

Ip = Fecha de iniciación próxima.

d = Duración.

Para todas las actividades críticas $H_T = 0$

APLICACIONES DE LA RUTA CRITICA

Relación entre la duración y el costo directo de una actividad.

En párrafos anteriores se ha señalado claramente como - podemos obtener la representación gráfica de la interdependencia que existe entre una serie de actividades propias de algún proyecto determinado, para determinar su duración y cómo se encuentra el camino crítico. Sin embargo es importante mencionar el costo de la actividad y su participación en el costo total del proyecto.

Si queremos acelerar la marcha de alguna actividad para reducir la duración del proyecto, es evidente que ello ocasionará un aumento del costo directo y a su vez una disminución en el costo indirecto.

Por otra parte, muchos proyectos nos han sido impuestos con la condición de que si no se terminan en la fecha del contrato, se exigirán indemnizaciones y, en cambio, si se adelanta en la terminación del proyecto se concederá prima. Si se quiere tener un juicio de preferir recibir una prima a una penalidad, es - imprescindible tener un criterio de comparación. Según este criterio se eleige la combinación de duración-costo óptima entre un gran número de combinaciones alternativas.

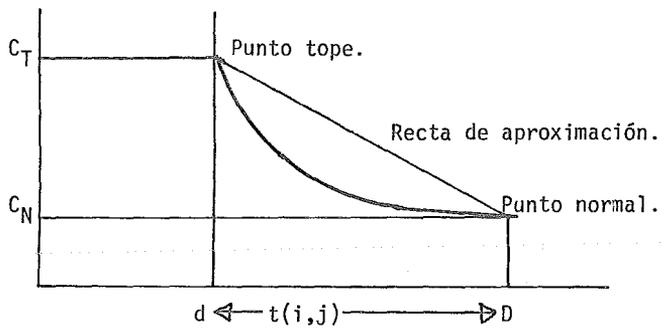
El método CPM (Criterio Path Method) (Técnica que relaciona duración y costo) nos proporciona una técnica para conocer la programación de un proyecto con la combinación costo-tiempo-óptima.

Cada una de las actividades en el diagrama de flechas - requiere cierta cantidad de tiempo para su terminación, ésta es - la duración de la actividad. Sin embargo, existe no sólo una duración, sino que podemos elegir entre una serie de posibles duración.

ciones. Con la duración más corta, el costo directo para la terminación de esta actividad aumenta.

A continuación trazamos una curva ejemplo de costo directo.

Por otra parte es inconcebible que la disminución de duración pueda llegar a cero, aún cuando se utilicen todos los re cursos de que se disponga.



A esta duración la llamaremos duración-tope con el signo $d(i,j)$, y el costo de esta duración-tope, se denomina el costo tope (C_T).

El costo tope (C_T) es el costo directo más elevado de la actividad.

Por otra parte, el costo más bajo de la actividad está relacionado con el punto de la duración normal. Más allá de esta duración será irreal pues se daría más tiempo, más costo.

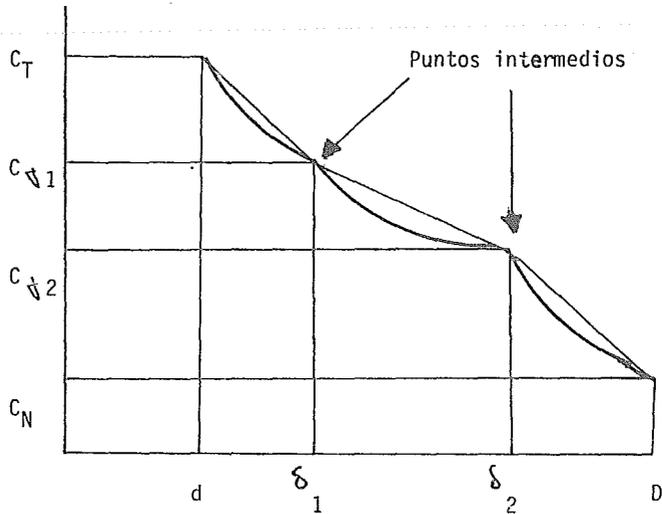
Este costo se llama costo normal (C_N) y a la duración con el costo normal se le designa el nombre de la duración normal $D(i,j)$.

El punto de intersección entre el costo normal y la duración normal, en la gráfica se le llama punto normal y el otro extremo el punto tope.

Entre la duración tope y la duración normal puede existir una gama continua de posibles duraciones.

Para el caso general, podemos trazar una curva continua de costo directo de una actividad que represente la relación entre la duración y el costo de la misma.

En la práctica para facilitar el cálculo de costo-duración se sustituye la curva por una línea recta, uniéndose en el punto normal; o también, se pueden trazar líneas poligonales convexas de más de un tramo rectilíneo entre los puntos normal y tope, según se muestra en la siguiente figura:



CRITERIO DE ELECCION DE ACTIVIDADES PARA SU ACORTAMIENTO

El criterio de aceleración del proyecto es elegir para su reducción de tiempo de realización aquellas actividades cuyos - incrementos de costo directo por unidad de tiempo sean menores que en otros.

El incremento de costo directo por unidad de tiempo se puede calcular:

$$C(i,j) = \frac{C_N - C_T}{D(i,j) - d(i,j)}$$

Ahora bien, para reducir la duración del proyecto, la - primera condición es reducir las duraciones de las actividades crí ticas, y la segunda es elegir, entre estas actividades, las que -- tienen menor incremento del costo directo por unidad de tiempo.

ALGUNOS CASOS ESPECIALES DE DURACION-COSTO

Hasta ahora, sólo se ha mencionado la relación de dura- ción-costo en sentido general. Pero hay cuatro casos especiales - que a continuación se mencionan:

- a).- Relación de duración-costo horizontal.
 - b).- Casos no contínuos.
 - c).- Actividades artificiales.
 - d).- Inclinación opcional del costo.
- a).- Relación horizontal.
Muchas veces, en la práctica, se ve que al reducir la duración no se ocasiona al mismo tiempo un amen to de costo. Por ejemplo, si el personal trabajo

horas extras sin más pago que el de turno normal, esto significa la disminución sin incremento del costo directo por unidad de tiempo. Otro caso es que con el mismo nivel de inversión, el personal responsable del cálculo de duración lo ha sobreestimado, y tiene que acortarlo ulteriormente para corregirlo. Esta clase de reducción no va acompañada de ningún aumento de costo directo.

b).- Casos no contínuos.

