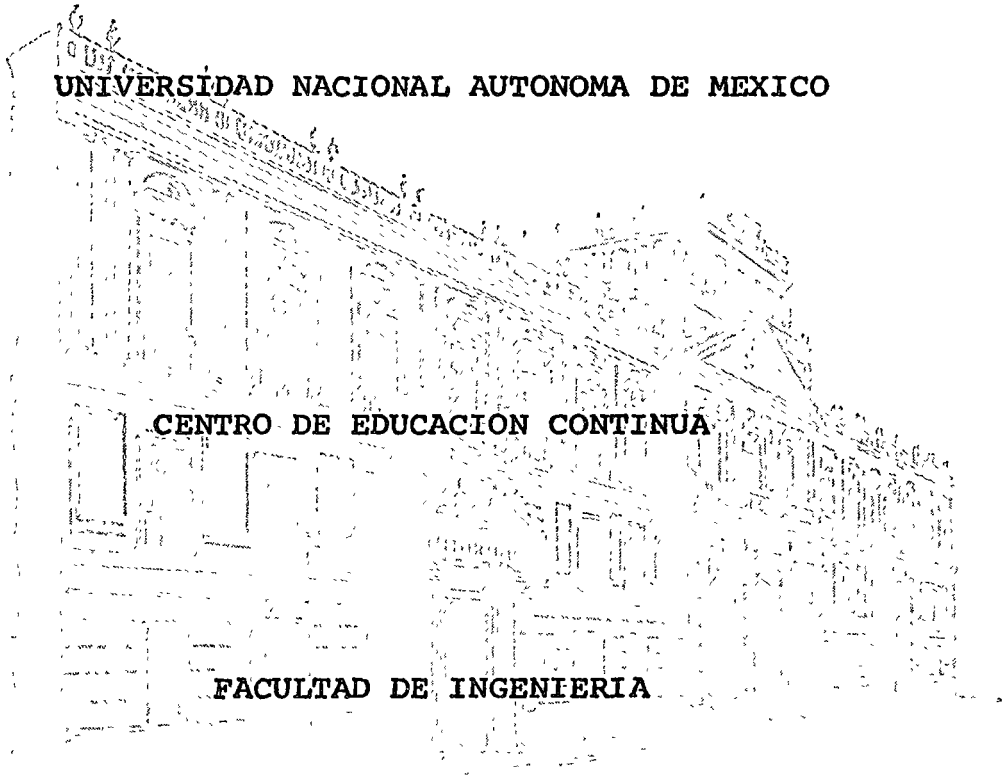
C A P I T U L O I


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA

I N D I C E

1.- PROLOGO

2.- DEFINICIONES

3.- INTEGRACION DE LOS COSTOS

3.1 Cargos por mano de obra

3.1.1 Salarios

3.1.2 Rendimientos

3.2 Materiales

3.2.1 Costos de Adquisicion

3.3 Cargo por equipo

3.3.1 Cargo fijo

3.3.2 Operación

3.3.3 Consumos

3.3.4 Rendimientos

3.4 Herramientas

4.- CARGOS INDIRECTOS

4.1 Oficina central

4.2 Oficina de campo

5.- UTILIDAD

6.- OTROS CARGOS

P R O L O G O

La forma en que se presenta el presente estudio pretende establecer una teoría definida y determinante en las bases del análisis de costos.

Está fundamentado principalmente en las BASES Y NORMAS GENERALES PARA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS, editado en diario oficial del 20 de enero, 1970.

Se señalan gráficamente las causas que afectan un cargo base y que determinan su modificación, debido al proceso de transformación en que la mano de obra, materiales y equipo, han intervenido.

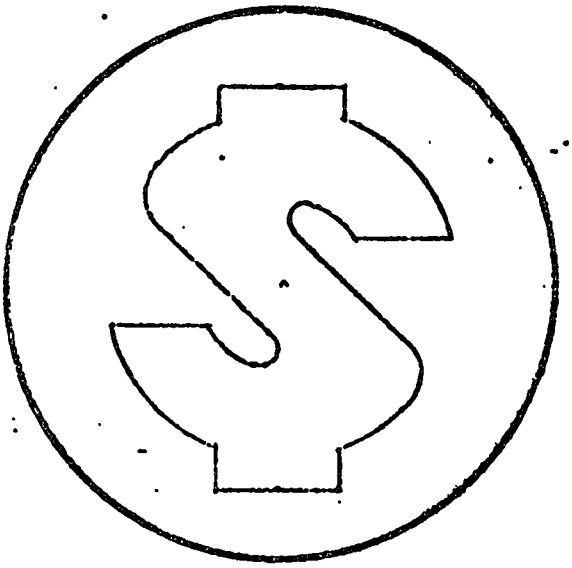
Se determina en general la forma en que cada uno de los cargos participa en cada paso del precio unitario.

El objeto principal consiste en plantear todas las causas que afectan los costos y con ello influir en el criterio del analista para que no omita ningún cargo definido; mediante la simple exposición gráfica se crea un procedimiento didáctico-gráfico de las bases teóricas de la integración de los costos, siendo estos presentados en una forma sencilla que facilita su comprensión, así como su aplicación práctica para todos aquellos interesados en la materia.

D E F I N I C I O N E S

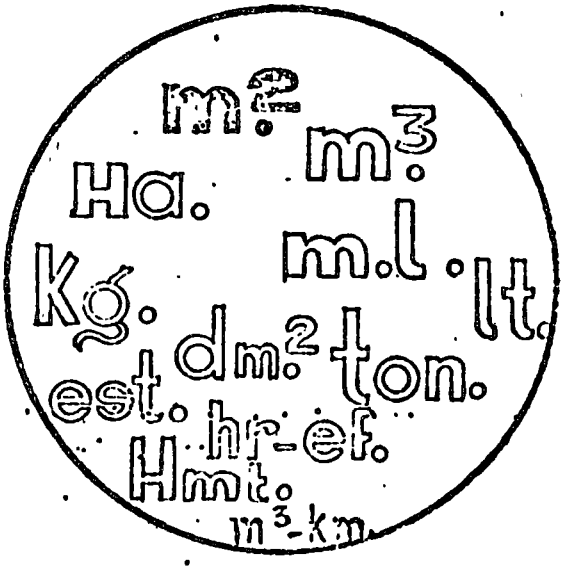
PRECIO UNITARIO

Remuneración ó pago en moneda que el Contratante deberá cubrir al Contratista por unidad de Obra y por concepto de trabajo que ejecute.



UNIDAD DE OBRA

Unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.



CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales, que el Contratista emplea en la realización de la Obra de acuerdo a Planos y Especificaciones, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.



TEMA

INTEGRACION DE LOS COSTOS

División de los costos directos, indirectos y otros, en los diferentes cargos que los - integran para determinar el precio unitario.

Obtención de los mismos en función de los - factores que determinan su variación.

I Cargos Directos

a) Mano de Obra
b) Materiales
c) Maquinaria
d) Herramienta
e) Instalaciones

II Cargos Indirectos

a) Centrales
b) De Obra

III Utilidad

IV Otros Cargos

PRECIO UNITARIO

DIVISION DE CARGOS

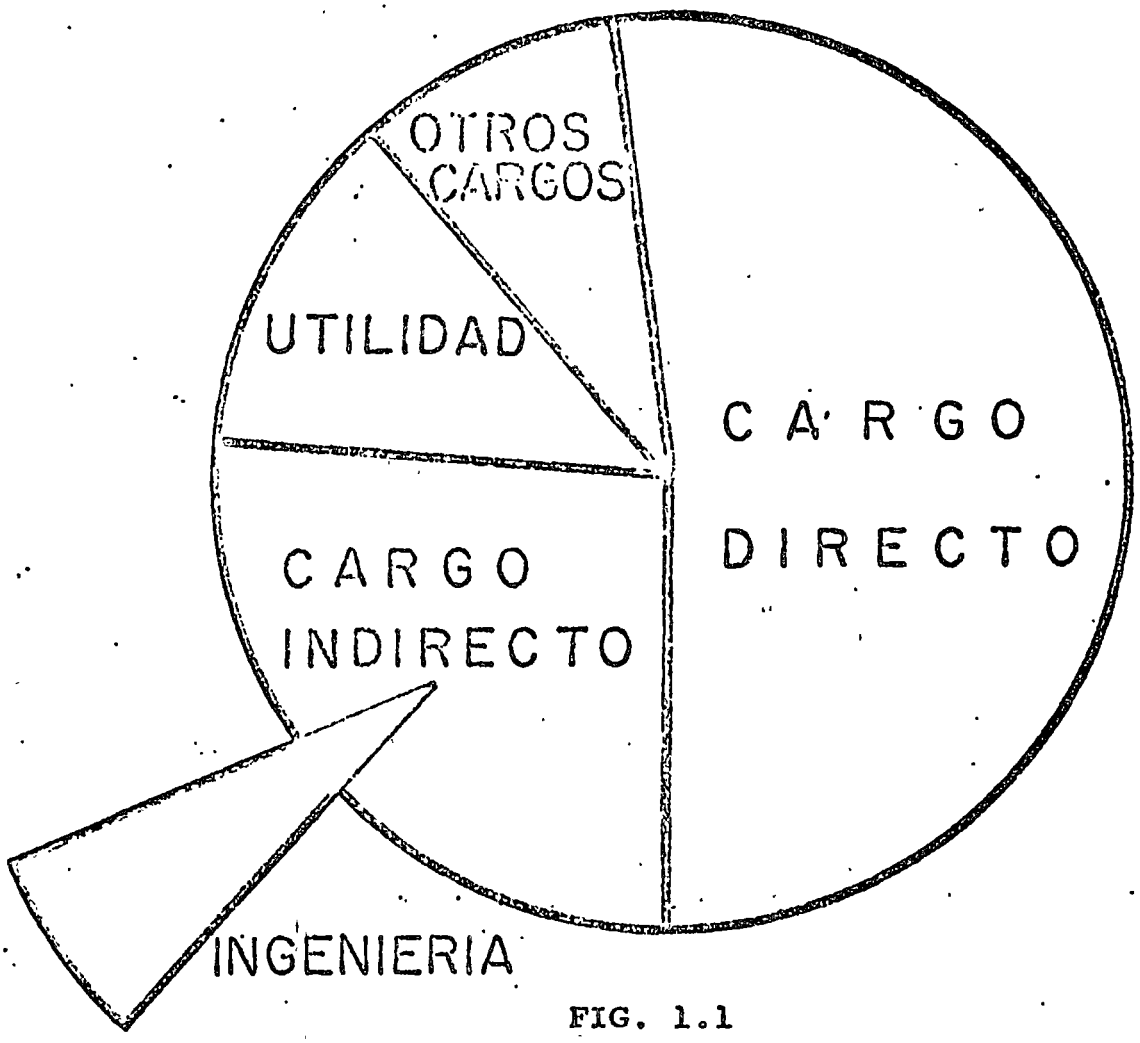


FIG. 1.1

El precio unitario como unidad está compuesto por diversos -- cargos reunidos en cuatro grandes divisiones como lo muestra la Figura No. 1.1.

Esta división corresponde a Obras de Construcción sobre pro-- yectos terminados cuando deba la misma Compañía realizar el - proyecto de Ingeniería podrán cargarse los gastos relativos en la división de Cargos Indirectos, Oficina Central y si este cargo no se desea su prorrateo en el precio unitario, se - considerará como un contrato separado del de Construcción.

El porcentaje gráfico señalado es aproximado y representa la influencia proporcional que por cada peso del precio unitario le corresponde a cada uno de los cuatro grandes grupos que lo integran.

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

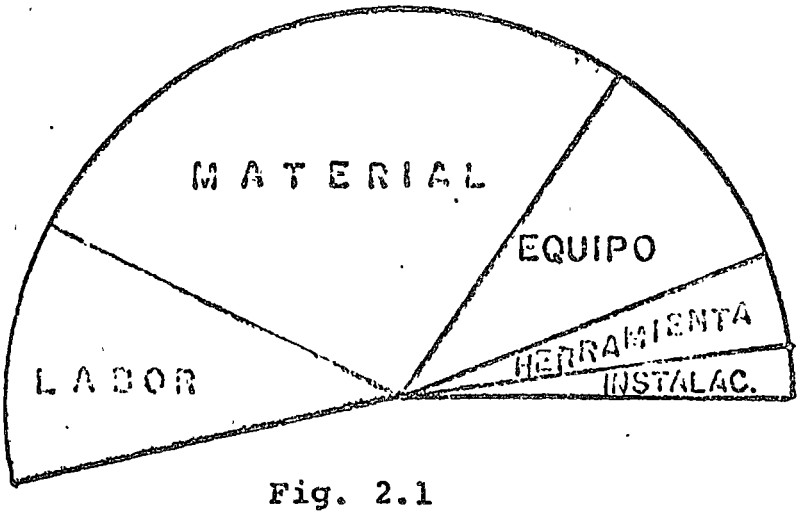


Fig. 2.1

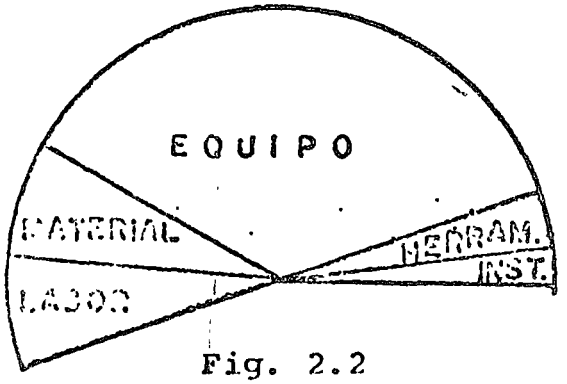


Fig. 2.2

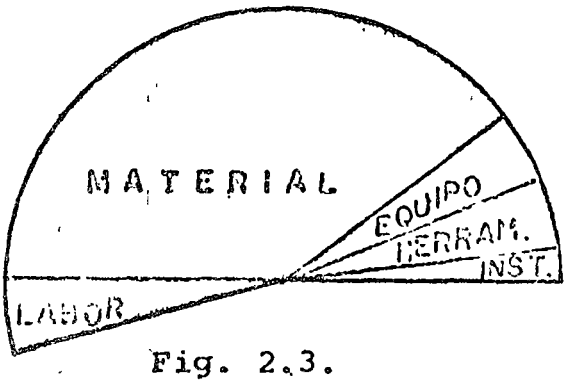


Fig. 2.3.

CARGOS DIRECTOS.- Son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra materiales, equipo, herramienta, e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten determinar los porcentajes de participación de cada uno de los cargos que afectan directamente, el resultado final del costo directo.

La Fig. 2.1 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de edificación donde la labor presenta un porcentaje de participación aproximado del 25% al

35 %, el material 45% al 55%, el equipo del 10% al 20%, la - herramienta del 1% al 1.5% y las instalaciones de 0.5% al 1%.

La Fig. 2.2 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de infraestructura ó pesada; en este caso el Parámetro Equipo representa el porcentaje mayor 60% al 70% indicando el uso de equipos pesados de - capital importancia para la realización de la obra, la labor puede representar una variación del 10% al 20%, materiales - 15% al 25%, herramienta 0.5% al 1%, instalaciones 0.5% al 1%.

La Fig. 2.3 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en Plantas Industriales, el Parámetro de Materiales aparece muy amplio en proporción a las - - otras partes y es resultado del incrementar en forma excesiva los conceptos electromecánicos e instrumentación con una gran cantidad de material de proceso como tuberías, recipientes, equipo, etc., para el funcionamiento de la Planta, éste desde luego varía con el tipo de Planta y de proceso propio de la misma, sin embargo, las estadísticas muestran siempre que el porcentaje de presencia mayor en obras de este tipo, corresponde a los materiales y equipo de proceso.