Hay casos en que sólo existen los puntos tope y -- normal. En otras palabras, que en tal actividad no existe una relación de duración-costo en forma contínua.

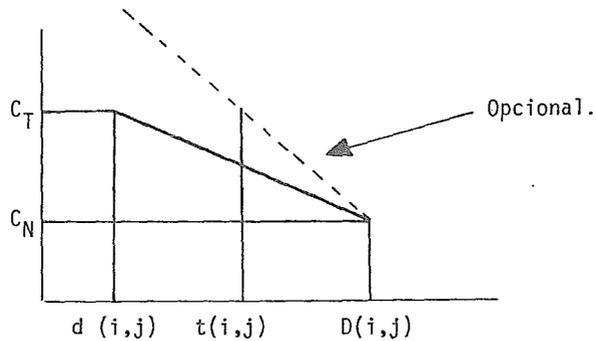
c).- Actividades Artificiales.

En el diagrama de flechas, se representan estas actividades con líneas punteadas y, como no requieren ni recursos ni tiempo, los puntos normales y topes son ceros. Estas actividades artificiales no tienen incremento de costo.

d).- Inclinación opcional.

La inclinación indica el coeficiente de incremento de costo, directo en relación con la disminución - de la duración.

En la siguiente figura se nota que se puede acortar la duración ventajosamente, pero no lo podemos hacer por razones ajenas, tales como dificultades para disponer de fondos, o la gran inseguridad de estimación del costo.



PROGRAMACION POR METODO CPM

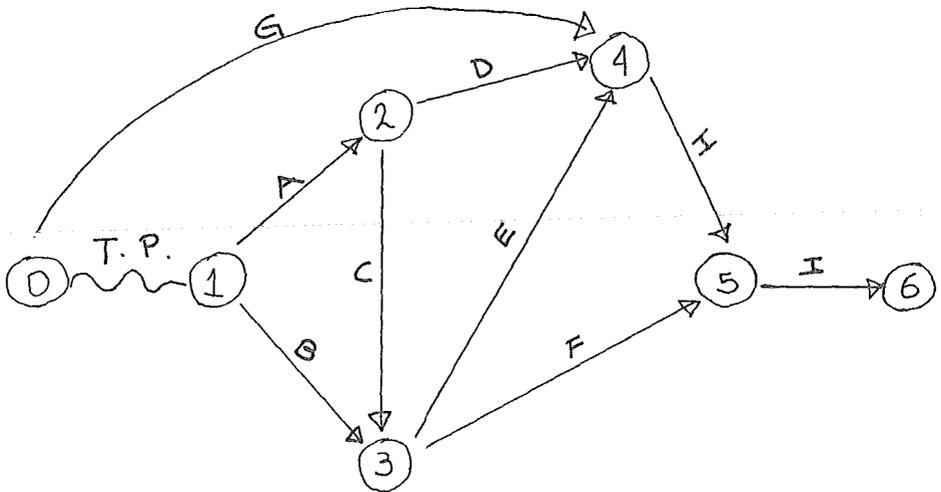
Ya se ha visto la relación de duración-costo de una actividad. Ahora podemos asegurar:

- a).- Que la duración total del proyecto no puede ser -- inferior a la suma total de las duraciones-topes de las actividades.
- b).- Que el mínimo costo directo total se presenta si - todas las actividades han sido programadas con duraciones normales.

El primer caso, se le llamará duración tope total del - proyecto. El segundo, duración normal total del proyecto. Entre estos dos extremos, existe un número infinito de combinaciones de duración-costo del proyecto. Pero sólo hay pocas que puedan llevar a cabo el proyecto con un costo total óptimo. El problema está en:

- 1.- Identificar las actividades del proyecto que influ-
yen en la duración de éste.
- 2.- Especificar, para una duración determinada del pro-
yecto, aquella combinación de duraciones de activi-
dades que dé lugar al costo total óptimo.

Para la explicación más clara sobre el proceso de programación con el costo directo total mínimo, empezaremos con un ejemplo numérico que se resolverá con un razonamiento sencillo. - Se tiene una red de flechas como sigue y con los valores en el siguiente cuadro (1).



CUADRO 4

ACTIVIDAD			DURACION		COSTO DIRECTO		COSTO POR UNIDAD DE TIEMPO	Observaciones
			NORMAL	TOPE	NORMAL	TOPE		
DENOMINACION	i	j	$D(i,j)$	$d(i,j)$	$C_N(i,j)$	$C_T(i,j)$	$-c(i,j)$	
T.P.	0	1	0	0	0	0	0	Tiempo de preparación.
G	0	4	22	2	0	50,000	-	No continúa.
A	1	2	8	4	420,000	700,000	70,000	
B	1	3	14	12	800,000	960,000	80,000	
C	2	3	12	6	1'000,000	1'300,000	50,000	
D	2	4	18	14	1'080,000	1'200,000	30,000	
E	3	4	10	8	300,000	480,000	90,000	
F	3	5	8	2	1'000,000	2'200,000	200,000	
H	4	5	14	12	1'200,000	1'500,000	150,000	
I	5	6	6	6	300,000	300,000	-	No reducible.

Unidad de tiempo = semana

Unidad monetaria = pesos.

PRIMERA PROGRAMACION

La primera programación es la de duración normal total de las actividades del proyecto, en la cual, el costo directo total es mínimo, y la duración del proyecto es más larga. Como el objetivo es buscar una duración del proyecto con costo total mínimo, es preciso encontrar otras duraciones del proyecto con los -- costos directos mínimos y luego los sumaremos con los costos indi rectos para obtener los costos totales.

La duración que coincide con el punto mínimo resultante del costo total es la que deseamos para nuestro proyecto.

En nuestro proyecto hay seis caminos con las siguientes duraciones del proyecto.

Camino primero: $G(22) + H(14) + I(6) = 42$ semanas.

Camino segundo: $T.P.(0) + A(8) + 3(18) + H(14) + I(6) = 46$ semanas.

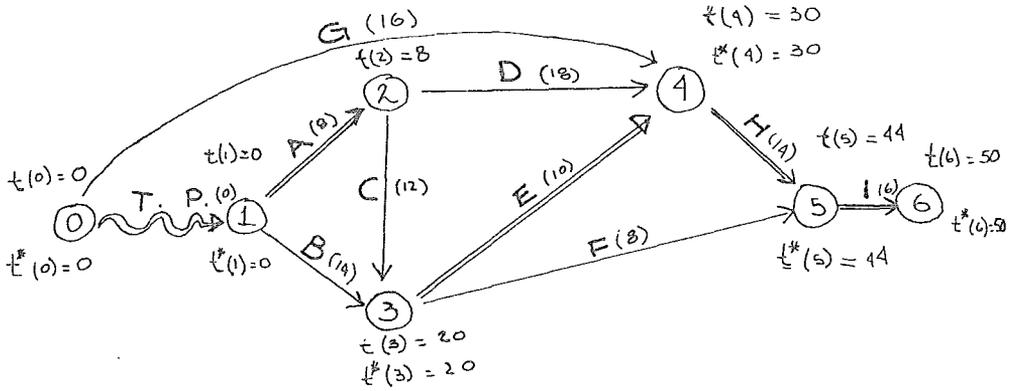
Camino tercero: $T.P.(0) + A(8) + C(12) + E(10) + H(14) + I(6) = 50$ semanas.

Camino cuarto: $T.P.(0) + A(8) + C(12) + F(8) + I(6) = 34$ semanas.

Camino quinto: $T.P.(0) + B(14) + E(10) + H(14) + I(6) = 44$ semanas.

Camino sexto: $T.P.(0) + B(16) + F(8) + I(6) = 30$ semanas.

El camino más largo en duraciones normales totales es - el tercero.

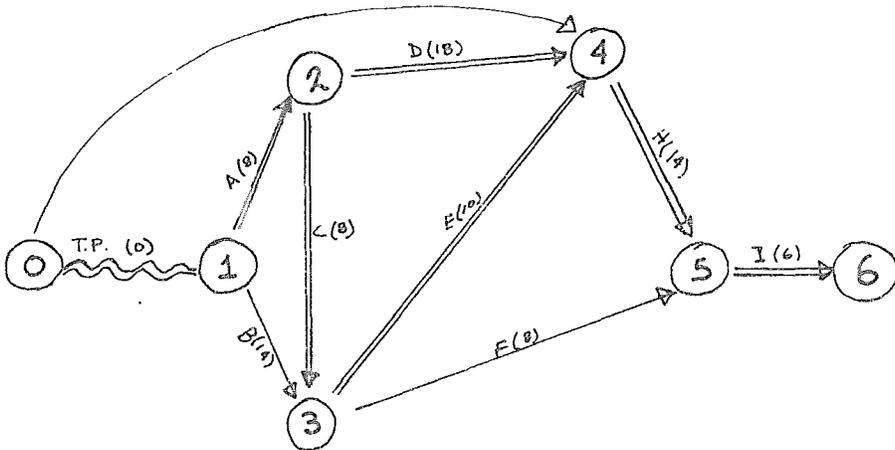


SEGUNDA PROGRAMACION

Si se desea la reducción del proyecto, las actividades que están en el camino crítico de la primera programación deben ser aceleradas. Cualquier intento en la reducción de otras actividades no críticas significaría un aumento de costo directo sin afectar en nada a la duración del proyecto.

¿Qué actividades tenemos que reducir? Naturalmente se elegirá la que tenga el costo por unidad de tiempo más bajo. La actividad C debe ser acortada, y además la duración normal de la C es de 12 semanas y la tope es de 6. Se pueden reducir hasta 6 semanas. -- Ahora bien, sólo vamos a reducir 4 semanas, y así tendremos la duración del proyecto con 46 semanas, igual que el camino segundo. Con esta reducción, vemos que el camino segundo se convierte también en crítico.

ACTIVIDAD			DURACION		MODIFICACION DE DURACION		COSTO DIRECTO	MODIFICACION DE COSTOS DIRECTOS.	
Denominación	i	j	Crítica	No crítica	+	-	0	+	-
T.P.	0	1	0				0		
G	0	4		22			0		
A	1	2	8				420.000		
B	1	3		14			800.000		
C	2	3	12				1.000.000		
D	2	4		18			1.080.000		
E	3	4	10				300.000		
F	3	5		8			1.000.000		
H	4	5	14				1.200.000		
I	5	6					300.000		
Duración total del proyecto			50		Costo directo total.		6.100.00		



ACTIVIDAD			DURACION		MODIFICACION DE DURACION		COSTO DIRECTO	MODIFICACION DE COSTOS DIRECTOS.	
Denominación	i	j	Crítica	No crítica	+	-		+	-
T.P.	0	1	0				0		
G	0	4		22			0		
A	1	2	8				420.000		
B	1	3		14			800.000		
C	2	3	8			4	1.200.000	200.000	
D	2	4	18				1.080.000		
E	3	4	10				300.000		
F	3	5		8			1.000.000		
H	4	5	14				1.200.000		
I	5	6	6				300.000		
Duración total del proyecto.			46	Costo directo total del proyecto			6.300.000		

En caso de que no se redujeran 4 semanas en la actividad C, sino en otras actividades, por ejemplo en A, el costo directo total hubiera sido mayor que si se reduce en la C o sea, en cifras concretas 6,380,000 pesos, frente a 6,300,00 pesos.

Si queremos reducir las 6 semanas en la actividad C para llegar a la duración de 44 semanas, en vez de las 4 semanas que he reducido, se requiere una reducción simultánea de 2 en el camino segundo, para que queden los dos caminos iguales con una duración de 44 semanas. En este caso, sólo se puede acelerar la actividad D, con un costo directo adicional de $30,000 \times 2 = 60,000$ pesos.

El aumento total de costo directo por la reducción simultánea de las actividades C y D es de $100.00 + 60.000 = 160.000$ pesos.