CARGOS DIRECTOS

CARGO POR MANO DE OBRA

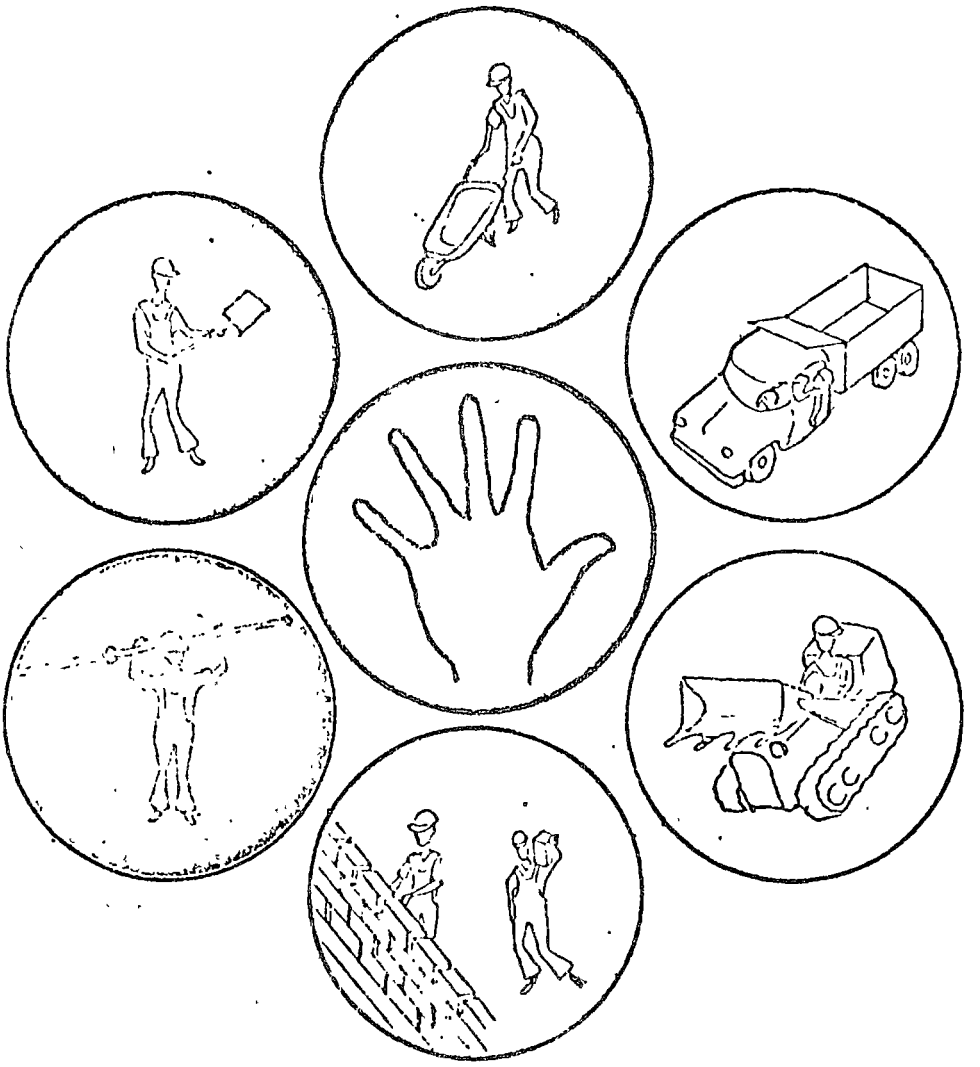


Fig. 3.1

Los cargos por Mano de Obra son los resultantes de prorratear el pago de salarios al personal individual ó por cuadrilla que interviene única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las -- unidades de producción (rendimiento que dicho personal realice en un tiempo determinado)

$$Mo = \frac{S}{R}$$

CARGOS DIRECTOS

SALARIOS

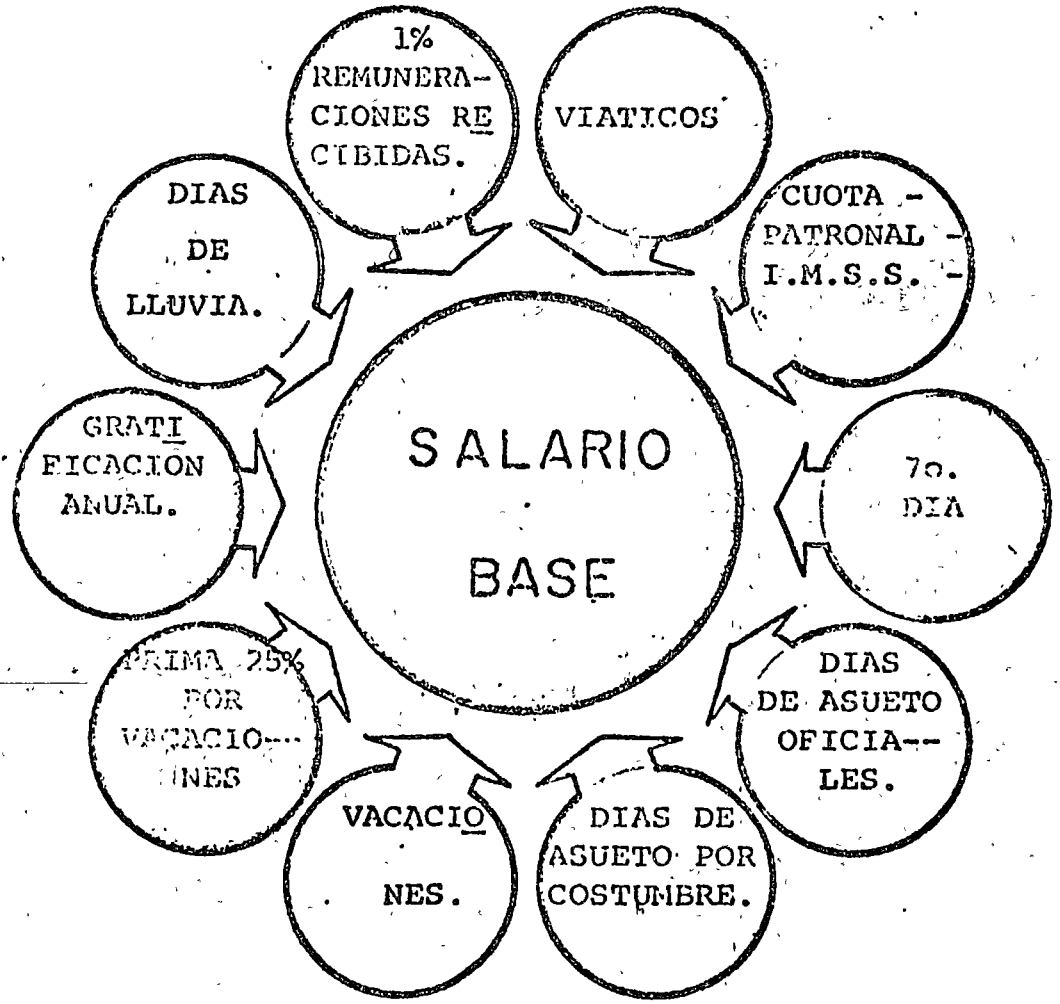


Fig. 3.2

Factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real.

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

S A L A R I O

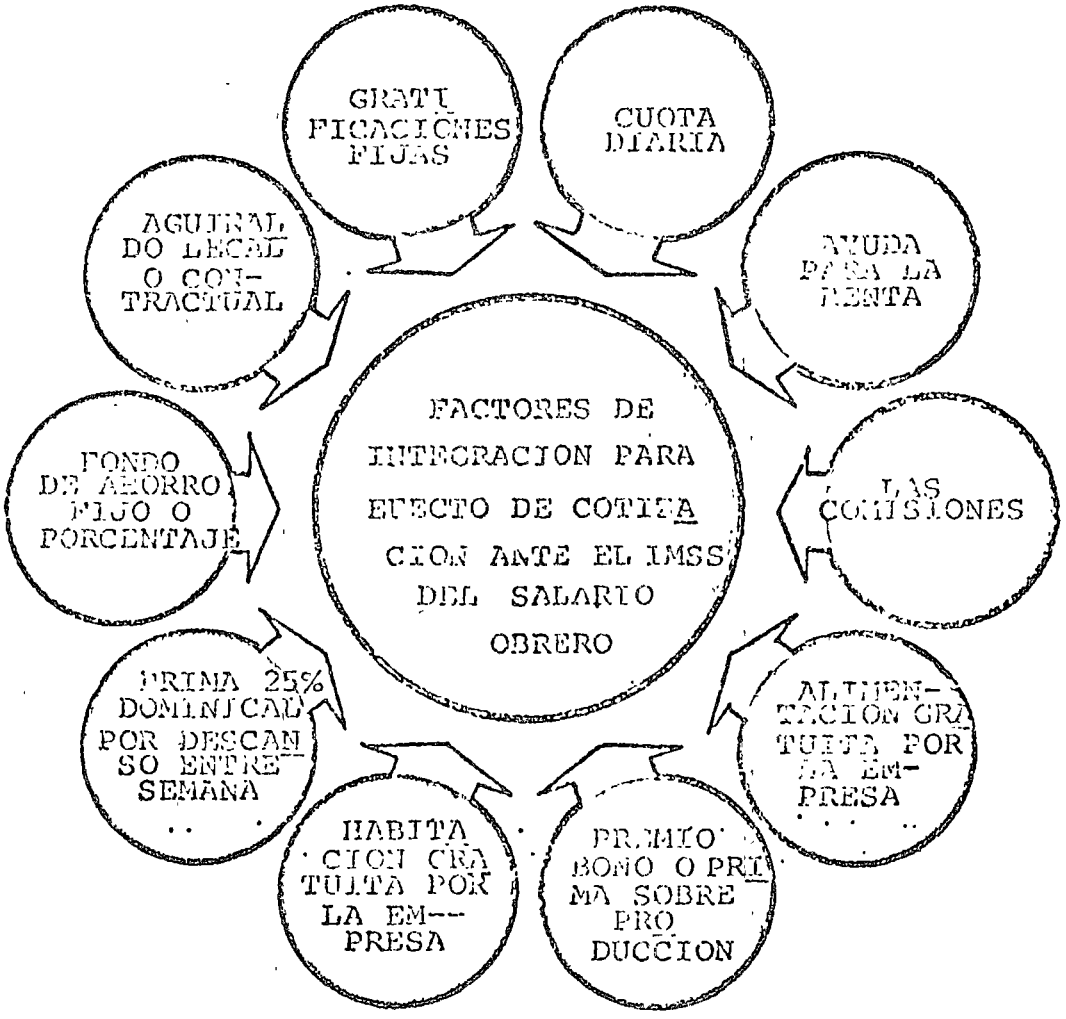


Fig. 3.3

NOTA 1.1 El salario mínimo legal de la zona respectiva no podrá ser descontado en forma alguna, aunque haya factores distintos que adicionen la cuota diaria.

NOTA 1.2 Con respecto al concepto de horas extraordinarias de trabajo o servicios extraordinarios en días de descanso semanal u obligatorio no se pudo lograr acuerdo alguno, por sostenerse criterios legales totalmente opuestos.

FUENTE- Instituto de Participación de Utilidades y del Salario

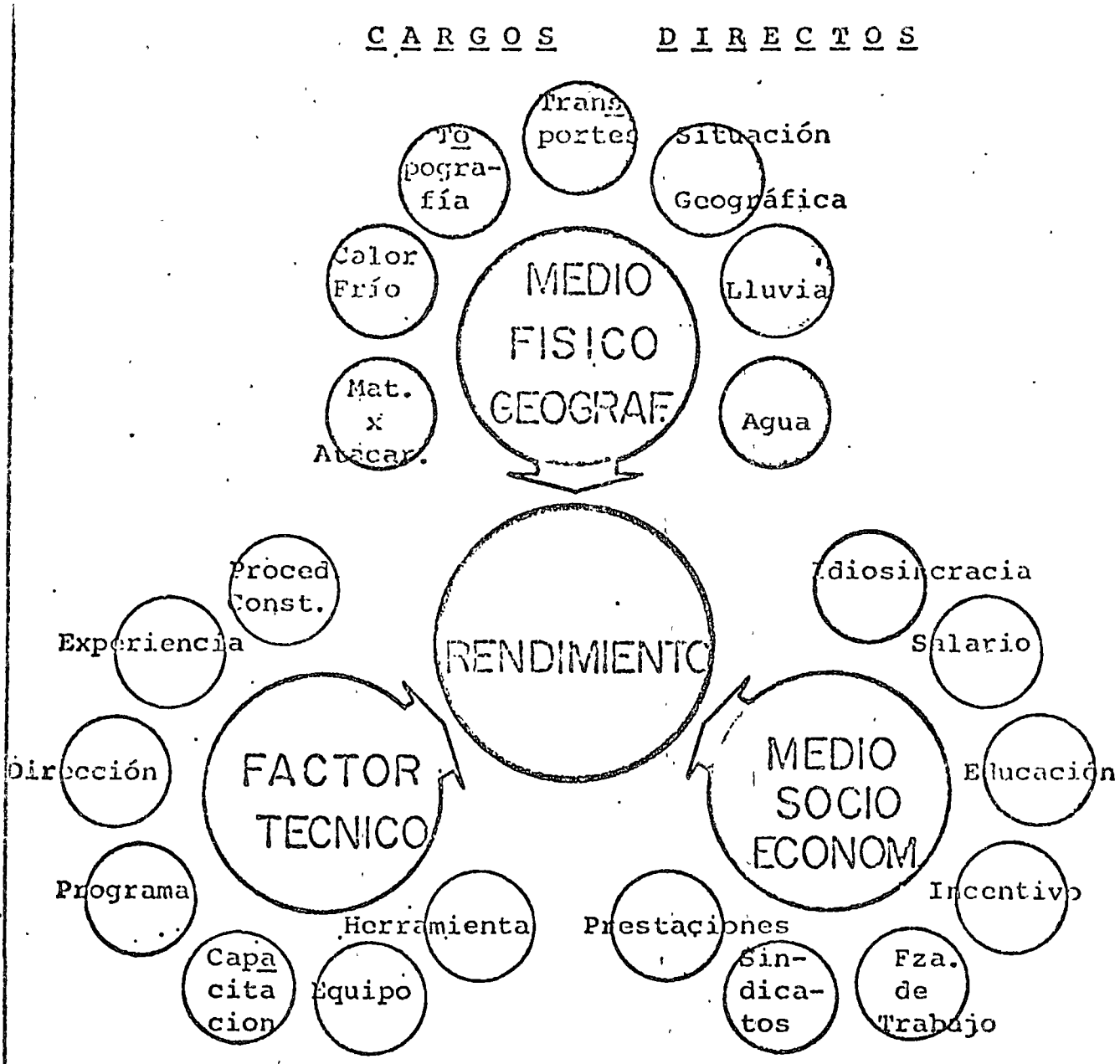


Fig. 3.4.

Factores de influencia que afectan la capacidad de - -- producción del personal individual ó por cuadrilla y que determinan los rendimientos.

Siendo la capacidad de producción de primordial importancia en la determinación del costo, la minuciosa investigación del sitio de la obra, facilitará los conocimientos necesarios para obtener los rendimientos adecuados.

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

M A T E R I A L E S

CARGO DIRECTO POR MATERIALES.-

Las erogaciones que efectúa el Contratista para adquir los materiales necesarios para la ejecución -- del concepto de obra, determinan el cargo directo - por materiales.

Estos pueden ser permanentes, ó sea que forman parte integrante de la Obra, y temporales ó auxiliares que son consumidos en la Obra después de uno ó varios usos.

Los materiales son adquiridos del mercado ó producidos en la Obra, los adquiridos sufren una variación según Fig. 4.1 y los segundos, son motivo de - un análisis especial.

CARGOS DIRECTOS

MATERIALES

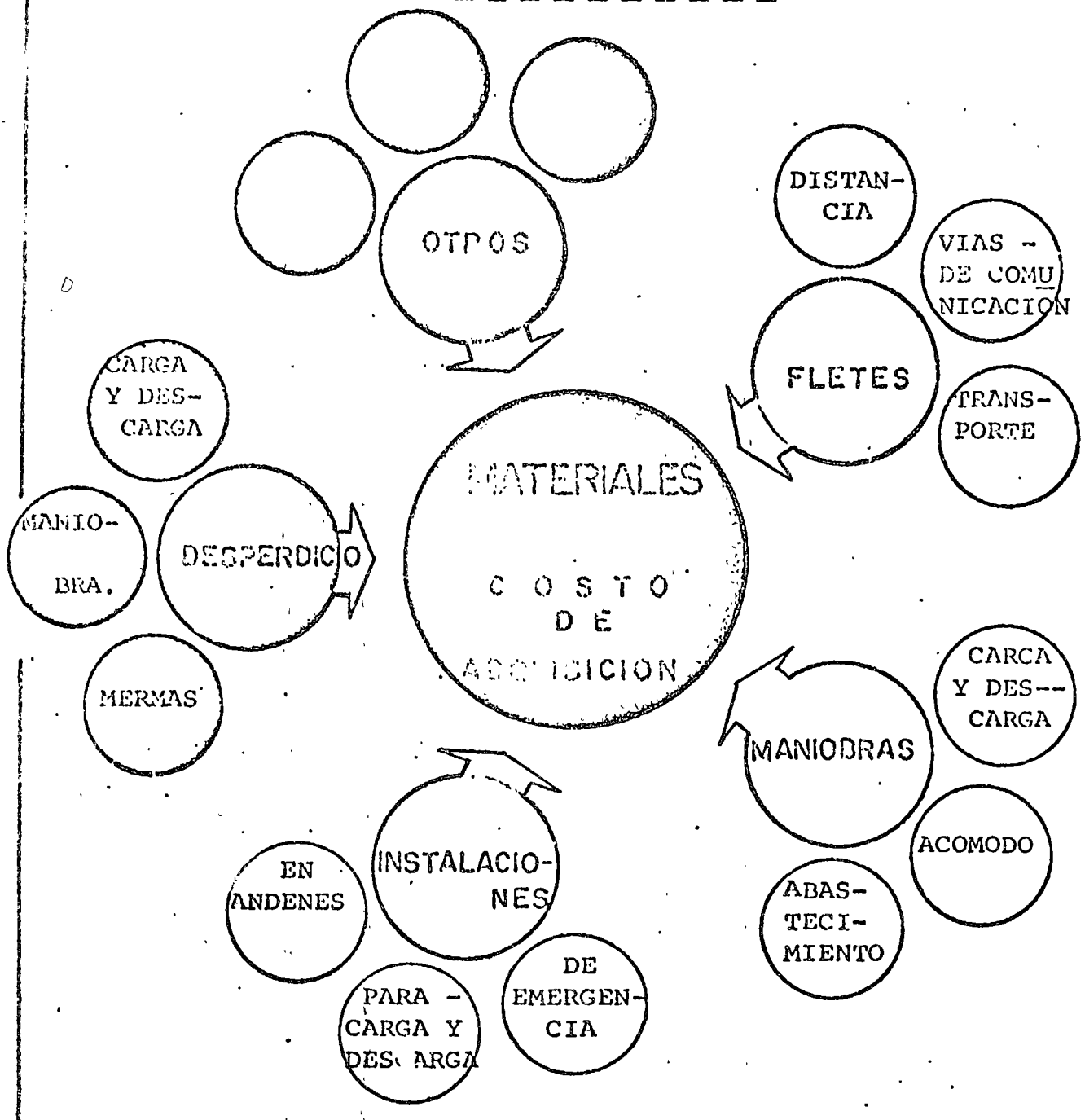


Fig. 4.1

Factores de influencia que determinan el incremento de costo sobre el costo de adquisición.

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

E Q U I P O C O S T O

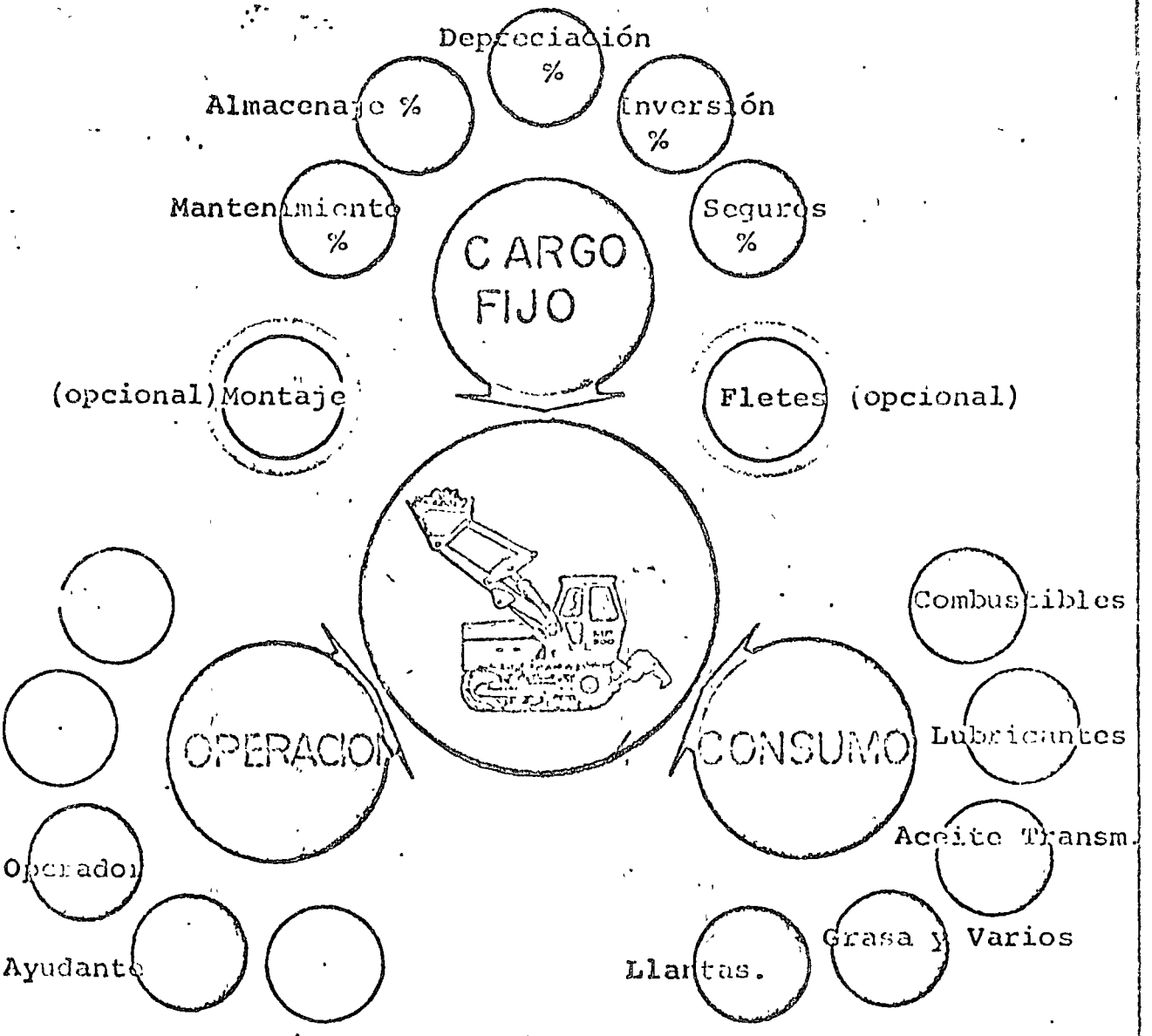


Fig. 5.1

CARGO DIRECTO POR EQUIPO.- Lo determinan según las bases y normas generales para la contratación y ejecución de Obra Públicas, los cargos fijos, los de consumo y los de operación por un tiempo determinado y dividido por el rendimiento efectivo que dicho equipo realice en el mismo tiempo determinado de costo.

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

Sin embargo, como lo muestra la figura 5. , los cargos se dividen como todos los costos ó sea una Labor, un Material y el Equipo Intrínseco.

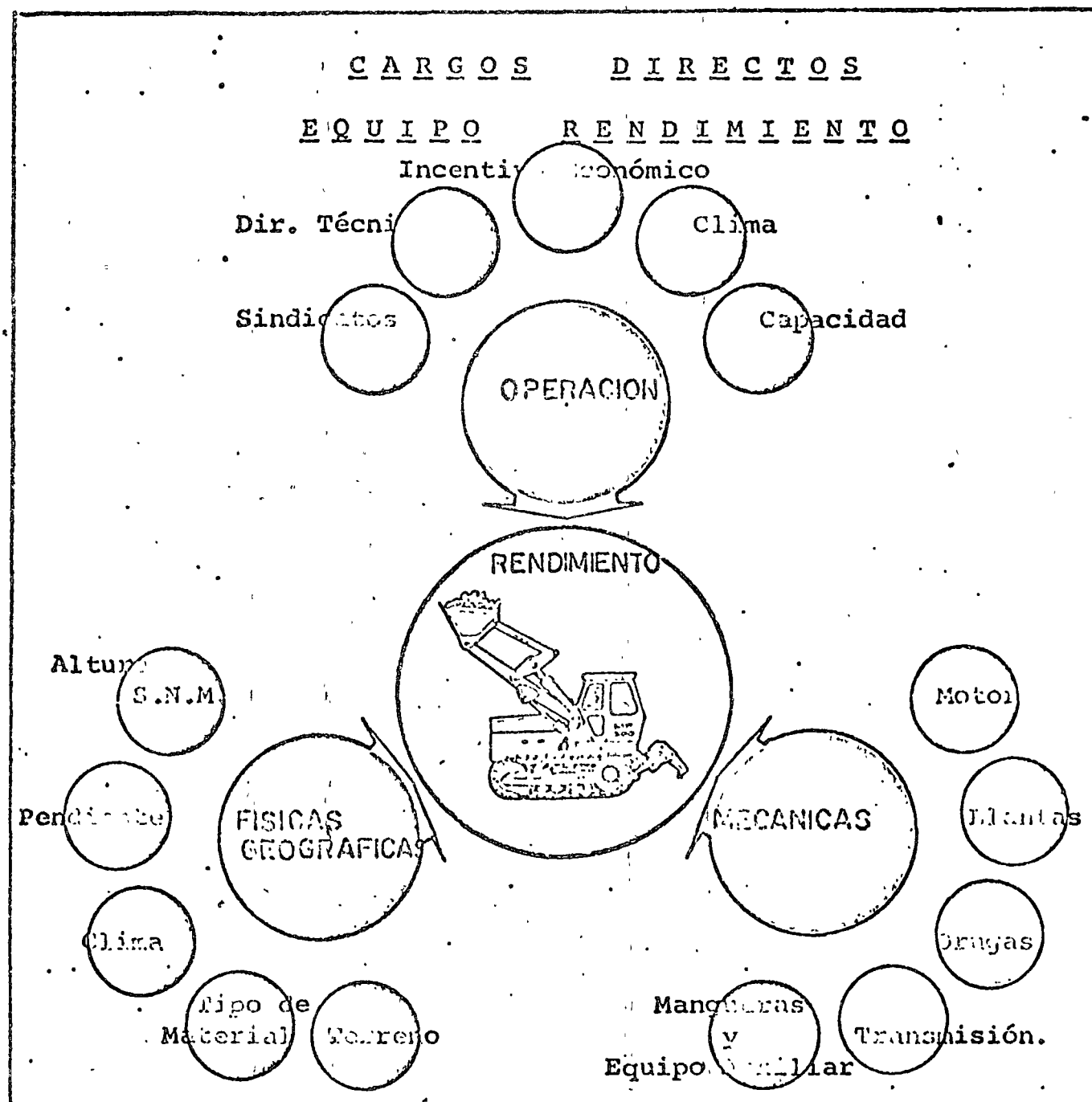


Fig. 5.2

Casi todos los factores que determinan la variación de los rendimientos del equipo, están señalados en esta gráfica, los - factores principales son afectados por otras y así sucesivamente, por esto para determinar los rendimientos más adecuados, es necesario llevar datos estadísticos de diversos tipos de obras, estos valores serán definidos en clase posterior.

CARGOS DIRECTOS

HERRAMIENTA DE MANO

INSTALACIONES



Fig. 6.1

El cargo por herramienta de mano, corresponde al consumo ó desgaste de la herramienta utilizada en la ejecución de los conceptos de obra y se determina en función de un porcentaje de la mano de obra. Dicho porcentaje se determina con esta-- dísticas.



Fig. 7.1

El cargo por Instalaciones corresponde a las erogaciones realizadas por el Contratista para construir las instalaciones accesorias, necesarias para realizar conceptos de trabajos definidos y no deberá incluir ninguna instalación de servicio - general en la obra.

P R E C I O U N I T A R I O

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

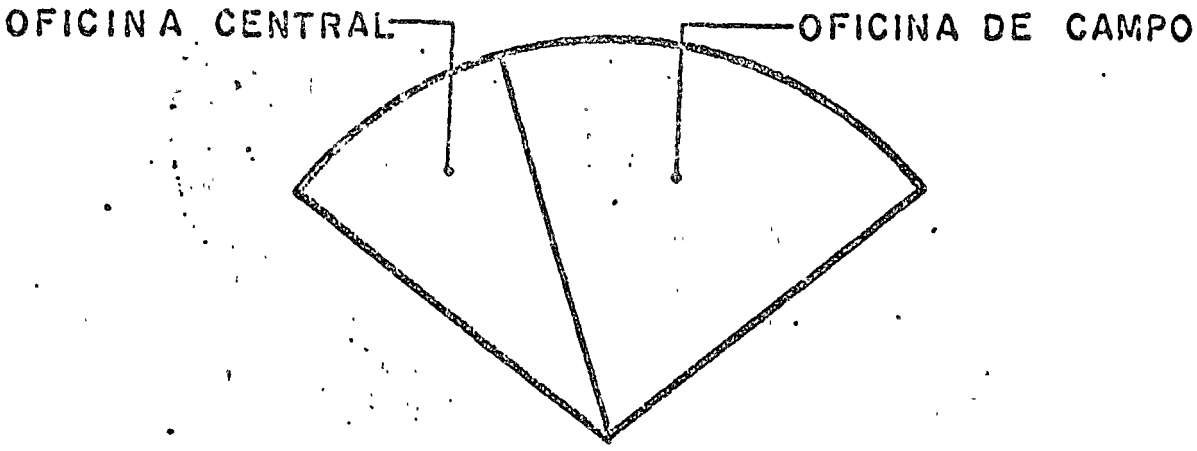


Fig. 8.1

TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN PARA LA CONSTRUCCION DE UN -- PROYECTO NO CONSIDERADOS EN LOS CARGOS DIRECTOS SE DENOMINARAN CARGOS INDIRECTOS COMO MUESTRA LA FIG. 8.1 SE DIVIDEN EN GASTOS DE OFICINA CENTRAL Y GASTOS DE OFICINA DE CAMPO.

LAS FIG. 8.2 Y 8.3 MUESTRAN LOS DIVERSOS FACTORES QUE INTEGRAN DICHOS CARGOS SEGUN LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CON-- TRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS, ESTOS CARGOS SE EX-- PRESAN COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO OBTENIDO DEL RESUL TADO TOTAL DE LOS CARGOS INDIRECTOS ENTRE EL TOTAL DE LOS CAR- GOS DIRECTOS MULTIPLICADO POR CIEN.

$$\% \text{ DE CARGOS IND} = \frac{\text{CARGOS IND.}}{\text{CARGOS DIRECTOS}} \times 100$$

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

O F I C I N A C E N T R A L

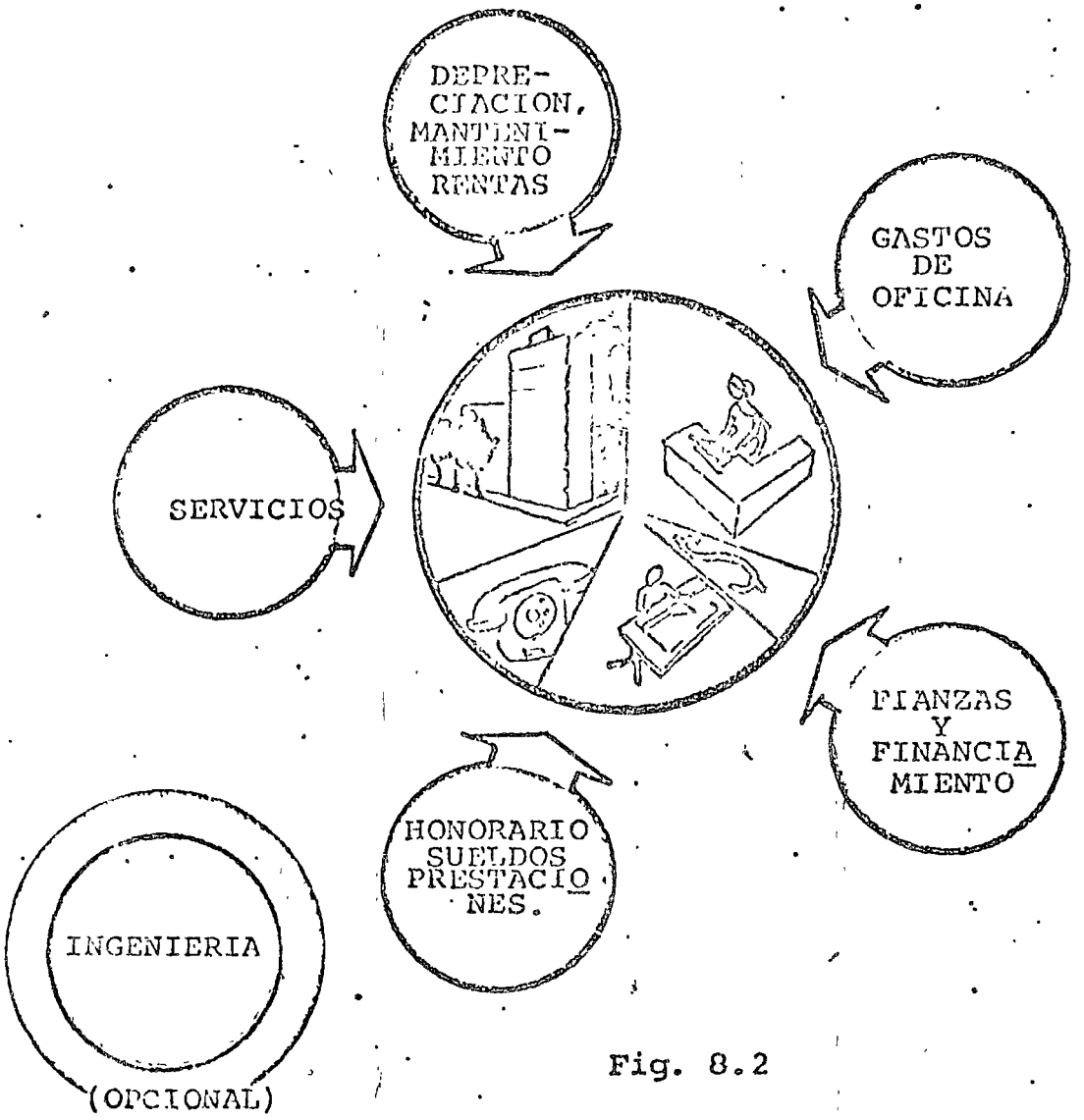


Fig. 8.2

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de Oficina Central.