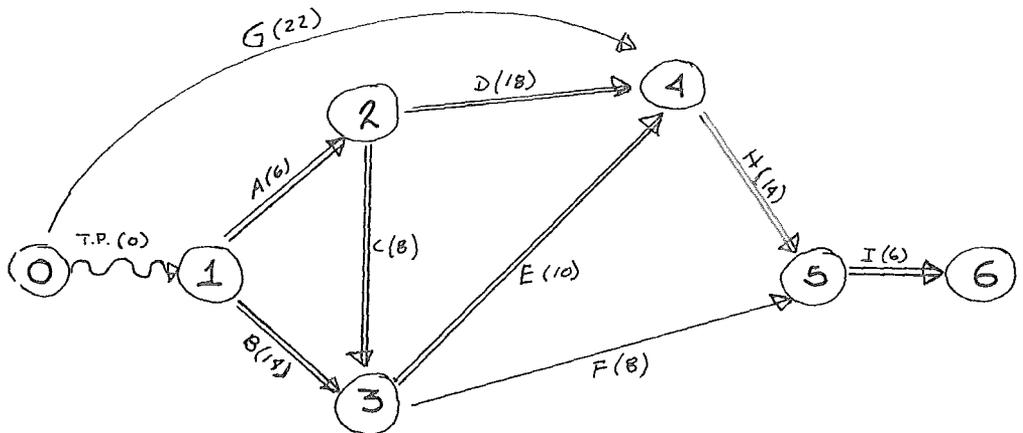
Este aumento es más elevado que si se comprimiesen 2 semanas de la actividad "A" que es la ruta común para el camino -segundo y tercero; y para la actividad "A", el costo directo adicional de 2 semanas es sólo de 140.000 pesos. Un ahorro de 20.000 pesos.

También la actividad "H" es la ruta común de los dos caminos citados, pero el costo directo adicional es de 300.000 pesos por 2 semanas, no siendo conveniente reducirla.

TERCERA PROGRAMACION

Según lo que hemos calculado en la segunda programación, no existe otra alternativa que la de reducir 2 semanas en la actividad "A", ya que cualquier otra posibilidad, no daría el costo directo total mínimo, con esa duración de 44 semanas y así se convierte el camino quinto en el crítico.

ACTIVIDAD			DURACION		MODIFICACION DE DURACION		COSTO DIRECTO.	MODIFICACION DE DIRECTOS		
Denominación	i	j	Crítica	No crítica	+	-		+	-	-
T.P.	0	1	0				0			
G	0	4		22			0			
A	1	2	6			2	560.000	140.000		
B	1	3	4				800.000			
C	2	3	8				1200.000			
D	2	4	18				1080.000			
E	3	4	10				300.000			
F	3	5		8			1000.000			
H	4	5	14				1200.000			
I	5	6	6				300.000			
DURACION TOTAL DEL PROYECTO			44	COSTO DIRECTO TOTAL DEL PROYECTO.			6440.000			



CUARTA PROGRAMACION

Antes de decidir la cuarta programación, es necesario -- considerar las posibilidades de aceleración. Como queda sólo una posibilidad de reducción simple (la de la actividad H), y además no siempre es mínimo el incremento del costo directo causado por esa reducción (como más tarde se verá) ya que en los tres caminos críticos existen otras combinaciones de actividades cuya reducción puede ser más ventajosa.

1a.- Reducción simple:

La actividad H que es camino común de tres caminos, supone un costo directo adicional de 150.000 pesos por semana.

2a.- Combinación de reducción:

A y B se comprimen simultáneamente. Esto equivale al aumento de costo directo de 150.000 pesos -- por semana.

3a.- Combinación de reducción:

D combina con C y B, esto significa un aumento de costo directo de 160.000 pesos por semana.

4a.- Combinación de reducción:

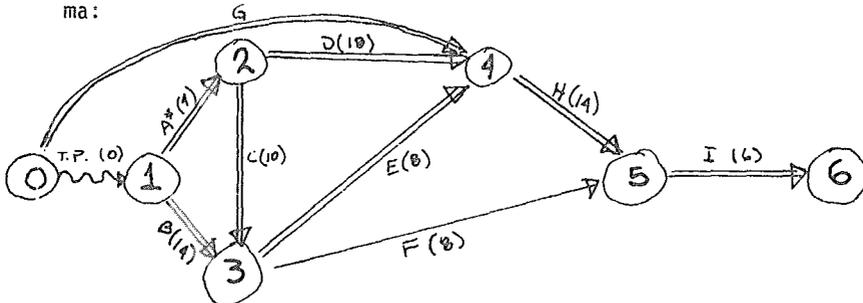
D y E al mismo tiempo incrementarán 120.000 pesos por semana.

Aparentemente lo más económico para reducir la duración del proyecto, es elegir la cuarta combinación de reducción, con el costo directo adicional de 120.00 pesos por semana. Por otra parte, la reducción de la E está limitada a 2 semanas, así que la duración más corta para la cuarta programación será de 42 semanas - con un incremento del costo directo de 240.000 pesos. Pero esta forma de aceleración no conduce a un costo directo total mínimo con la duración del proyecto en 42 semanas, porque hay otra posibilidad de que salga más barata.

Por ejemplo, si reducimos las actividades A y E simultáneamente en 2 semanas, el costo directo adicional será de 320.000 pesos, pero al mismo tiempo tenemos que aumentar la duración de C en 2 semanas, quedando todos los caminos en 42 semanas. Y así se ahorra un total de 100.000 pesos. Entonces el costo directo adicional de la reducción de 2 semanas va a ser de 220.000 pesos (320.000 - 100.000); 20.000 pesos más barata que la combinación cuarta anteriormente citada.

De lo expuesto se deduce la complejidad de las combinaciones de duración y costo para una programación con costo directo total mínimo. En nuestro ejemplo hay pocos caminos, pero en la práctica, no es posible programar un proyecto complejo sin acudir a un modelo matemático y al computador electrónico.

El diagrama de flechas se presenta en la siguiente forma:



ELECCION DE UNA PROGRAMACION OPTIMA: COSTO TOTAL MINIMO.