Ver Anexo 1

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

O F I C I N A D E C A M P O

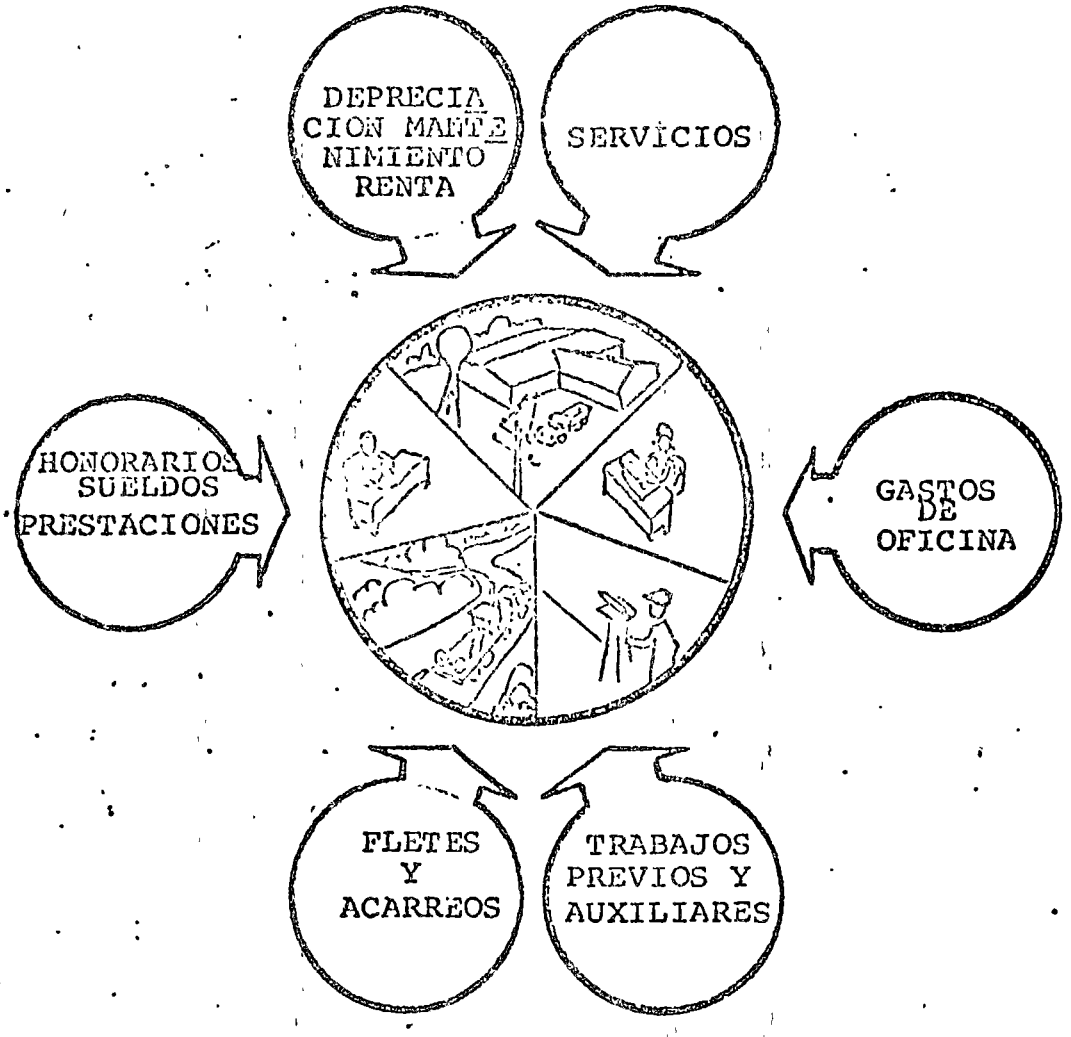


Fig. 8.3

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de la Oficina de Campo.
Ver Anexo 1.

PRECIO UNITARIO

UTILIDAD

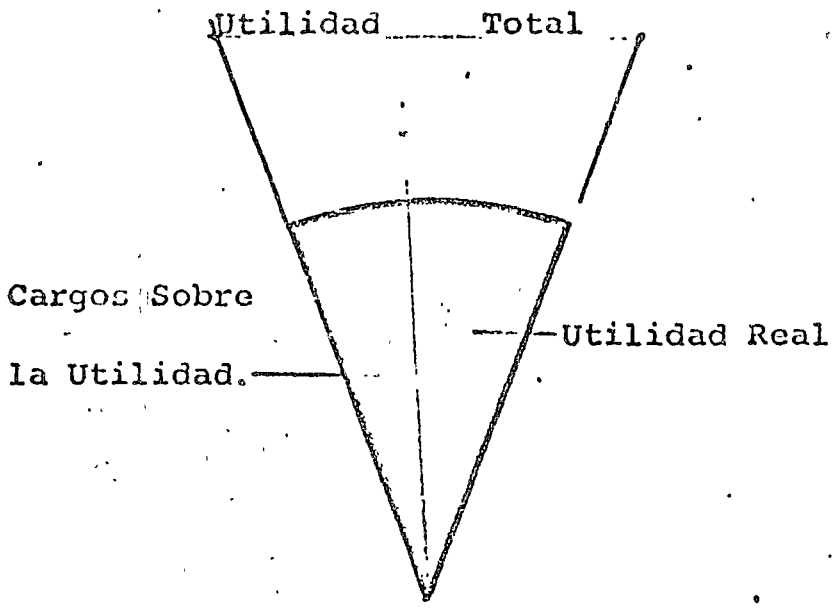


Fig. 9.1

Siendo esta la ganancia que considera una Organización Constructora como resultado del cumplimiento de un Contrato para la realización de un proyecto, se supone fácil su determinación de cargo y en sí lo es, pues es el resultado de considerar un porcentaje de ganancia sobre los cargos directos e indirectos.

Sin embargo, la determinación de ese factor de porcentaje resulta generalmente compleja por la serie de consideraciones que hay que tomar en cuenta, los de más peso están señalados en la Fig. 9.2

Utilidad Real es aquélla que después de deducir todos los cargos aplicables sobre la utilidad total, permanecen como un remanente de beneficio para la Empresa.

Cuando los análisis no han sido hechos correctamente - pensando en todos los factores de influencia, el porcentaje de utilidad real tenderá a disminuir, pudiendo llegar a rebasar el punto de equilibrio de No Pérdidas - No Ganancias y convertirse en un factor de Pérdida para la Empresa.

Es por ello difícil el determinar el porcentaje de presencia de los factores de influencia y aún la totalidad de esos factores, pues éstos varían en función al tipo de Empresa, Tipo de Obra, Información en Planos y Especificaciones, Oferta y Demanda de Materiales, Mano de Obra, Equipo, . . ., situación Político-Financiera del País, Irregularidades Atmosféricas, Capacidad de Producción de la Empresa, - etc.

P R E C I O U N I T A R I O

U T I L I D A D

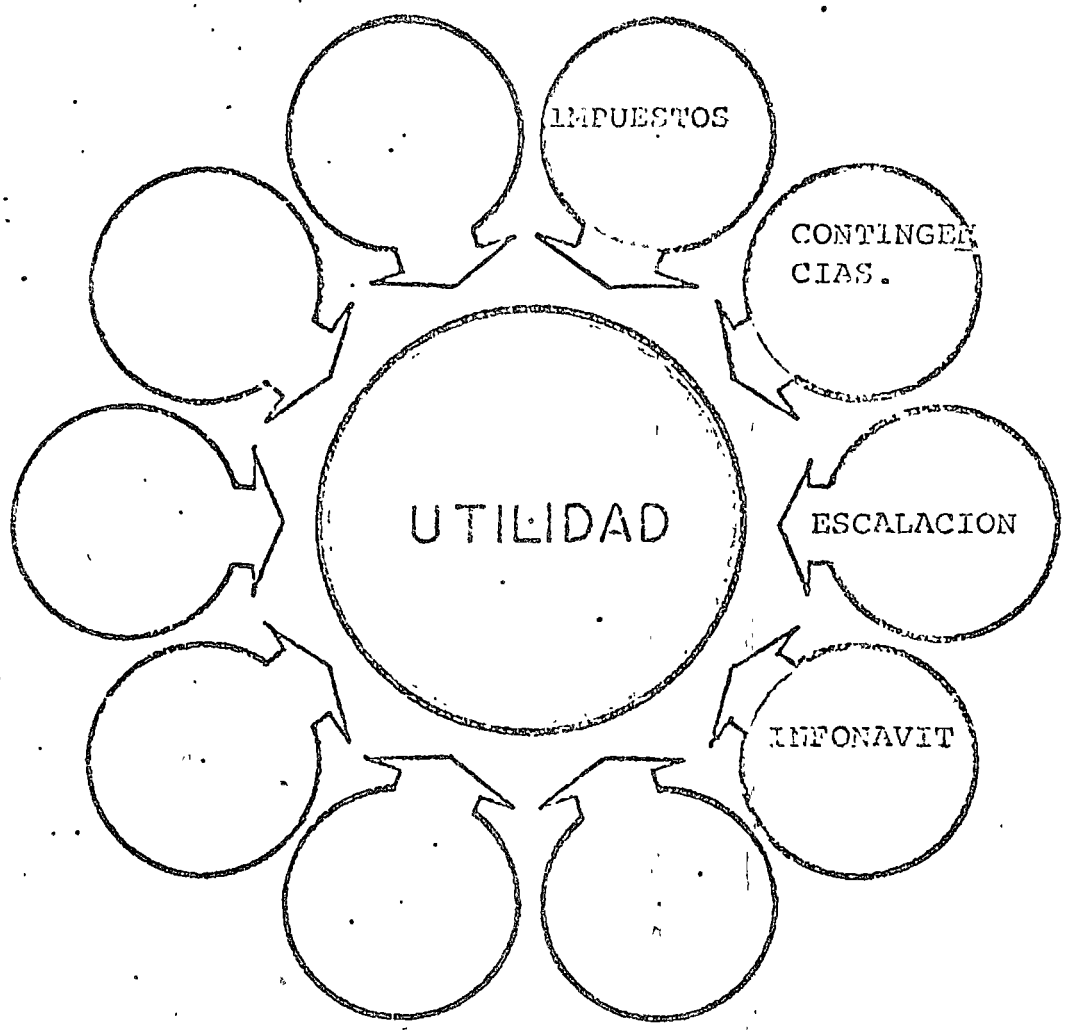


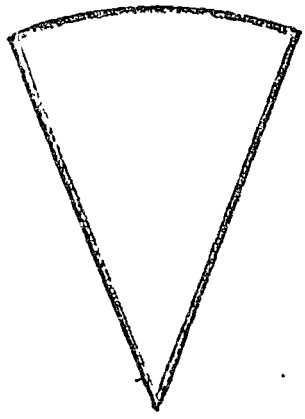
Fig. 9.2

Factores de Influencia que Determinan el Porcentaje de Utilidad.

Para su aplicación requiere del estudio detallado de - cada caso particular.

PRECIO UNITARIO

CARGOS ADICIONALES



OTROS CARGOS

Fig. 10.1

Las Normas y Bases Generales para Contratación y Ejecución de Obras Públicas . Los define claramente como aquellos - correspondientes a las erogaciones que realiza el Contra-- tista por estipularse expresamente en el contrato de Obra, como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los Indirectos, ni en la Utilidad y se expresa generalmente como un porcentaje - sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utili-- dad.

PRECIO UNITARIO

CARGOS ADICIONALES

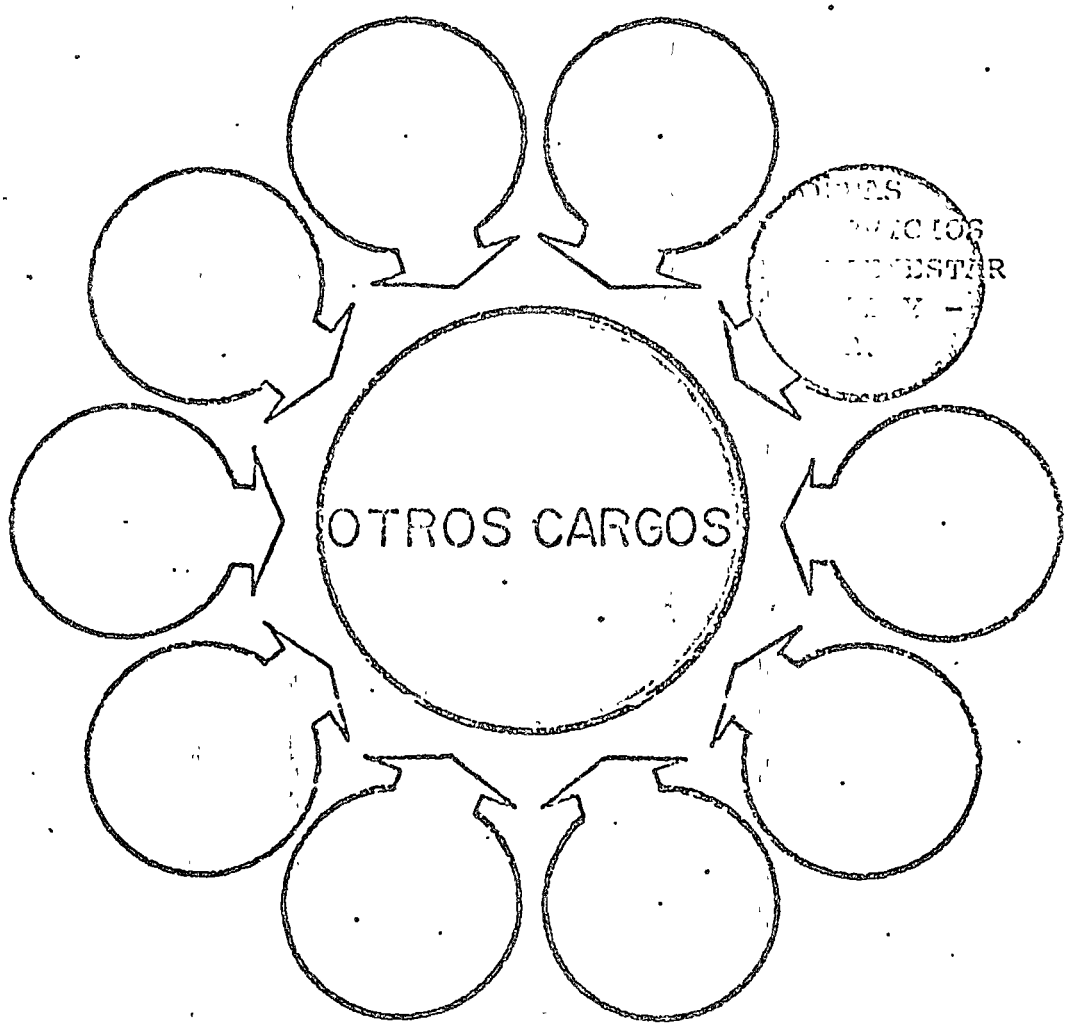


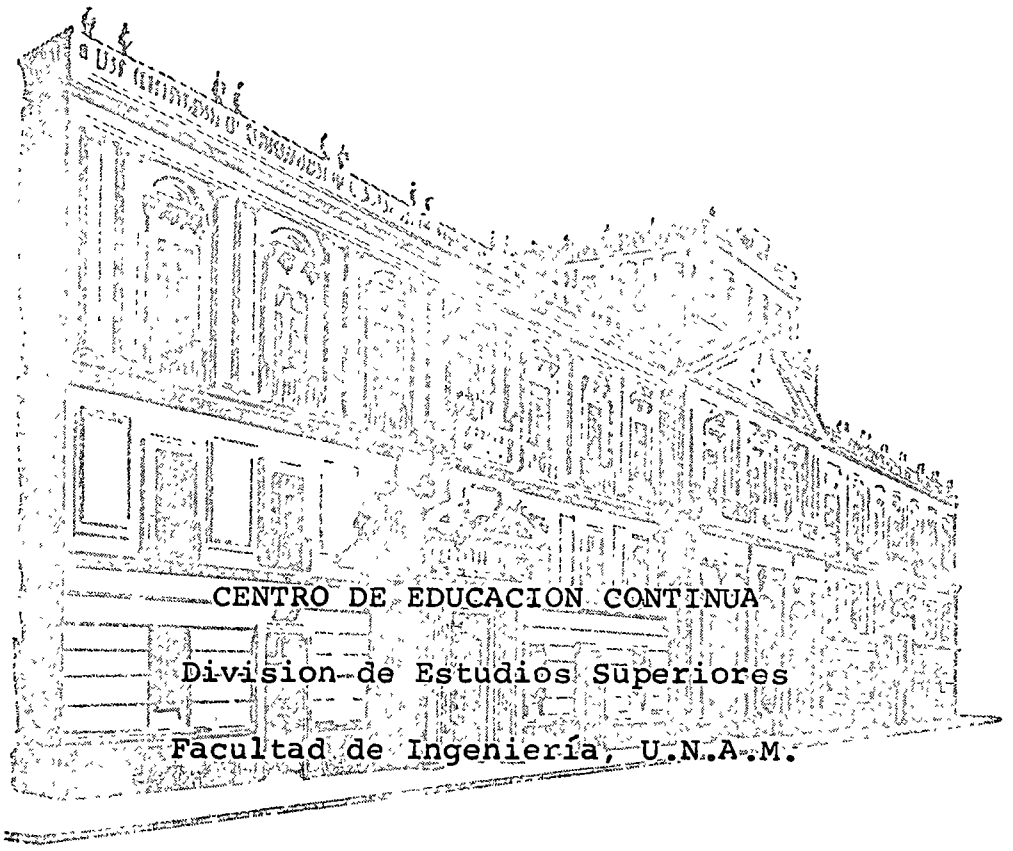
Fig. 10.2

Integración del Cargo Adicional.

A N E X O C A P I T U L O I

Ejemplos

CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION



CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

División de Estudios Superiores

Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

CLASE DE MAQUINA: CAMION DE VOLTEO MARCA FORD F-600 1 1/2 M³ DE CAPACIDAD CON MOTOR DE GASOLINA DE 200 H.P MONTADO SOBRE NEUMATICOS MODELO 1976.

ANEXO No. ____
FOLIO ____
CODIGO ____
FORMA C.U.M./16
ZONA ECONOMICA 21(2)
SALARIO MINIMO $ 139.24 7.54
CLASIFICO UNIV. C. COLIMA
FECHA 76 05 04
REVISO S.A.C.
FECHA 76 05 19

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	$ 104,575.00	(i) PRIMA DE SEGURO 3 % ANUAL	
(Vll) VALOR DE LAS LLANTAS	$ 18,767.56	(Ko) FACTOR DE ALMACENAJE 0.055	
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	$	(O) MANTENIMIENTO M. Y R. 50 %	
(Va) VALOR ADQUISICION	$ 165,807.44	( )	
(Vr) VALOR RESCATE 20 % Pm	$ 36,915.00	(PH) POTENCIA NOMINAL 200 H	
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	$ 128,892.44	(HVll) HRS. VIDA DE LLANTAS 2,500	
		(Hvpo) HRS. VIDA DE OTROS ELEMENTOS DE DESGASTE	
(Ve) VIDA ECONOMICA 10,000 HORAS			
(I) TASA DE INVERSION ANUAL 9 %		(Dlla) DIAS LABORABLES AÑO 297.08	
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO 2000 HORAS		(H) HORAS DE JORDADA 8	

ANALISIS DE COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIA

CARGOS FIJOS

	ACTIVO COSTO	ACTIVO %	INACTIVO-RELO COSTO	INACTIVO-RELO %	ORDEN ESPERA COSTO
D = (Vd − Vr) / Ve = 128,892.44 / 10000	12.89	✓			
I = (Va + Vr) / 2 Ha = (165,807.44 + 36915.00) × 0.09 / 2 × 2000	4.56	✓			
S = (Va + Vr) / 2 Ha = (165,807.44 + 36915.00) × 0.03 / 2 × 2000	1.52	✓			
A = Ko × D = 0.055 × 12.89	0.71	✓			
T = O × D = 0.80 × 12.89	10.31	✓			
SUMA $	29.99	✓			

CONSUMOS

COMBUSTIBLE	UNIDAD	H.P.	D	O	CANTIDAD	COSTO U.				
GASOLINA	LITRO	200		0.0005	14.06	2.00	22.12	✓		
DIESEL	"		0.1000							
ACEITE DE MOTOR	"	200	0.0034	0.0023	0.46	5.26	2.42	✓		
OTRAS FUENTES DE EN.										
SUMA $							24.54	✓		

LLANTAS

MEDIDAS	COSTOS UNITARIOS LLANTA	CAMARA	CORDATA	SUMA	PZAS	IMPORTE				
1000 x 20 (12c	2410.00	215.25	46.80	2681.06	7	18,767.56	7.51	✓		
SUMA $						18,767.56				
CARGO POR LLANTAS $ 18,767.56 / 2,500 HORAS (Hvll)						SUMA $	7.51	✓		

OTROS ELEMENTOS (PIEZAS ESPECIALES)
GASTOS ANUALES = $ 7,500.00 / 10,000 hrs. 0.75 ✓

CARGO OTROS ELEMENTOS $ ____ / ____ HORAS (Hvpo) SUMA $ 0.75 ✓

OPERACION (COSTO HORARIO SIN OPERACION) 12.79 ✓

CATEGORIA	SALARIO NOM.	SALARIO REAL	NUMERO	IMPORTE
(a) Operador 97L	85.55	132.05	1	132.05
(b)				
(c)				
(d)				
SUMA $				132.05

CARGOS.
Si Ha ≤ 1000 HRS: O = $ / Hora = 132.05 × 297.08 / 2000 = 297.08 / 2000 = 19.78 ✓
Si Ha ≤ 1000 HRS: O = $ / Hora = ____

PRECIO DE LA MAQUINARIA	
CONCEPTO Y OPERACIONES	IMPORTE
CAMION DE VOLTEO MARCA FORD	
F-600 15% DE 6m³ CAP.	$184 575.00
MAS EL 6% INGR. MERC.	
SUMA	184 575.00

NOMENCLATURA

D = CARGO DE DEPRECIACION

I = CARGO POR INVERSION

S = CARGO POR SEGUROS

A = CARGO POR ALMACENAJE

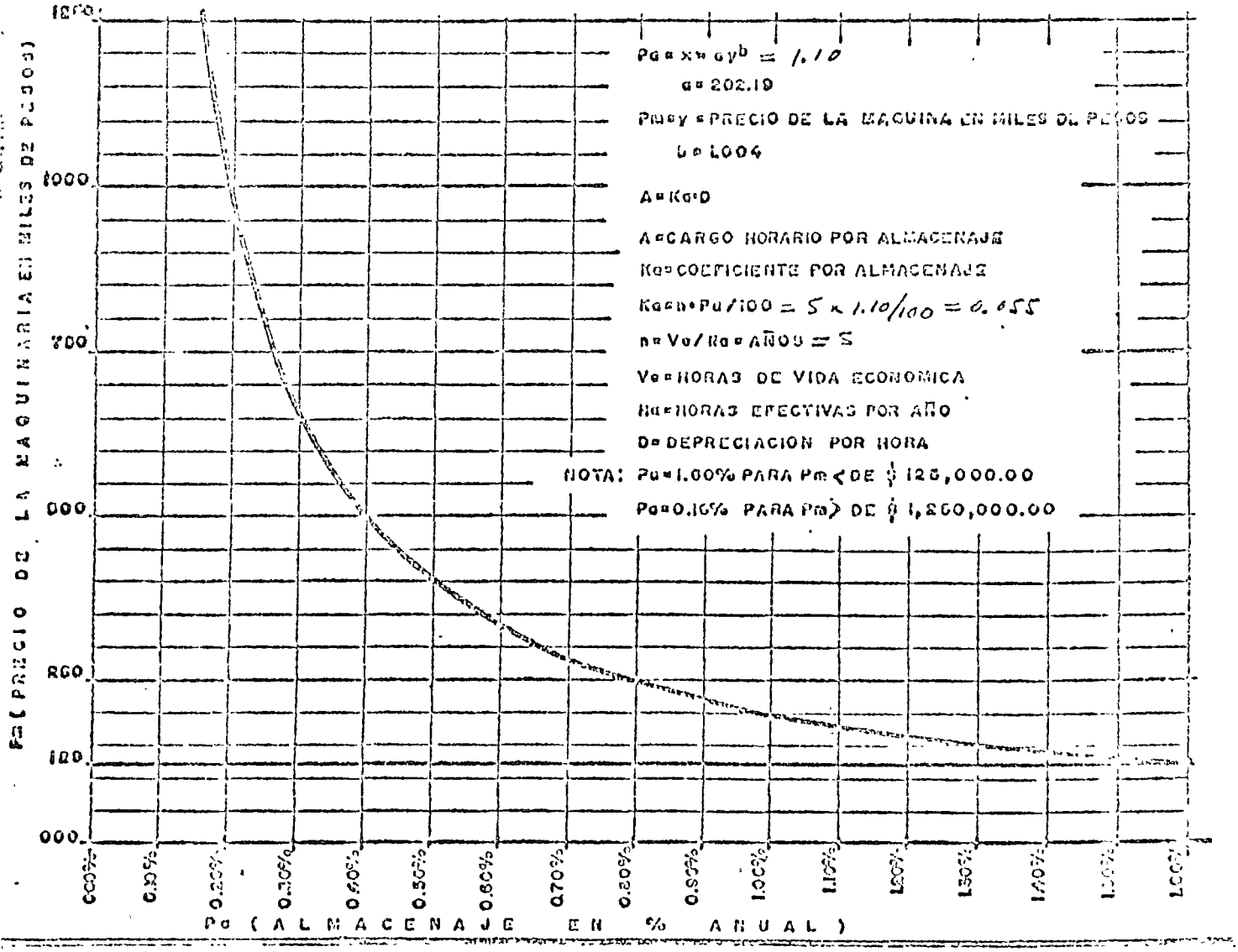
Y = CARGO POR MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR

Ko = i + Pa/100 = COEFICIENTE DE ALMACENAJE

n = Ve/Ha = AÑOS DE VIDA ECONOMICA

Pa = 202.19/(Pm)^1.004 = ALMACENAJE EN % ANUAL

GRAFICA PARA EL CALCULO DE ALMACENAJE (POR HORA)



OBSERVACIONES COTIZA.- NACIONAL AUTOMOTRIZ S.A.

		PROYECTO No.	CALCULO
		AREA: Civil	REVISO
			FECHA

"BASICOS"
"MORTEROS"

CONTRATISTA:

OBRA:

LOCALIDAD:

ESPECIFICACION: No. Cta. 0100
Mortero cemento-arena proporción 1: 2

HOJA: B-8

UNIDAD: M3

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD			COSTO DIRECTO
Cemento	Ton	0.583			
Arena 0.996 + 2% desp.	M3	1.016			
Agua	M3	0.268			
			SUMA MATERIALES		

MANO DE OBRA

Sobrestante	1/100 Jornal	
Cabo	1/10 "	
Peón	1 "	
Rendimiento	2 M3/Jor.	
Costo/M3 = $	÷ 2	
	SUMA MANO DE OBRA	

EQUIPO Y HERRAMIENTA

3% M/O	
SUMA EQUIPO Y HERRAMIENTA	

OBSERVACIONES:

Rendimiento en el D.F. en Condiciones Normales.

COSTO DIRECTO	$	
INDIRECTOS Y UTILIDAD		
PRECIO UNITARIO	$	

PROYECTO No.

AREA Civil

CALCULO

REVISO

ENTREGO

FECHA

CONTRATISTA

OBRA

LOCALIDAD

ESPECIFICACION No. Cta. 0500

Muro de block Sta. Julia 6 x 10 x 20 cm. de 10 cm. de espesor junteado. Con mortero

HOJA

UNIDAD M2

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD		PRECIO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Tabique 1.00 ÷ (0.20x0.06) x 1.10	Pza.	92			
Mortero	M.3	0.020			
				SUMA MATERIALES	

MANO DE OBRA

Sobrestante	1/100 Jornal	$	
Cabo	1/10 "	$	
Albañil	1	$	
Peon	1	$	
Rendimiento 6 M2/Jor.			
Costo/M2 $ ÷ M2			
		SUMA MANO DE OBRA	

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Andamios	M2 x	C.50	
Equipo 3% de M/O.			
		SUMA EQUIPO Y HERRAMIENTA	

OBSERVACIONES

No incluye:

COSTO DIRECTO	$	
INDIRECTOS Y UTILIDAD		
PRECIO UNITARIO	$	

		PROYECTO No.	HOJA
		AREA Civil	PRESUPUESTO
			FECHA

	CONTRATISTA	
	OBRA	LOCALIDAD

ESPECIFICACIÓN: No. cta. 0100 TON.

Acero de refuerzo fy = 4000 Kg/Cm2 en cimentación diámetros 5/16"

HOJA

UNIDAD TON.

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD		COSTO UNITARIO	COSTO IMPORTE
Acero	Ton.	1.00			
Desperdicio	Ton.	0.08			
Alambre recocido # 18	Kg.	30			
				SUMA MATERIALES	

MANO DE OBRA

Sobrestante	Jor.	1/20	
Cabo	Jor.	1/2	
Fierrero	Jor.	1	
Ayudantes	Jor.	2	
Peones	Jor.	4	
Rendamiento 0.500 Ton./Jor.			
Costo/Ton. = $		÷ 0.500 Ton.	
			SUMA MANO DE OBRA

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Herramienta	3% de M/O.		
			SUMA EQUIPO Y HERRAMIENTA

OBSERVACIONES:

COSTO DIRECTO	$	
INDIRECTOS Y UTILIDAD		
PRECIO UNITARIO	$	

PROYECTO No.

ÁREA: Civil

FECHA

COMPAÑÍA

OBRA:

LOCALIDAD

ESPECIFICACIÓN:

Trazo y nivelación del terreno por edificar

UNIDAD: M2

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD		INCIDENCIAS	COSTO EFECTIVO
Material de consumo (Estacas, Cal viva, Madera, Clavos y Mojoneras).					
35% de mano de obra	Lote	1.00			
				SUMA MATERIALES	

MANO DE OBRA

Topógrafo	Jornal	1 = $	
Ayudantes	"	2 = $	
Rendimiento	150 M2/Jornal		
Costo = $	÷ 150 M2		
		SUMA MANO DE OBRA	

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Tránsito	día	0.015	
Nivel	día	0.015	
Plomada	día	0.015	
Bolines	día	0.030	
Herramienta (3% de la mano de obra)	Lote	1.00	
		SUMA EQUIPO Y HERRAMIENTA	

OBSERVACIONES:

Se considera la máxima proyección construída en planta baja.

COSTO DIRECTO	$	
INCIDENCIAS Y UTILIDAD		
PRECIO UNITARIO	$	

PROYECTO No.

AREA: Civil

Cta. 0200

CALC.

REVISO

PRECIO

FECHA

CONTRATISTA

OBRA:

LOCALIDAD

ESPECIFICACION: Cimbra común en zapatas. Incluye: habilitado, cimbrado y descimbrado.

HOJA 91

UNIDAD: M2

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	USOS		COSTO UNITARIO
Madera de contacto (1.5") de 3a	PT	17.70			
Obra falsa (1.5") de 3a.	PT	9.40			
Clavo 2½"	KG	0.20	-		
Alambre recocido No. 18	KG	0.15	-		
Desmoldeante	LT	0.50			
				SUMA MATERIALES	

MANO DE OBRA

Sobrestante	0.01 x	
Cabo	0.10 x	
Carpintero	1.00 x	
Ayudante	1.00 x	
Rendimiento =	M2/Jornal	
Costo = $	÷ M2 = $	
		SUMA MANO DE OBRA

EQUIPO Y HERRAMIENTA

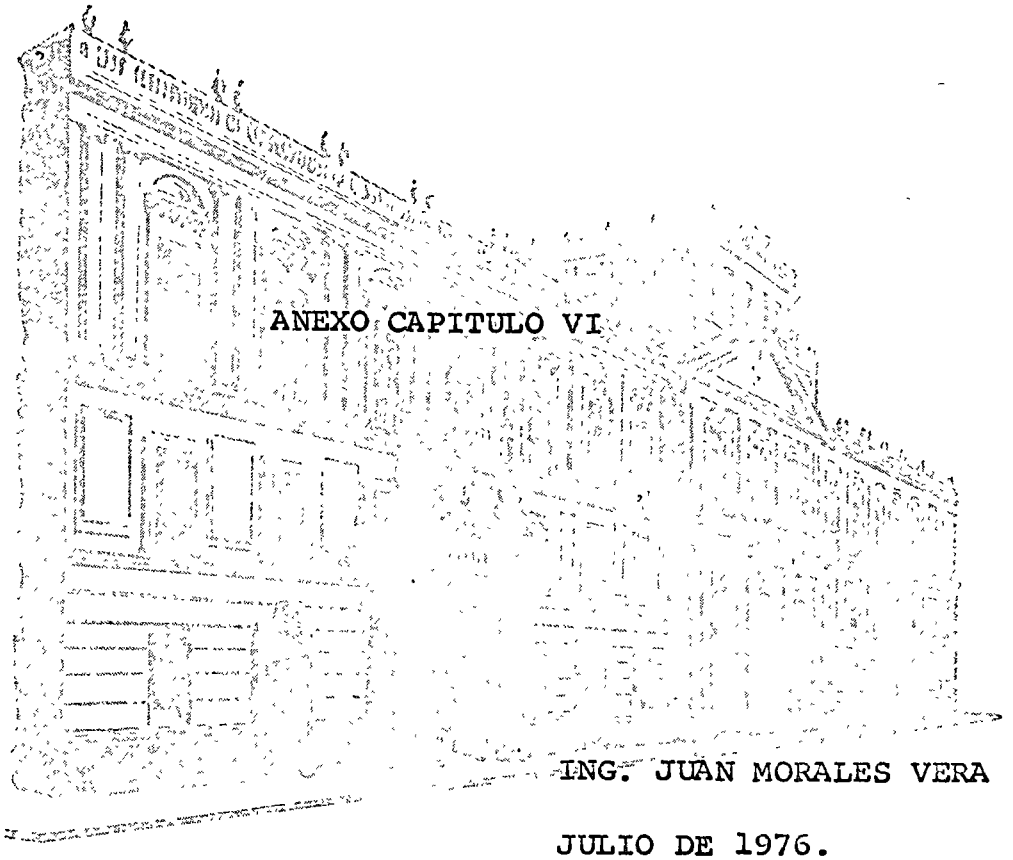
Herramienta $	x 0.03 =	
		SUMA EQUIPO Y HERRAMIENTA

OBSERVACIONES:

COSTO DIRECTO	$	
INDIRECTOS Y UTILIDAD		
PRECIO UNITARIO	$	

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION



ANEXO CAPITULO VI

ING. JUAN MORALES VERA

JULIO DE 1976.