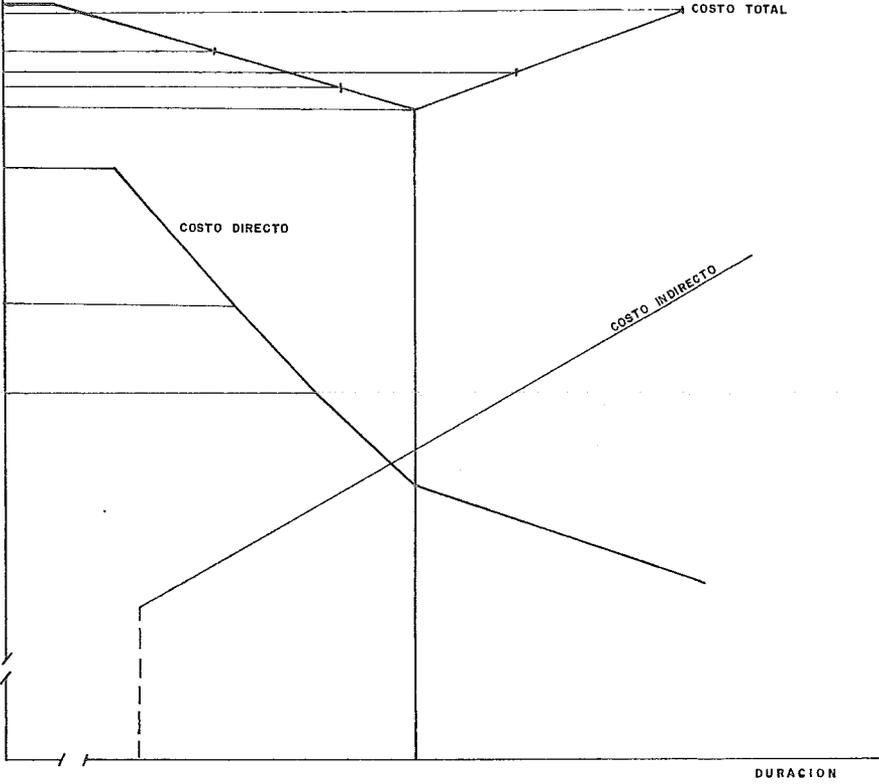
La selección de una programación particular entre muchas otras posibles, depende de los objetivos que se persigan. Según lo que hemos visto la programación menos costosa en el costo directo total es la de todo normal, que es la primera programación con 50 semanas de duración es más importante que el costo directo total.

Para elegir la programación más económica, se debe tener en consideración el costo indirecto. El costo indirecto consta de:

- 1o.- Gastos generales fijos.
- 2o.- Pérdida de producción.
- 3o.- Penalidades impuestas por el cliente u otros similares. Es evidente que el incremento del costo indirecto, es paralelo al incremento de la duración del proyecto.

La programación óptima, o sea la combinación óptima de duración-costo del proyecto, es aquella que corresponde al punto mínimo de la curva del costo total. En la siguiente figura se muestra la interrelación entre los costos directos, indirectos y los costos totales.

MILLAR
C
INCREMENTO DE COSTO
EN FUNCION
DEL TIEMPO



e).- ESTUDIOS COMPARATIVOS.

Existen muchos casos en los que el funcionamiento tanto del equipo como de los métodos de construcción, pueden ser comparados directamente.

Haciendo un estudio de tiempo de actividades obligadas o un diagrama de flechas, el Contratista puede fácilmente establecer el método que le arroje resultados de los más altos rendimientos.

MANUALES.- Los manuales son usados en el estudio de los métodos de construcción, que implican una secuencia de operaciones muy estricta. Ellos sirven para analizar métodos actuales o pasados, comparados con el mejor y más económico que se halla visto. En general, los manuales son ventajosos solamente cuando son aplicados en procesos constructivos repetitivos.

La preparación de un manual involucra la constante observación de una operación funcionando a la planeación de un proceso propuesto. En determinado caso, el procedimiento se puede ir abajo si no se separó el tiempo de cada una de las operaciones.

f).- PROGRAMAS DE OBRA.

Los programas de obra muestran el inicio y los datos completos de cada actividad.

Los programas se muestran en forma gráfica o en forma de tabuladores, siendo más usada la primera, para visualizar más fácilmente el avance de la obra.

La clasificación de los trabajos usada; puede ser subdividida, quitando los detalles de la obra.

La gráfica mostrará en el eje de las abscisas el tiempo, marcando el inicio y terminación de cada actividad; y en el eje de los ordenados, la descripción de cada actividad.

g).- FINANCIAMIENTO.

Una consideración siempre importante para el Contratista, es la demanda del financiamiento que el proyecto requerirá de acuerdo al calendario de pagos contratado. Es necesario que el Director, conozca bien el período de duración de la obra y así mantener el financiamiento por un período de tiempos considerables.

h).- REPORTES DE COSTOS DE EQUIPO Y PERSONAL.

Después de que las operaciones han sido iniciadas, reportes de costos son preparados periódicamente, para que el Director cuide constantemente el estado financiero del proyecto.

Los ingenieros constructores deberán contar con una estructura de información que permita retroalimentar su Contro de Costos y así aplicar oportunamente sus medidas correctivas, para que su presupuesto se mantenga en la línea que ellos habían determinado.

Un elemento importante de información es el reporte de maquinaria, para ésto, él deberá encontrar la forma de mantener una tarjeta de información clara, para cada equipo que se emplee en la obra, en esta tarjeta deberá marcarse número de horas trabajadas, tiempo de mantenimiento y aceitado, record detallado de cualquier reparación, incluyendo por qué fueron necesarias las reparaciones y su costo.

Además se anotará el rendimiento de operación, del equipo, es importante resaltar que existe una gran variedad de reportes, ya que éstos forman la estructura de información que permite:

- 1o.- Elaborar los costos.
- 2o.- Controlar los costos.

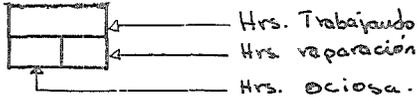
Algunos de estos reportes son:

- a).- Reportes de mano de obra elaborados por cada Jefe de frente.
- b).- Reportes de mano de obra elaborados por Sobrestantes, marcando rendimiento.
- c).- Reportes de maquinaria, marcando el trabajo ejecutado (rendimiento).
- d).- Reportes de suministro de combustibles y lubricantes a la maquinaria.

También podemos contar con reportes sencillos que nos indiquen semanalmente cuántas máquinas han estado trabajando, cuántas han estado paradas y cuántas en reparación. A continuación mostramos un ejemplo.

REPORTE MAQUINARIA.