REPORTE MENSUAL DE COSTOS

PROYECTO _____ MES _____

CLIENTE _____ FORMULO _____

LUGAR _____ APROBO _____

INFORME No _____ FECHA _____

No. CUENTA	CONCEPTO	UNIDAD	ESTIMADO ORIGINAL	ESTIMADO ACTUAL	COMPROMISOS (PEDIDOS)	COSTOS	MATERIAL RECIBIDO	AVANCE	COSTO FINAL ESTIMADO	(AHORRO) SOBRECOSTO
			MAT Y EQUIPO	MAT. Y EQUIPO	MAT Y EQUIPO	MAT. Y EQUIPO	MR'S.	VALOR UNIDAD	MAT Y EQUIPO	MAT Y EQUIPO
			OBRA DE MANO	OBRA DE MANO	OBRA DE MANO	OBRA DE MANO		COSTO UNIDAD	OBRA DE MANO	OBRA DE MANO
			SUBCONTRATO	SUB CONTRATO	SUB CONTRATO	SUB CONTRATO		GLOBAL	SUBCONTRATO	SUBCONTRATO
			EQUIPO CONST	EQUIPO CONST	EQUIPO CONST.	EQUIPO CONST		H — H	EQUIPO CONST	EQUIPO CONST
			TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL		VOLUMEN	TOTAL	TOTAL

REPORTE SEMANAL DE OBRA DE MANO

PROYECTO _____ SEMANA Nº _____

CLIENTE _____ PERIODO _____

LUGAR _____ FECHA _____

INFORME No. _____ HOJA ____ DE _____

Nº ENTA	CONCEPTO	UNIDAD	ESTIMADO ORIGINAL Y ACTUAL				COSTO ESTA SEMANA			COSTO ACUMULADO			COSTO UNIDAD	H-H UNIDAD
			VOLUMEN ESTIMADO ALTERACION ACTUAL	COSTO ESTIMADO ALTERACION ACTUAL	H-H ESTIMADO ALTERACION ACTUAL	PROM/UNID H-H COSTO	VOLUMEN DESTAJO ADMON ACUMULADO	COSTO DESTAJO ADMON ACUMULADO	H-H DESTAJO ADMON ACUMULADO	VOLUMEN DESTAJO ADMON ACUMULADO	COSTO DESTAJO ADMON ACUMULADO	H-H DESTAJO ADMON ACUMULADO	DESTAJO ADMON ACUMULADO	DESTAJ ADMON ACUMULAD

FORMA SC-02 R-1

CAPITULO II

COSTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

CAPITULO II

COSTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

IMPORTANCIA DEL FACTOR HUMANO EN LOS COSTOS.

En el Capítulo IV se observaba que, si bien los recursos con que cuenta una empresa determinan las posibilidades de ésta para aprovechar las oportunidades que brinda el ambiente socio-económico, sólo la voluntad del grupo humano que la compone determina lo que la empresa realiza.

Los factores que determinan la productividad o eficiencia de la mano de obra en una empresa son:

a).- La competencia técnica, sea manual o intelectual, para ejecutar las labores que exige el puesto.

b).- La organización del trabajo, que determina el grado en que se aprovecha el tiempo empleado y el esfuerzo desarrollado.

c).- El grado de compromiso que siente el trabajador hacia la organización o empresa a que pertenece, y la compatibilidad entre sus objetivos personales y los de la empresa. Este factor psicológico determina el grado de esfuerzo en la realización del trabajo.

Si bien en las empresas industriales se han venido estudiando con cuidado y seriedad las relaciones laborales, en la industria de la construcción no se ha dado la importancia debida a este tema, quizá por el carácter transitorio de la mayor parte de las relaciones empresa-trabajador, característico de esta industria. Sin embargo, es evidente que la competitividad de una empresa constructora está determinada en gran parte por su política laboral en todos los niveles. Aún en operaciones

altamente mecanizadas, la eficiencia con que se operan las máquinas y el cuidado que se tiene en su conservación y mantenimiento determinan en gran medida los costos de construcción. Por lo tanto, la planeación del recurso humano en la empresa constructora debe ocupar un lugar preminente entre las tareas de la alta gerencia.

CARACTERISTICAS DEL MEDIO LABORAL.

A fin de establecer políticas adecuadas de reclutamiento, selección, capacitación y relaciones laborales, es indispensable conocer y analizar el medio laboral en su contexto social, económico y político.

En los países latinoamericanos es frecuente que la industria de la construcción opere en un medio laboral con grandes limitaciones técnicas. Con frecuencia el trabajador del campo tiene por primera vez acceso al trabajo industrial a través de la industria de la construcción. Ello se debe a la gran movilidad de ésta, a su operación en zonas no industrializadas, y a veces incomunicadas, y a la alta proporción de labores manuales que integran el proceso constructivo.

La industria de la construcción juega así un papel importante en el desarrollo industrial de un país, ya que en ella el trabajador manual tiene acceso por primera ocasión a la operación de máquinas que se escalonan en complejidad y proporcionan así una escala de oportunidades de capacitación técnica. Se deduce que las tareas de entrenamiento y capacitación deben tener un lugar prominente en la empresa constructora.

En las zonas de economía precaria y de mínimos niveles de capacitación profesional, los salarios de los trabajadores de la construcción tienden a ser muy bajos, regidos por la ley de la oferta y la demanda. Las leyes ordinariamente tienden a proteger a estos estratos sociales menos favorecidos, fijando salarios mínimos y prestaciones obligatorias. Aunque, desafortunadamente, las disposiciones legales no siempre tienen plena vigencia, desde el punto de vista de las dependencias oficiales contratantes de obras, debe procurarse el cumplimiento de dichas leyes y deben considerarse las estipulaciones legales al analizar los costos de la mano de obra.

LEYES DEL TRABAJO.

El ambiente político-laboral tiene su expresión en las leyes del trabajo. Aunque las leyes de cada país tienen características peculiares, muchas de ellas tienen aspectos comunes y estipulaciones semejantes. Con carácter ilustrativo, se transcribirán a continuación algunos Artículos de la Ley Federal del Trabajo del gobierno mexicano, que tienen repercusiones económicas importantes.

Artículo 20.- Se entiende por relación de trabajo, cualquiera que sea el acto que le dé origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona, mediante el pago de un salario.

Artículo 35.- Las relaciones de trabajo pueden ser para obra o tiempo determinado o por tiempo indeterminado. A falta de estipulaciones expresas, la relación será por tiempo indeterminado.

Artículo 58.- Jornada de trabajo es el tiempo durante el cual el trabajador está a disposición del patrón para prestar su trabajo.

Artículo 61.- La duración máxima de la jornada será: ocho horas la diurna, siete la nocturna y siete horas y media la mixta.

Artículo 66.- Podrá prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias extraordinarias, sin exceder nunca de tres horas diarias ni de tres veces en una semana.

Artículo 67.- Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con un ciento por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.

Artículo 68.- La prolongación del tiempo extraordinario que exceda de nueve horas a la semana, obliga al patrón a pagar al trabajador el tiempo excedente con un doscientos por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada, sin perjuicio de las sanciones establecidas en esta Ley.

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

Artículo 71.- Los trabajadores que presten servicio en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un veinticinco por ciento, por lo menos, sobre el salario de los días ordinarios de trabajo.

Artículo 73.- Los trabajadores no están obligados a prestar servicios en sus días de descanso. Si se quebranta esta disposición, el patrón pagará al trabajador, independientemente del salario que le corresponda por el descanso, un salario doble por el servicio prestado.

Artículo 74.- Son días de descanso obligatorio:

I.- El 1o. de enero;
II.- El 5 de febrero;
III.- El 21 de marzo;
IV.- El 1o. de mayo;
V.- El 16 de septiembre;
VI.- El 20 de noviembre;

VII. - El 1o. de diciembre de cada seis años, cuando corresponda a la trasmisión del Poder Ejecutivo Federal; y

VIII. - El 25 de diciembre.

Artículo 75. - En los casos del artículo anterior los trabajadores y los patrones determinarán el número de trabajadores que deban prestar sus servicios.
Los trabajadores quedarán obligados a prestar los servicios y tendrán derecho a que se les pague, independientemente del salario que les corresponda por el descanso obligatorio, un salario doble por el servicio prestado.

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

Artículo 80. - Los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de veinticinco por ciento sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones.

Artículo 82. - Salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo.

Artículo 83. - El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera.

Artículo 84. - El salario se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquiera otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo.

Artículo 85. - En el salario por unidad de obra, la retribución que se pague será tal, que para un trabajo normal, en una jornada de ocho horas, dé por resultado el monto del salario mínimo, por lo menos.

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

Artículo 90.- Salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo.

Artículo 94.- Los salarios mínimos serán fijados por las Comisiones Regionales y serán sometidos para su ratificación o modificación a la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

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

Artículo 137.- El Fondo Nacional de la Vivienda tendrá por objeto crear sistemas de financiamiento que permitan a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para adquirir en propiedad habitaciones cómodas e higiénicas, para la construcción, reparación, o mejoras de sus casas habitación y para el pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

LEY DEL SEGURO SOCIAL.

En la mayor parte de los países existen leyes tendientes a proteger la salud de los trabajadores y sus familiares que dependen económicamente de él. La protección se extiende a dichos familiares en los casos de muerte del trabajador, sea por accidente o en forma natural. En México, la Ley del Seguro Social establece el Seguro Social como servicio público nacional, con caracter obligatorio.

Dicha ley crea el Instituto Mexicano del Seguro Social, para la organización y administración de los servicios correspondientes a los

siguientes seguros:

a). - Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales;
b). - Enfermedades no profesionales y maternidad;
c). - Invalidez, vejez y muerte; y
d). - Cesantía en edad avanzada.

Los patrones de la industria de la construcción, antes de la iniciación de las obras, deben inscribirse en el Instituto, y están obligados a contratar como trabajadores, a obra determinada, eventuales o temporales, únicamente a aquéllos que ya hayan sido inscritos en el Seguro Social. Las cuotas son pagadas, en parte, por el trabajador y en parte por el patrón. Sin embargo, cuando el trabajador percibe el salario mínimo legal, el patrón debe pagar el total de la cuota respectiva. El monto de las aportaciones del patrón se estipulan como un porciento de las percepciones totales del trabajador, según se indican más adelante en el apartado relativo el salario real.

FONDO PARA LA VIVIENDA DE LOS TRABAJADORES.

En México, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores tiene encomendada la administración del Fondo a que se refieren los Artículos 136 y 137 de la Ley Federal del Trabajo, antes transcritos. De acuerdo con estos preceptos, las empresas deben aportar al Fondo el 5% sobre los salarios ordinarios de los trabajadores a su servicio. Estas aportaciones son gastos de previsión social de las empresas, y se aplican en su totalidad a constituir depósitos en favor de los trabajadores.

SALARIO DIARIO REAL.

Se denomina "salario diario real" la erogación total que efectúa el patrón por día de trabajo de un trabajador, en beneficio de éste. Expresado algebraicamente:

$$(SD)_R = \frac{\sum (PD)_A + \sum (PI)_A}{D_A}$$

siendo: $(SD)_R$ = Salario diario real

$(PD)_A$ = Pagos que se hacen directamente al trabajador durante un año de trabajo.

$(PI)_A$ = Pagos indirectos que se hacen a organismos o instituciones, en beneficio del trabajador, durante un año de trabajo.

D_A = Número de días laborables en un año.

1.- De acuerdo con la legislación mexicana, los pagos directos al trabajador deben incluír:

a).- Pago del salario diario establecido, durante los 365 días del año, es decir, incluyendo domingos y días de descanso obligatorio.

b).- Pago de aguinaldo equivalente a 15 días de salario.

c).- Pago del 25% del salario correspondiente al período de vacaciones. Considerando el mínimo de 6 días de vacaciones, esta prestación equivale a 1.5 días de salario.

Por lo tanto,

$$\sum (PD)_A = S\,(365 + 15 + 1.5) = 381.5\ S$$

siendo S = salario diario

2.- Los pagos indirectos, de acuerdo con la ley, comprenden:

a).- Cuota patronal al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), cuyo monto es como sigue:

a.1) $SS = 0.196875 \times \sum (PD)_A$

para trabajadores que perciben el salario mínimo

a.2) $SS = 0.159375 \times \sum (PD)_A$

cuando $\text{Sal.Mín.} < \sum (PD)_A / 365 < \$250$

a.3) $SS = 0.159375 \times 250 \doteq \$39.84$ / día

cuando $\sum (PD)_A / 365 \geq \$250$

b).- Cuotas al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda del Trabajador (INFONAVIT), cuyo monto es

$FV = 0.05 \times S$ por día

o bien $FV = 365 \times 0.05 \times S = 18.25\ S$ por año.

3.- Los días no laborables, con goce de salario, comprenden:

52	domingos
6	días de vacaciones
7	días festivos de descanso obligatorio.
65	días
- 2	días de vacaciones o festivos coincidentes con domingos (13/7 ≒ 2)
63	días.

De acuerdo con la Ley del IMSS, el patrón debe cubrir los salarios de los tres primeros días de una incapacidad por enfermedad no profesional. Se considerarán 3 días por año perdidos por enfermedad con goce de salario.

En consecuencia, el número de días laborables por año será:

$$D_A = 365 - 63 - 3 = 299$$

4.- Con base en las estipulaciones arriba señaladas, el salario diario real se calculará como se indica a continuación, cuándo se trabaja la jornada legal, sin tiempo extraordinario:

a).- $(SD)_R = \dfrac{381.5 \times S \times 1.196875 + 18.25\ S}{299} = 1.588\ S$

cuando S = salario mínimo

b).- $(SD)_R = \dfrac{381.5 \times S \times 1.159375 + 18.25\ S}{299} = 1.540\ S$

cuando $\dfrac{381.5}{365} \times S < 250$ y $S >$ mínimo

c).- $(SD)_R = \dfrac{381.5\ S + 365 \times 39.84 + 18.25\ S}{299} = 1.337\ S + 48.63$

cuando $\dfrac{381.5}{365} \times S \geq 250$

5.- El salario horario real, cuando se trabaja tiempo extraordinario (jornada mayor de 8 horas) será:

a).- $(SH)_R = \dfrac{[381.5\ S + 52(S/8)\ (2\ HE_2 + 3\ HE_3)] \times 1.159375 + 18.25\ S}{299 \times 8 + 52 \times (HE)}$

cuando el término encerrado en el paréntesis rectangular es menor de 250 x 365 = 91,250

siendo $HE_1^?$ = horas extra laboradas por semana comprendidas entre 0 y 9.

$HE_2^?$ = horas extra laboradas por semana en exceso de 9.

y HE = horas extra totales laboradas por semana (suponiendo que se trabaje el mismo tiempo extra todas las semanas del año)

$$b).- (SH)_{\alpha} = \frac{381.5\ S + 52(S/8)\ (2HE_1^? + 3\ HE_2^?) + 18.25\ S + 14542}{299\ x\ 8 + 52\ x\ (HE)}$$

Por ejemplo, en el caso a), si se laboran 2 horas extra por día, de lunes a viernes (HE = 10):

$$(SH)_{\alpha} = \frac{\left[381.5\ S + 52(S/8)\ (18 + 3)\right]\ x\ 1.159375 + 18.25\ S}{2392 + 520} = 0.2125\ S$$

RELACIONES COLECTIVAS DE TRABAJO

En la mayor parte de los países con régimen de libre empresa, la ley reconoce la libertad de coalición de los trabajadores, en sindicatos, para la defensa de sus intereses comunes. En consecuencia, las relaciones de trabajo dejan de existir entre el patrón y el trabajador individual, siendo sustituidas por relaciones colectivas entre patrón y sindicato.

Conviene, por lo tanto, conocer las bases legales de los sindicatos y los requisitos a que debe ajustarse la contratación colectiva, ya que ésta tiene importantes repercusiones económicas en el costo de la mano de obra. Citaremos a continuación los Artículos más importantes de la

Ley Federal del Trabajo en relación con este tema.

Artículo 356.- Sindicato es la asociación de trabajadores o patrones, constituida para el estudio, mejoramiento y defensa de sus respectivos intereses.

Artículo 357.- Los trabajadores y los patrones tienen el derecho de constituir sindicatos, sin necesidad de autorización previa.

Artículo 360.- Los sindicatos de trabajadores pueden ser:

I.- Gremiales, los formados por trabajadores de una misma profesión, oficio o especialidad;

II.- De empresa, los formados por trabajadores que presten sus servicios en una misma empresa;

III.- Industriales, los formados por trabajadores que presten sus servicios en dos o más empresas de la misma rama industrial.

IV.- Nacionales de industria, los formados por trabajadores que presten sus servicios en una o varias empresas de la misma rama industrial, instaladas en dos o más Entidades Federativas; y

V.- De oficios varios, los formados por trabajadores de diversas profesiones. Estos sindicatos sólo podrán constituirse cuando en el municipio de que se trate, el número de trabajadores de una misma profesión sea menor de veinte.

Artículo 386.- Contrato colectivo de trabajo es el convenio celebrado entre uno o varios sindicatos de trabajadores y uno o varios patrones, o uno o varios sindicatos de patrones, con objeto de establecer las condiciones según las cuales debe prestarse el trabajo en una o más empresas o establecimientos.

Artículo 387.- El patrón que emplee trabajadores miembros de un sindicato, tendrá obligación de celebrar con éste, cuando lo solicite, un contrato colectivo.