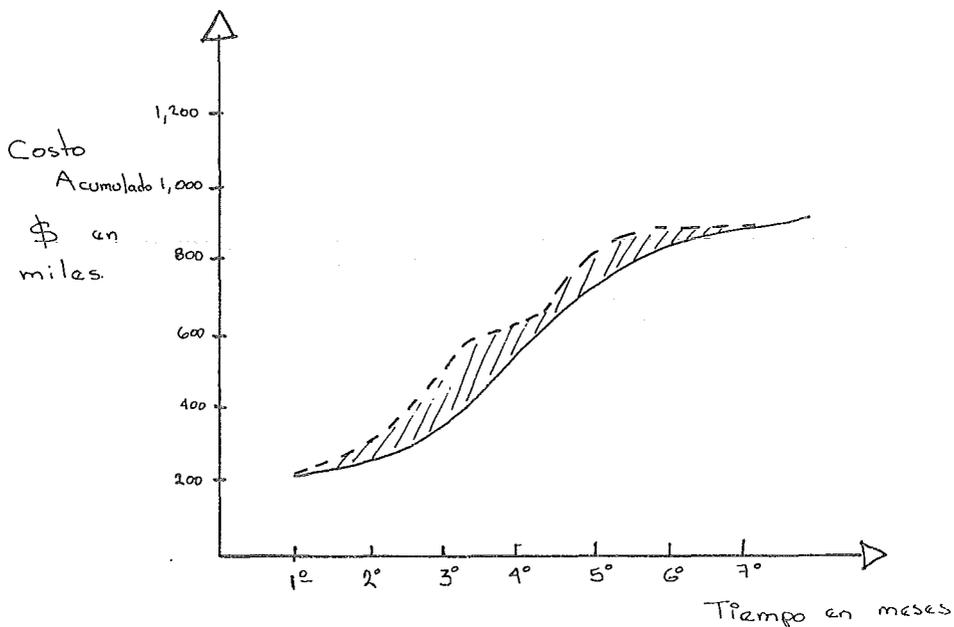
SEMANA N° _____



FECHA. _____

FRENTE DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	MAQUINA						
DRAGA 1							
" 2							
RETRO EXC. 1							
" 2							
CARGADOR 1							
" 2							
COMPRESOR 1							
" 2							
RODILLO N.							

Otro tipo de reportes, es el que se usa para conocer cómo se comporta el total del costo de la obra contemplado en el presupuesto, comparado con el costo real, y esto lo podemos observar en la siguiente figura:



— PRESUPUESTO
 - - - COSTO REAL

 DESVIACIONES.
 Momento de hacer intervenir medidas correctivas, Ingenierías.

Existen varias formas de hacer reportes y no existe mayor diferencia en el uso general de éstos.

La mejor manera de hacer un reporte es, en la que, se incluyen los costos de los equipos y los trabajos ejecutados, de manera de que se puedan tener fácilmente a la mano, claro que éstos datos deberán ser fidedignos, además es importante que por separado se controlen los costos de todos los materiales, así como también los gastos originados por los subcontratos.

Después de obtener todos y cada uno de los reportes anteriores, deberán ser concentrados y organizados de tal forma que se logre formar un archivo de información continua para la compañía, para tener esto, será necesario contar con un departamento especial de Ingeniería.

Por otro lado, se podrá tener información de los costos futuros, ya que comparando los costos estimados y los reales, y aplicándoles un factor de aumento de precios, lograremos tener alguna aproximación. Este factor se obtiene de la actualización de los precios, basado en estadísticas de aumento.

La presentación puede darse semanalmente, y en algunas ocasiones mensualmente.

Se presentan algunas formas de reporte:

MAQUINARIA
CONSTRUCTORA

REPORTE DIARIO DE TRABAJO

DEPTO. DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: _____

NOMBRE DEL OPERADOR: _____

No. TARJETA: _____ TURNO: _____ FRENTE: _____

TIEMPO TRABAJADO: _____ No. ECONOMICO: _____

HOROMETRO FINAL: _____

HOROMETRO INICIAL: _____

TOTAL HORAS EFECTIVAS: _____

DETALLES DE TIEMPOS PERDIDOS	TIEMPOS			
	DE	A	HRS.	
REPARACION _____				
OCIOSO _____				

FALLAS MECANICAS OBSERVADAS _____

FIRMA OPERADOR

REPORTE DIARIO DE TRABAJO

FECHA _____

TURNO _____

PERSONAL _____

FRENTE _____

ORDENO _____

TOTAL HORAS _____

TRABAJO EJECUTADO _____

DE _____

A _____

OBSERVACIONES

Vo. Bo.

FIRMA

i).- INDICES DE COSTOS

Generalmente se considera como índices de Costos cifras que son medidas estadísticas obtenidas mediante la asociación de costos de diferentes recursos básicos, relativos a la construcción y que sirven para efectuar estudios, en los cuales se requiere conocer la variación de los costos con relación a la Geografía y al tiempo y que sirven para mostrar variaciones, detectar tendencias, realizar pronósticos y hacer análisis comparativos.

Ahora bien, el agrupamiento e identificación adecuada de los conceptos de obra, nos proporcionan catálogos de cuentas cuya finalidad, en la ejecución de las obras, está precisamente en el ejercicio de un control sobre los costos de obra obtenidos durante la ejecución de la obra que, como habíamos dicho anteriormente nos generan información.

La información que se genera mediante el control de los costos de obra, sirve a dos finalidades, una inmediata que introduce modificaciones en el proceso constructivo, para corregir anomalías por deficiencias en vigilancia o en planteamiento de procedimientos constructivos, cuando es el caso, y otra final mediata está en alimentar nuestro acervo estadístico para aprovechar nuevos datos producidos por concepto de obra no ejecutados con anterioridad.

El control de costos consiste en verificar si todos los presupuestos se cumplen conforme al programa adoptado, a los órdenes definidos y a los principios admitidos.

Tiene la finalidad de señalar las faltas y los errores en las estimaciones de costos, a fin de que se puedan reparar y evitar su repetición.

CONTROL DE COSTOS

El control de costos en un proyecto de Construcción Pesada implica la aplicación de principios de administración, de -manera de que tengamos el máximo de producción y el mínimo costo

Es obligación del departamento de Ingeniería o de alguna otra división dentro de la Empresa, que pueda encargarse del programa de Control de Costos del Contratista, determinar cómo se gastará el dinero; y el volumen de trabajo obtenido por estos gastos y algunos otros que sean razonables. Desafortunadamente, existen condiciones que nos permiten mantener fijo el monto de nuestros costos de ingeniería, como son:

- a).- Condiciones climatológicas adversas.
- b).- Variación en los precios.

Ningún control de costos puede recuperar el dinero que se perdió por una administración ineficiente o una mala supervisión.

Como quiera que sea, el control de costos puede y permite al Contratista analizar sus métodos de campo y controlar sus recursos humanos y materiales. Esto proporciona al Contratista -unas bases razonables en las cuales apoya sus métodos y su selección de equipo. Además hace posible que el Contratista determine cuantitativamente los máximos niveles de producción que él puede esperar de su fuerza de trabajo y sus máquinas.