Artículo 388.- Si dentro de la misma empresa existen varios sindicatos, se observarán las normas siguientes:

I.-Si concurren sindicatos de empresa o industriales o unos y otros, el contrato colectivo se celebrará con el que tenga mayor número de trabajadores dentro de la empresa;

II.- Si concurren sindicatos gremiales, el contrato colectivo se celebrará con el conjunto de los sindicatos mayoritarios que representen a las profesiones, siempre que se pongan de acuerdo. En caso contrario, cada sindicato celebrará un contrato colectivo para su profesión; y

III.- Si concurren sindicatos gremiales y de empresa o de industria, podrán los primeros celebrar un contrato colectivo para su profesión, siempre que el número de sus afiliados sea mayor que el de los trabajadores de la misma profesión que formen parte del sindicato de empresa o de industria.

Artículo 404.- Contrato-ley es el convenio celebrado entre uno o varios sindicatos de trabajadores y varios patrones, o uno o varios sindicatos de patrones, con objeto de establecer las condiciones según las cuales debe prestarse el trabajo en una rama determinada de la industria y declarado obligatorio en una o varias Entidades Federativas, en una o varias zonas económicas que abarquen una o más de dichas Entidades, o en todo el territorio nacional.

Artículo 406.- Pueden solicitar la celebración de un contrato-ley los sindicatos que representen las dos terceras partes de los trabajadores sindicalizados, por lo menos, de una rama de la industria en una o varias Entidades Federativas, en una o más zonas económicas, que abarque una o más de dichas Entidades o en todo el territorio nacional.

Artículo 417.- El contrato-ley se aplicará, no obstante cualquier disposición en contrario contenida en el contrato colectivo que la empresa tenga celebrado, salvo en aquellos puntos en que estas estipulaciones sean más favorables al trabajador.

Artículo 418.- En cada empresa, la administracion del contrato-ley corresponderá al sindicato que represente dentro de ella el mayor número de trabajadores.

Los contratos colectivos de trabajo en la industria de la construcción generalmente se celebran entre las empresas y los sindicatos gremiales, aunque a veces se organizan también sindicatos de empresa. La cuestión de jurisdicciones sobre diferentes materias de trabajo es motivo frecuente de disputas entre sindicatos, que afectan desfavorablemente la productividad de la mano de obra. Los salarios que se pactan en forma colectiva generalmente son mayores que el mínimo legal, y las prestaciones que se otorgan a los trabajadores van más allá de las requeridas obligatoriamente por la ley. En consecuencia, debe investigarse acuciosamente el ambiente laboral en la región en donde se vaya a ejecutar la obra, a fin de determinar el costo real de la mano de obra y su nivel de productividad esperada.

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA.

La productividad se define, en los términos más sencillos, como el cociente de la producción entre la mano de obra. Cuando se trata de un proceso simple, con un solo producto susceptible de medirse, la productividad se define como "unidades de producto por hora-hombre insumida en el proceso".

Naturalmente, cuando se mejora un proceso, ya sea simplificándolo

usando herramientas y maquinaria más eficientes, la productividad aumenta. En este caso el aumento de productividad está asociado a la tecnología del proceso. Sin embargo, desde el punto de vista de la eficiencia humana, nos interesa estudiar las diferencias de productividad asociadas a una tecnología dada, en función de las características humanas de los trabajadores que efectúan el proceso. Este es el punto de vista que adoptaremos en este capítulo.

Existen diversos factores exógenos que afectan la productividad de la mano de obra. Uno de los más importantes es el clima. El calor o el frío excesivos y la lluvia o la humedad pueden tener efectos sumamente adversos sobre la productividad, al grado de que los trabajos tengan que suspenderse. Por ello, en climas extremos conviene prever la protección del espacio de trabajo contra el clima adverso, o bien la programación de la obra en tiempos con clima más benigno.

Otro factor exógeno de gran importancia es, como ya se dijo, el ambiente político-laboral en que deberá realizarse la obra. Los sindicatos a menudo fijan restricciones rígidas sobre la forma de realizar el trabajo y ejercen fuertes presiones sobre las empresas. Algunas de las reglas que afectan desfavorablemente la productividad son las siguientes:

a). - Prohibición de usar máquinas que reduzcan la mano de obra.

b). - Exigencia de trabajos innecesarios o de duplicación de un trabajo.

c). - Tiempo ocioso excesivo.

d). - Límites sobre la carga de trabajo de los obreros o sobre el número de máquinas que pueden operar.

e). - Exigencia de trabajadores no necesarios.

f). - Restricciones sobre las tareas que puede desempeñar un trabajador.

Es indispensable conocer todas estas limitaciones, cuando existen, en cada país o región específicos.

Consideremos ahora los factores endógenos de la productividad, asociados al grado de aprendizaje y experiencia del trabajador.

APRENDIZAJE Y EXPERIENCIA.

En la industria de la construcción es frecuente tener que entrenar en la obra al personal de nuevo ingreso, especialmente en los países en vías de desarrollo y en zonas rurales, en las que no exista personal calificado. A medida que aumenta el tiempo de entrenamiento o aprendizaje, aumenta la eficiencia o productividad del trabajador; sin embargo, la relación entre ambas variables no es lineal: al principio, la productividad aumenta rápidamente y después más lentamente, tendiendo a llegar a un límite que representa la "productividad normal" del trabajador en la especialidad o artesanía de que se trate. La curva que representa gráficamente la relación entre tiempo de aprendizaje y productividad se conoce como "curva de aprendizaje".

Existe otro tipo de aprendizaje, que está ligado a la ejecución de trabajos altamente repetitivos. En este caso, el tiempo de ejecución

de la tarea disminuye a medida que aumenta el número de repeticiones, sin que exista un límite para el aumento de productividad, al menos dentro de un rango bastante amplio de repeticiones. A la curva que representa gráficamente este fenómeno se le llama "curva de experiencia". Como se ve, la curva de aprendizaje se refiere a trabajos variados dentro de una misma especialidad o profesión, mientras que la curva de experiencia se refiere a un trabajo único e invariable que se repite muchas veces.

Ambos fenómenos se refieren a la relación entre práctica y eficiencia, aunque con características diferentes. Es indudable que en el contexto de una obra cualquiera, tienen lugar en forma alternada los dos fenómenos, de acuerdo con la naturaleza de dicha obra. No obstante, conviene estudiarlos por separado para estimar su influencia en una obra específica.

CURVA DE APRENDIZAJE.

El tiempo T que se requiere para el entrenamiento de un trabajador, hasta que se le pueda considerar como "operario promedio", ha sido estudiado en diversos países. La Tabla I, basada en material publicado por el Departamento de Trabajo de los EE.UU., da algunos valores de T y de las habilidades mínimas necesarias para diferentes tipos de trabajo aplicables a la industria de la construcción. Por supuesto, en

cada país o región socio-económica deberían realizarse estudios que condujeran a una tabla semejante a la mostrada.

Según las teorías de Estes, Hull y Spence, el aumento de productividad que se obtiene de cada nueva experiencia es una fracción constante de la cantidad que aún falta por adquirir. Combinando estas teorías con los datos de la Tabla I, puede postularse un modelo exponencial como el siguiente:

$$e = (a\ T)^g \qquad \text{- - - - - - - - - - - - - - - - - (1)}$$

siendo e = eficiencia expresada como % de la productividad normal

T = duración del entrenamiento necesario para alcanzar la productividad normal (aumentar e de 1% a 100%), en días de calendario.

a = fracción del tiempo T que ha transcurrido, en la que se alcanza la eficiencia e

$$g = \frac{2}{\log T} = \text{constante.}$$

La figura 24 representa en forma logarítmica la relación (1), para los valores de T mostrados en la Tabla I.

La eficiencia media (e_m) de un aprendiz en el período del día a T al día b T se puede obtener integrando e entre estos límites y dividiendo entre la longitud de dicho período:

$$e_m = \frac{(b\ T)^{g+1} - (a\ T)^{g+1}}{T(b - a)(g + 1)} \qquad \text{- - - - - - - - (2)}$$

TABLA I.- CATEGORIAS DE MANO DE OBRA DE CONSTRUCCION Y TIEMPOS DE ENTRENAMIENTO EN LA OBRA.

Grupo	Categoría	Habilidades Mínimas	Días
Todos	Todos	Debe poseer cuando menos una fuerza mediana (trabajar con objetos de 23 kg); buena capacidad para alcanzar, manipular, agacharse y arrodillarse; buena vista; ser capaz de trabajar en interiores o exteriores bajo condiciones extremas de temperatura y humedad. Debe obtener satisfacción de su trabajo en la producción rutinaria y repetitiva de objetos tangibles.	-
I	Trabajo inexperto, elemental.	Llevar a cabo instrucciones sencillas muy específicas, dadas oralmente o mediante el ejemplo. No se requiere ninguna habilidad para hablar, leer o escribir. No se requiere ninguna escolaridad.	10
II	Trabajo semi-experto, obreros generales y ayudantes.	Llevar a cabo instrucciones específicas, orales o escritas, de uno o dos pasos. Desenvolverse en situaciones ordinarias con sólo una o dos variables. Realizar sumas y restas sencillas. Escribir su nombre y leer documentos sencillos, tales como listas, direcciones y avisos de seguridad. Educación primaria elemental.	60
III	Operadores de equipo ligero; choferes de camión.	Llevar a cabo instrucciones detalladas, pero no complicadas, orales o escritas. Tratar problemas que involucren unas cuantas variables. Sumar, restar, multiplicar y dividir números enteros. Trabajar dentro de tolerancias. Entender comedias radiofónicas y revistas cinematográficas. Educación primaria.	100

(sigue)

(continúa)

TABLA I.- CATEGORIAS DE MANO DE OBRA DE CONSTRUCCION Y TIEMPOS DE ENTRENAMIENTO EN LA OBRA.

Grupo	Categoría	Habilidades Mínimas	Días
IV	Operadores de equipo pesado y operarios no especializados.	Llevar a cabo instrucciones orales, escritas o por medio de diagramas. Tratar problemas que involucran varias variables. Hacer cálculos con quebrados, decimales y porcentajes. Trabajar dentro de tolerancias. Comprender noticiarios y revistas de tipo familiar. Educación secundaria.	300
V	Operarios Especializados.	Puede aplicar los principios derivados de sistemas racionales para resolver problemas prácticos. Interpretar instrucciones variadas en forma oral, escrita, diagramática o de programas. Tratar problemas que involucran diversas variables. Puede usar procedimientos aritméticos, algebraicos y geométricos en aplicaciones prácticas ordinarias. Medir, verificar y trabajar dentro de tolerancias. Comprender programas radiofónicos del tipo de discusión, y revistas sobre oficios. Educación secundaria o preparatoria y alguna educación técnica.	1 000

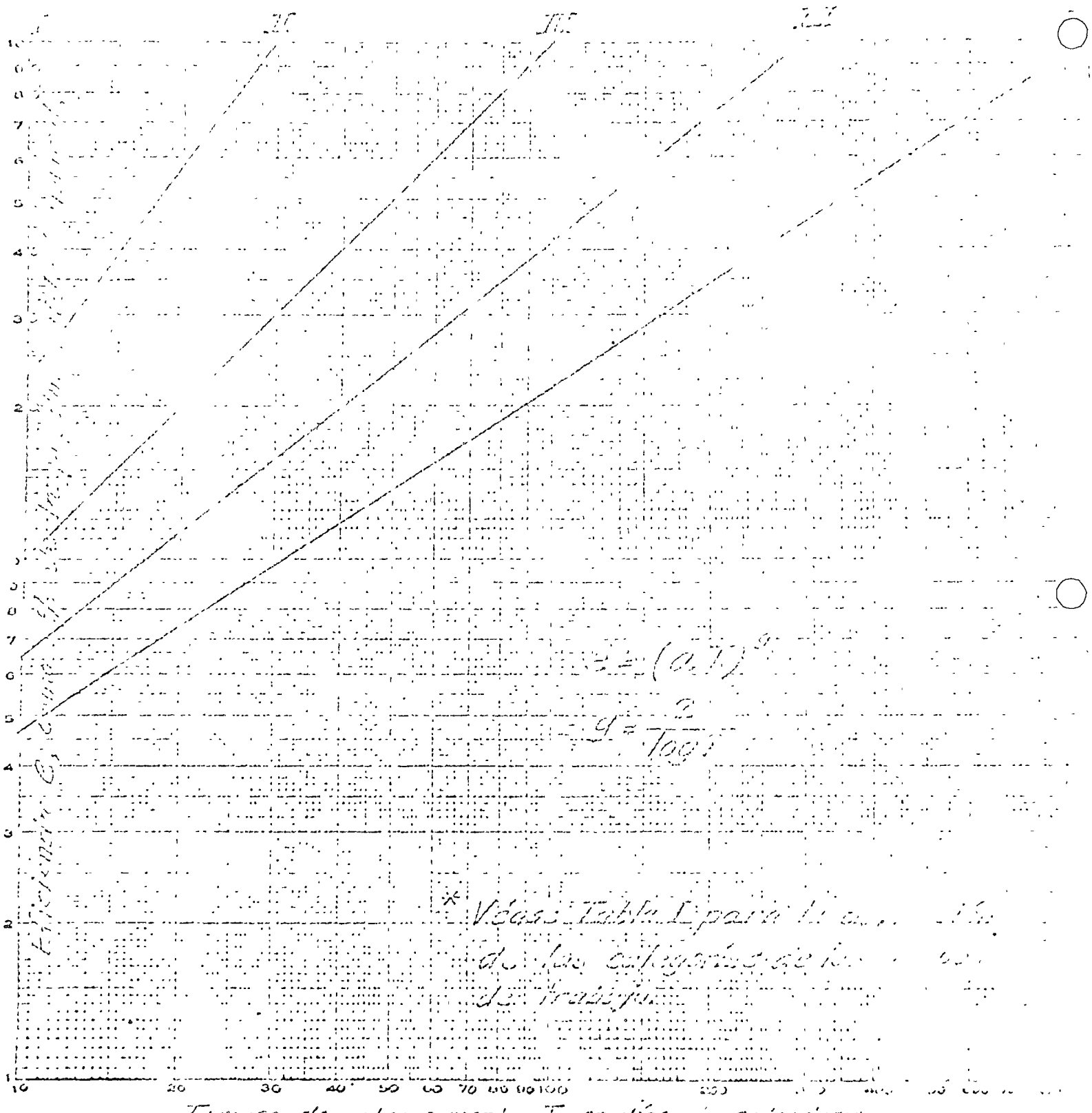


Fig. 24- CURVAS DE APRENDIZAJE.

o bien, $$e_m = \frac{(b\,T)\,e_f - (a\,T)\,e_i}{(b\,T - a\,T)\,(g + 1)} \quad \text{- - - - - - - -(2')}$$

siendo e_f la eficiencia final y e_i la inicial.

Ejemplo 1.-

Supongamos que se requieren 300 días de entrenamiento para alcanzar la productividad normal en una cierta actividad. Si se reclutan trabajadores con muy poca experiencia (digamos $e_i = 10\%$) y se entrenan en la obra durante 100 días, ¿cuáles son su eficiencia final y su eficiencia media?

De la figura 24 [o la ecuación (1)] $e_i = 10\%$, equivale a 15 días de entrenamiento.

Entonces, para a $T = 100 + 15 = 115$ días, $e_f = 46\%$

Según la ecuación (2'), la eficiencia media será:

$$e_m = \frac{115\,(46) - 15\,(10)}{100\,(1.81)} = 28\%$$

(siendo en este caso $g = 2/\log 300 = 0.81$)

Este valor de e_m puede utilizarse para comparar el costo de la mano de obra correspondiente, con el de mano de obra más eficiente, pero más cara, traída por ejemplo de otra región.

CURVA DE EXPERIENCIA.

Después de que un trabajador ha alcanzado la categoría de "operario promedio", si se le asigna una tarea especial de tipo repetitivo, su eficiencia aumenta progresivamente al repetir dicha tarea. Se ha encontrado que cada vez que se duplica el número de unidades producidas el tiempo medio acumulativo (TMA) por unidad se reduce en un porcentaje fijo (r x 100%) que se denomina "tasa decremental".

Al cabo de n duplicaciones de la producción, el número de unidades producidas es

$$N = 2^n \quad \text{- - - - - - - - - - - - - - - - - (3)}$$

y el tiempo medio acumulativo por unidad será:

$$(TMA) = r^n \quad \text{- - - - - - - - - - - - - - - (4)}$$

expresado como fracción del tiempo empleado para producir la primera unidad.

De (3) : $n = \dfrac{\log N}{\log 2}$

De (4) : $\log (TMA) = n \log r$

o sea, $\log (TMA) = \dfrac{\log r}{\log 2} \log N$

Llamando $p = \dfrac{\log r}{\log 2}$ - - - - - - - - - - - - (5)

$$\log (TMA) = p \log N \quad \text{- - - - - - (6)}$$

o bien, $$(TMA) = N^p \quad \text{- - - - - - - - - - (7)}$$

En papel logarítmico la ecuación (6) , o la (7), queda representada por una línea recta cuya pendiente es p y que se denomina "curva de experiencia". La Tabla II da los valores de p para diferentes valores de r, así como los valores del TMA para 10 y para 100 unidades, expresado como fracción del tiempo necesario para producir la primera unidad. La figura 25 representa las curvas de experiencia para los mismos valores de r.