El sistema de control de costos debe ser el más conveniente, así como completamente conocido en la Compañía, ésto en todos los aspectos del trabajo y así evitar principalmente:

- a).- Sobre costos en el presupuesto inicial de los proyectos.

El control de costos durante la construcción de un proyecto, implica cuatro consideraciones, las cuales son descritas a continuación:

- 1.- El avance del proyecto, equipo y métodos son vigilados constantemente, ya que los reportes en los que se basa el control de costos, están referidos a los puntos anteriores.
- 2.- El trabajo debe ser dirigido en conformidad con los procesos planeados.
- 3.- La ejecución del proyecto, será continuamente chequeado por los datos de costos actualizados.
- 4.- Si los costos que tenemos presentan excesos, con respecto a los estimados, los análisis nuevos deberán ser conducidos a corregir y aislar la causa por la cual esta acción se presentó.

DISTRIBUCION DE COSTOS

1o.- Directamente de los procesos constructivos y del almacén (que se puede controlar por reportes de mano de obra, -- equipo y consumos de materiales), se obtienen los costos reales, estando seguros que esta información es fidedigna.

2o.- Estos costos se glosan y se distribuyen a las partidas o conceptos de obra a los que pertenecen, para así poder formar el costo total real del concepto de trabajo, motivo de presupuesto y pago.

Por otra parte existirá el personal calificado, que revisará con los Contratistas los presupuestos que servirán de base para la ejecución de las obras, en un plazo no mayor de un mes, después de iniciados los trabajos, elaborando los procedimientos para el control.

El control de costos se hará intervenir entre los costos históricos mientras no surjan nuevos técnicos, ya que si así sucede el costo histórico sólo servirá de referencias y nos iremos a "metas" que son los costos Standard mediante factores de juicio e inversiones de mercado para llegar a Costos Predeterminados.

CONSIDERACIONES GENERALES

Las dos actividades fundamentales del Ingeniero en costos son el pronóstico y el control de los costos.

Productividad es la diferencia entre dos producciones, por lo que cuando se habla de una mayor productividad, se quiere decir que se produce más con los mismos recursos.

Por lo tanto una de las maneras de abatir los costos - consiste en lograr una mayor productividad.

La productividad se puede obtener de diferentes maneras; algunas de ellas son:

- a).- Planeación del proceso productivo, con el propósito de optimizarlo.
- b).- Utilización de más equipo o equipo más moderno.

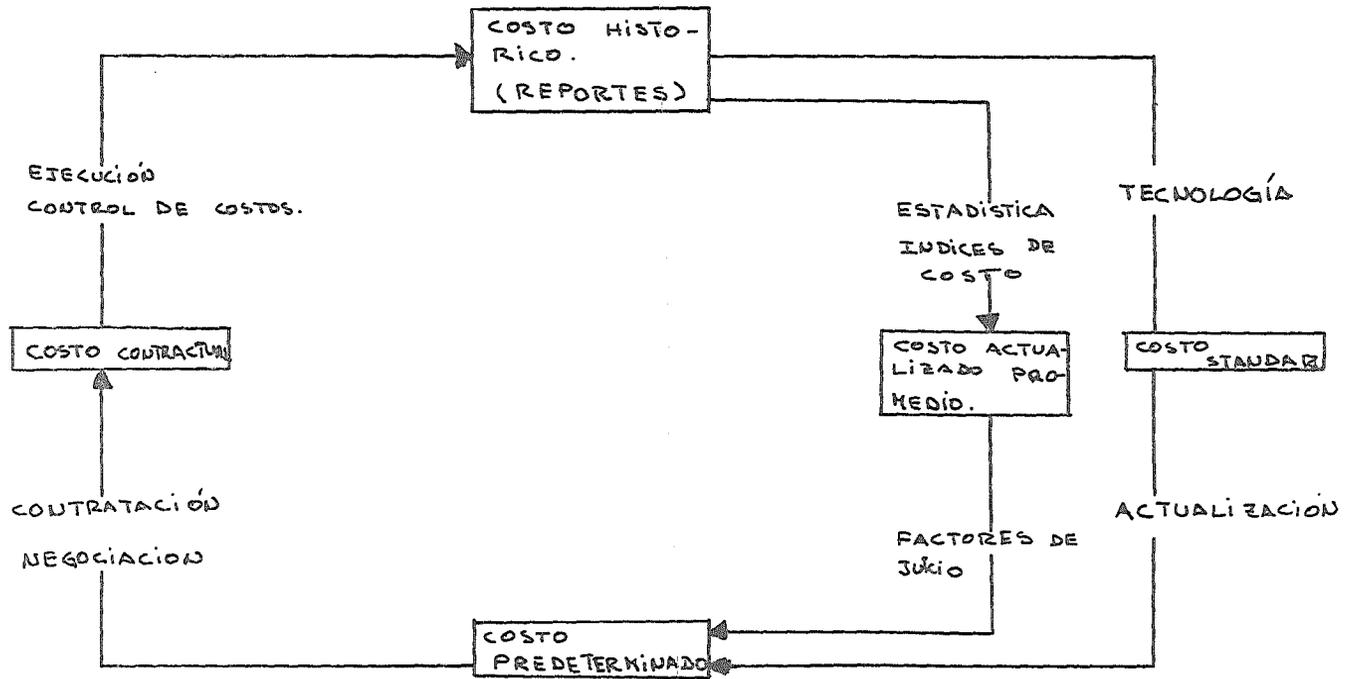
Se requiere actualizar todos y cada uno de los costos

del año al que se van actualizar (Fact. Act. de 1965 12, 366) entre los diferentes índices de costos correspondientes a cada uno de los costos históricos de cada año (columna 2), ésto es para - obtener sus factores de actualización (columna 3).

Finalmente se multiplica cada factor de actualización (columna 3) por su costo histórico respectivo (columna 1), para obtener el costo ya actualizado (columna 4).

Ejemplo:

<u>Año</u>	<u>Costo en el año</u>	<u>Indice</u>	<u>Factor de Act.</u>	<u>Costo Act.</u>
1955	4'035,100	73.65	167.90	6'774,932
1960	5'090,000	100.00	123.66	6'294,294
1965	4'850,000	123.66	100.00	4'850,000
	(1)	(2)	(3)	(4)



j).- EL ALMACEN

Como punto final queremos mencionar que existe un concepto crítico dentro de todo proyecto, y es el almacén.

Es por todos conocido el grave riesgo que corremos, dentro de la realización de los proyectos, ya que al llegar al lugar de construcción de una obra, obligadamente deberemos establecer - nuestro almacén, que será responsable directo de controlar todos y cada uno de los materiales a emplearse en la elaboración del -- proyecto,

Es conveniente aclarar que el almacén no necesariamente es un gran lugar de almacenaje, sino que es básicamente un receptor y un receptor,

En ocasiones contamos con un espacio que nos permite almacenar reservas mínimas y manejar refacciones, así como materiales que no pueden estar a cielo abierto.

El almacén tiene la consigna de establecer un control interno para evitar el extravío y la falta de materiales en obra.

Deberá estar ubicado en un lugar accesible a todos los frentes de trabajo.

También deberá ofrecer seguridad a los trabajadores, - así como también rapidez en las entradas y salidas de almacén. -- Principalmente con ésto, podremos establecer un adecuado funcionamiento de almacén, que nos ayudará a eliminar errores en la determinación de los costos reales, debido a materiales no registrados como consumidos en los conceptos de trabajo, así como reducirá el índice de desperdicios.

El almacén es un activo circulante, cuyo valor varía -- constantemente, debe entenderse que al término de la obra su valor ideal es cero, si hay saldo significa un exceso de materiales, cuyo uso es probablemente indeterminado y por lo tanto representa - un incremento de costo.

A continuación se muestran dos copias de:

- a).- Vale de salida de almacén.
- b).- Tarjeta de almacén con cuya última columna (saldo) podemos saber cuánto cuesta en ese instante nuestro almacén.

CONSTRUCTORA

S. A. DE C. V.

VALE DE SALIDA
(O VALE DE BOLSILLO)

No. _____

FRENTE _____

CARGO _____						FECHA				
CANTIDAD		UNIDAD	DESCRIPCION	SALDO	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	NUM. DE CLASIFICACION	DIA	MES	AÑO
SOLICITADA	SURTIDA									
AUTORIZO		RECIBIO		ENTREGO		TOTAL				

NOTA: NO SE SURTIRA SI TIENE ENMENDADURAS EN LAS CANTIDADES SOLICITADAS.

TARJETA DE ALMACEN

No.

ARTICULO

CLAVE DEL ARTICULO

ALMACEN

CASILLERO No.

UNIDAD

LIMITES
DE VOLUMEN

FECHA

MINIMO

MAXIMO

FECHA

MINIMO

MAXIMO

FECHA

LA SUMA DE LAS COLUMNAS DE ENTRADA DEBE SER IGUAL A LA DE SALDO

UNIDADES

COSTOS

VALORES

FECHA	UNIDADES			COSTOS		VALORES			SALDO
	ENTRADA	SAIDA	EXISTENCIA	UNITARIO	MEDIO	DEBE	HABER		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

1050

1050

C A P I T U L O V

C O N C L U S I O N

El desarrollo del País, requiere el incremento de obras de infraestructura en las cuales la Ingeniería Civil participa vigorosamente; y en este sentido podemos hablar del apoyo que presenta la Industria de la Construcción, para el incremento de la producción así como la ampliación del número de empleos en todo el País.

Es la Construcción Pesada la actividad preponderante en cuanto a obras de infraestructura se refiere.

Decimos ésto, porque la Construcción Pesada, por sus mismas características contribuye al desarrollo del País, con obras que tienen gran alcance en el beneficio social.

En relación a lo anterior aclaramos que la Construcción Pesada, en nuestro trabajo, demostró que participa activamente en todos y cada uno de los sectores de la producción.

En el sector primario (agropecuario) por ejemplo, obras como las presas posibilitan el incremento de los sectores de riego que repercuten en beneficio de la producción agrícola.

El sector industrial también se ve favorecido por obras de Construcción Pesada, dado que permiten el suministro de energía eléctrica, por medio de presas, vías de comunicación como son carreteras, líneas de transmisión, etc.

Por último podemos afirmar que las obras realizadas por esta rama de la Ingeniería Civil, requieren mantenimiento y reacondicionamiento, provocando con ésta el aumento de personal dedicado a su vez necesita servicios, como alimentación, vestido, etc., lo cual provoca un incremento del Sector Servicios.

La mejor consecución en las obras y la calidad de éstas, exige una administración confiable que tienda a elevar la calidad en las obras y disminuir la inversión monetaria y de tiempo.

Y es por eso que, con este trabajo se quiere enfatizar lo benéfico que resulta la combinación de la técnica de construcción con la técnica administrativa, ya que en forma oportuna y aplicada correctamente -- esta combinación, permitirá a la Industria de la Construcción Pesada cumplir con la oportuna, adecuada y económica ejecución de las obras necesarias para lograr el desarrollo social y económico del País.

Lo anterior significa que el conocimiento técnico de la Construcción requiere del complemento que proporcionan las técnicas administrativas con sus elementos de organización, planeación, dirección y control, con el objeto de obtener una Industria de la Construcción Organizada, competitiva y creciente que le permita ser estable en su actividad económica y en su índice de desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Tipos y Estructura de las Empresas de la Construcción.- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. México 1969.
- 2.- El control de los costos de Producción, Phil Carol.- Fondo de -- Cultura Económica 1960.
- 3.- Los Recursos Humanos en la Construcción, Jaime Cevallos Osorio.- Escuela Nacional de Arquitectura 1969.
- 4.- Construcción Planning and Plant, Adolpfh J. Ackerman and Charles H. Locher, Mc. Graw-Hill.- Book Company, Inc. New York and London 1940.
- 5.- Construction Project Management, Richard H. Clough.- Wiley-Interscience, U.S.A. 1972.
- 6.- Construction Contracting, Richard H. Clough, Jhon Wiley and Sons. U.S.A. 1960.
- 7.- Cost. - Estimating and Pricing with Machine Hour Rates, Spencer A. Tucker, P.E. PRENTICE - Hall, INC.- Englewood Cliffs, N.J. U.S.A. 1962.
- 8.- Aplicaciones Prácticas del Pert y C.P.M., Luis YU Chuen-Tao.- Ediciones Deusto, Barcelona 1969.