El tiempo total necesario para producir N unidades será:

$$N \ (TMA) = N^{p+1} \quad \text{- - - - - - - - - - - - - - (8)}$$

y el tiempo para producir la i ésima unidad, como fracción del tiempo necesario para producir la primera, será :

$$t_i = i^{(p+1)} - (i-1)^{p+1} \quad \text{- - - - - - - (9)}$$

El valor del TMA correspondiente a una tasa decremental r y una producción de N unidades se designará por el simbolo $(TMA)^{r}_{n}$

La constante decremental r es mayor para operaciones en que predomina la mano de obra que para operaciones mecanizadas. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que las operaciones que son comunes en la profesión y que pueden considerarse como experiencias de caracter general, se rigen más por la curva de aprendizaje que por la curva de experiencia. Esta tiene especial aplicación a operaciones u obras completas de caracter único que se ejecutan repetidamente. Se ha observado, además, que r es mayor para tareas de tipo individual que para las

TABLA I.- VALORES DE "p" Y DEL T M A PARA DIVERSOS VALORES DE LA CONSTANTE DECREMENTAL.

Constante Decremental r (%)	Pendiente p	T M A 10 unidades	T M A 100 unidades	Constante Decremental r (%)	Pendiente p	T M A 10 unidades	T M A 1000 unidades
99	-0.0147	0.9667	0.9345	79	-0.3101	0.4570	0.2088
98	-0.0293	0.9348	0.8738	78	-0.3584	0.4381	0.1920
97	-0.0439	0.9039	0.8170	77	-0.3770	0.4198	0.1762
96	-0.0589	0.8732	0.7624	76	-0.3959	0.4019	0.1615
95	-0.0740	0.8434	0.7112	75	-0.4149	0.3847	0.1480
94	-0.0896	0.8136	0.6619	74	-0.4345	0.3677	0.1352
93	-0.1056	0.7860	0.6177	73	-0.4541	0.3515	0.1235
92	-0.1202	0.7582	0.5749	72	-0.4740	0.3357	0.1127
91	-0.1361	0.7310	0.5343	71	-0.4939	0.3207	0.1029
90	-0.1521	0.7045	0.4964	70	-0.5145	0.3058	0.0935
89	-0.1680	0.6792	0.4613	69	-0.5354	0.2915	0.0850
88	-0.1843	0.6542	0.4280	68	-0.5564	0.2777	0.0771
87	-0.2009	0.6297	0.3966	67	-0.5776	0.2645	0.0700
86	-0.2175	0.6060	0.3673	66	-0.5996	0.2514	0.0632
85	-0.2345	0.5828	0.3396	65	-0.6215	0.2391	0.0571
84	-0.2514	0.5605	0.3142	64	-0.6437	0.2271	0.0516
83	-0.2687	0.5386	0.2901	63	-0.6667	0.2154	0.0461
82	-0.2863	0.5161	0.2675	62	-0.6896	0.2044	0.0418
81	-0.3039	0.4967	0.2467	61	-0.7132	0.1936	0.0375
80	-0.3218	0.4766	0.2272	60	-0.7368	0.1833	0.0336



Fig. 25.- CURVAS DE EXPERIENCIA.

que se ejecutan por cuadrillas o grupos. La tabla III da algunos valores típicos de r, en operaciones constructivas de diverso grado de complejidad, que se obtuvieron en investigaciones hechas en Suecia y Finlandia.

Ejemplo 2.-

Para un viaducto, se requiere construir 100 estructuras de apoyo de concreto reforzado. En un proyecto anterior en que se construyeron 10 estructuras semejantes, se emplearon 1 000 H-h por estructura. Suponiendo que sea aplicable una curva de experiencia con $r = 0.9$, ¿cuántas H-h se requerirán para las 100 estructuras por construir?

Según la figura 25, $(TMA)_{10}^{.90} = 0.70$

Por lo tanto la M. de O. estimada para construir la primera estructura será: $1\,000/0.70 = 1\,500$ H-h

De la figura 25 nuevamente, $(TMA)_{100}^{.90} = 0.50$

Por lo tanto, para las 100 estructuras,

$$(H\text{-}h) = 0.50 \times 1\,500 \times 100 = 75\,000 \text{ H-h}$$

Sin considerar el efecto de experiencia, se hubiesen estimado

$$1\,000 \times 100 = 100{,}000 \text{ H-h}$$

Ejemplo 3.- (a resolver)

En una carretera se requiere la construcción de 52 alcantarillas. El frente de terracerías ha avanzado mucho respecto al de alcantarillas. Debido a la urgencia de poner en servicio el camino, el contratis...

TABLA III.- CONSTANTES DECREMENTALES PARA ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION.

DESCRIPCION	r x 100%
Estructuras completas de complejidad ordinaria, tales como edificios altos para oficinas o departamentos.	95
Elementos de construcción individuales que involucran muchas operaciones, tales como carpintería, obra eléctrica, plomería, armado de estructuras y concreto	90
Elementos de construcción individuales que involucran pocas operaciones, tales como mampostería, albañilería y pintura.	85
Construcción de elementos que requieren pocas operaciones ejecutadas en línea de ensamble, como la fabricación en campo de estructuras, tableros para cimbras y fierro de refuerzo.	80
Fabricación en planta de elementos constructivos tales como puertas, ventanas, gabinetes de cocina y piezas de concreto precoladas	90 - 95

consider a dos alternativas: 1) Establecer otros 2 frentes de construcción de alcantarillas; 2) establecer sólo un frente adicional y trabajar turno y medio en los dos frentes.

Supóngase que se han construído hasta la fecha 10 alcantarillas y que se ha observado una tasa decremental del orden de 85%. La M. de O. empleada en la construcción de las 10 alcantarillas ha sido de 80,000 H-h. Si se añaden 2 frentes, cada uno de ellos construirá 14 alcantarillas y el frente ya establecido construirá 24; si se añade únicamente un frente, éste construirá 21 alcantarillas y el frente original construirá 31.

Compárese la economía de ambas alternativas, suponiendo que el salario real se calcule de acuerdo con las fórmulas 4.a) y 5.b) del apartado respectivo.

TIEMPO EXTRA Y PRODUCTIVIDAD.

Es frecuente que para acelerar los programas de construcción se recurra a la extensión de la jornada de trabajo, mediante el pago de tiempo extra. En el último ejemplo del apartado anterior se supone que la productividad no varía por la extensión de la jornada de trabajo. Sin embargo, existe evidencia de que esta hipótesis puede ser falsa.

El uso del tiempo extra en forma sistemática se ha tratado de justificar por una o varias de las siguientes razones:

1) Como incentivo para atraer mano de obra escasa.

2) Acelerar la terminación de la obra.

3) Aprovechar los períodos de buen tiempo.

4) Atraer mano de obra a regiones alejadas o aisladas.

5) Aprovechar al máximo el equipo de construcción.

6) Cumplir el programa en espacios de trabajo reducidos.

7) Terminar en el menor plazo posible trabajos de emergencia.

Sin embargo, el uso sistemático del tiempo extra se ha objetado por las siguientes razones:

1) Salarios incrementados en mayor proporción que el tiempo adicional de trabajo.

2) Efecto desfavorable sobre la eficiencia y productividad de la mano de obra, al grado de que la cantidad total de trabajo realizado en la jornada extendida puede llegar a ser menor que el que se obtiene en la jornada normal.

3) Aumento del ausentismo, trastornos consiguientes para reorganizar las cuadrillas y pérdida de productividad.

4) Aumento desproporcionado en el número de accidentes de trabajo.

5) Inestabilidad en el mercado de mano de obra: Cuando un contratista recurre al tiempo extra para atraer personal, otros siguen el mismo camino y el problema de escasez de mano de obra se complica. Los trabajadores que no tienen tiempo extra tienden a trabajar menos para lograr que se les contrate también con tiempo extra.

6) El tiempo extra atrae trabajadores menos eficientes de otras areas.

Al final de este capítulo se anexa un artículo reciente que describe experiencias sumamente desfavorables que se han tenido con el tiempo extra en los Estados Unidos. Las condiciones en nuestros países son diferentes desde luego, pero vale la pena tener en cuenta las experiencias reportadas. Siempre que sea posible, debe evitarse el uso sistemático del tiempo extra. El verdadero propósito de éste es atender trabajos de emergencia o eventuales que deben terminarse en un plazo corto. La aceleración del programa de obra se logra más eficientemente recurriendo a dobles o triples turnos de trabajo.

CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD.

En la industria de la construcción es difícil establecer incentivos a la productividad semejantes a los que se establecen en otras industrias, debido al caracter transitorio de las relaciones obrero-patronales que predomina en esta industria.

No obstante, es práctica común de las empresas constructoras conservar su personal especializado (operadores de máquinas, soldadores, etc.) particularmente cuando el personal calificado es escaso. Durante los tiempos de espera entre obras, este personal se dedica a labores de mantenimiento y a realizar trabajos auxiliares, teniendo asegurado su salario en forma permanente. Durante los períodos de construcción, dicho personal recibe incentivos económicos adicionales en función de su productividad.

ALOJAMIENTO, TRANSPORTE Y ALIMENTACION.

Las actividades de construcción se realizan a menudo en lugares alejados de los centros urbanos. El contratista debe investigar la disponibilidad de mano de obra en las comunidades cercanas a los sitios de construcción y prever la forma en que conviene movilizar al personal.

Cuando existen servicios de transporte públicos que puedan utilizarse, generalmente corre por cuenta del personal transportarse hasta el sitio de la obra. Cuando no existen dichos servicios, el contratista puede optar por establecer su propio servicio de transporte, o bien establecer campamentos en los sitios de las obras. En estos casos, los gastos correspondientes deben tenerse en cuenta al estimar el costo de la mano de obra. El contrato colectivo exige a veces no sólo proporcionar transporte y/o alojamiento a los trabajadores, sino también considerar el tiempo de transporte dentro de la jornada de trabajo, lo que reduce la jornada útil y obliga a pagar tiempo extra.

A veces es necesario instalar servicios de comedor para los trabajadores. Aunque normalmente estos servicios se cobran, los costos que originan no siempre son totalmente recuperables a través de las cuotas que pagan los trabajadores. Los costos excedentes deben considerarse dentro del cargo por mano de obra.

OVERTIME IN CONSTRUCTION*

by
Weldon McClaun
The Construction Users Anti-Inflation Roundtable
71 Broadway
New York, NY 10006

One significant inflationary factor in construction costs is scheduled overtime operation, that is, scheduled overtime on a continuing basis. A task force of the Construction Users Anti-Inflation Roundtable has made a study of the effect of such scheduled overtime on cost and productivity of construction operations as well as upon the economy of the affected area.

This study related to the Construction Industry---in some ways conditions will vary from those found in many other industries. The work is somewhat different than most other production work.

- It is not machine paced
- It is not repetitive
- It is performed outside as well as inside and is influenced by weather.
- It involves hard physical labor

Overtime in construction work involves:

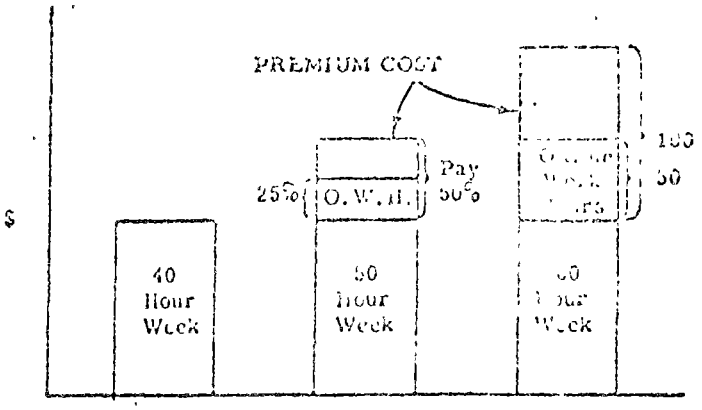
1. Any time worked in excess of 8 hours per day. With some crafts the regular working hours are less---electricians in New York have a 5 hour regular work day and any time worked in excess of 5 hours is overtime.
2. Any time worked prior to or following the established work day hours---an 8 hour period usually starting not earlier than 7 A.M. and ending no later than 5 P.M. This varies to some degree with the climate and geographical location. Continuing 2nd and 3rd shift work is generally exempt from this overtime requirement, but does involve some premium pay.
3. Any work on Saturday or Sunday regardless of the number of hours worked during the week. If a man works only on Saturday or Sunday, such work is considered overtime.
4. Work on any established holiday is overtime work normally at triple time.

The overtime discussed in this report is scheduled overtime, which is regularly scheduled work in excess of 40 hours per week, and/or on Saturday or Sunday, and is so scheduled for the duration of the job or a major portion thereof.

Scheduled overtime is not incidental overtime of short duration for economic reasons. It is not emergency overtime of short duration nor is it spot overtime for specific workmen to complete a concrete pour; or, to tie-in electrical work to an energized system; or, to tie-in piping to an operation system, etc.

In the construction industry, the hourly pay rate for overtime is predominately twice the regular hourly rate of pay. This double time rate is used for all cost calculations in this report.

If a job is scheduled to work 50 hours per week, the work hours are increased by 25% over a 40 hour week but the payroll is increased by 50%. Twenty percent of the total payroll for hours worked is a premium and represents pay for hours not worked.



If the job is scheduled for 60 hours per week, the hours of work are increased 50% over 40 hours per week but the payroll is increased by 100%. One third of the payroll for hours worked is premium pay for hours not worked.

There have been some studies made of the effect of hours of work on labor efficiency (which is defined as changes in output resulting solely from labor input). The studies date back to 1900 but very few have involved the construction industry. These few construction industry studies were compared with the other scientific data available and a high degree of correlation was found.

There are certain common factors which affect labor efficiency regardless of background. These factors are:

1. Overtime schedules have a very substantial effect on the productivity of workmen. Scientific studies indicate that workmen expend energy at an established pace determined by long periods of adaptation. A change in hours of work promotes an adjustment of pace. This adjustment is also related to and affected by normal fatigue.
2. A reduction of the economic concern of workmen, additional fatigue reaction of individuals and various combinations of these factors with other personal wants, materially increase absenteeism. Such absenteeism disrupts scheduled daily operations and reduces the efficiency of all crafts.
3. Studies of scheduled overtime operations show conclusively that there is an increase in injuries, both in absolute numbers and rate of incidence.

The effect of all these factors is always present on scheduled overtime jobs but may vary somewhat due to influences of the local labor climate, the quality of the labor available, the effectiveness of management, and other influencing factors affecting labor productivity. Overtime jobs are apparently more susceptible to jurisdictional disputes.

Scheduled overtime in construction has several disturbing effects. It disrupts the economy of the local area. It magnifies any apparent labor shortage. It materially reduces the productive output of labor and substantially

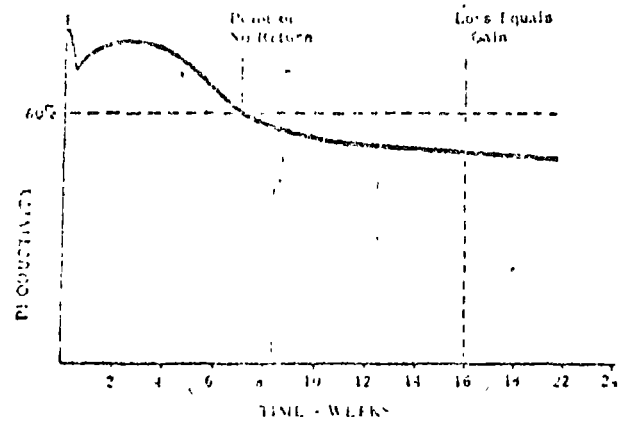
(Continued next Page)

*Presented before the Pittsburgh Section, AACE, 1972.

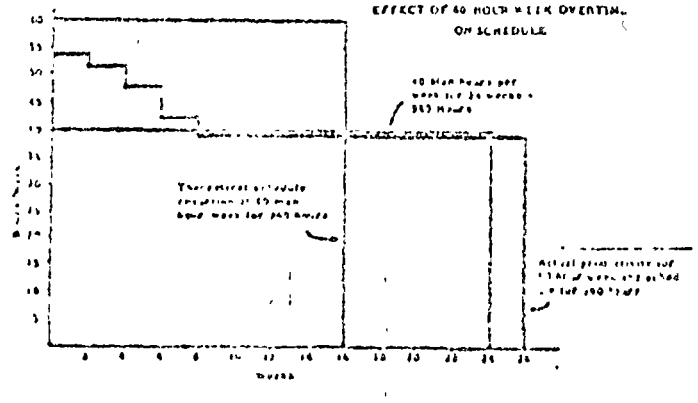
increases the labor cost of construction with no material benefit to the schedule.

The mobility of most of the labor force is restricted to a relatively limited economic area. If a major construction project in this area is placed on a scheduled overtime basis of operation, workers on other jobs will gravitate to the overtime job. The other jobs in the area are then presented the choice of overtime to hold their men and the auction is well on its way. The bidding process continues and rather quickly gets out of control.

When abundant overtime work prevails in an area, "job hopping" becomes a "way of life." The increase in absenteeism tends to accentuate labor shortages and aggravates any that already exist. If one craft is placed on overtime, other crafts frequently engage in a "slow down" to create an apparent shortage of workmen to obtain the same overtime schedule. Also most craft work agreements set up supporting workmen of other crafts which is frequently not available unless all members of the supporting craft on the job work the same overtime schedule. Such overtime operations will attract some additional workmen from outside the area but at tremendous cost and of questionable benefit.

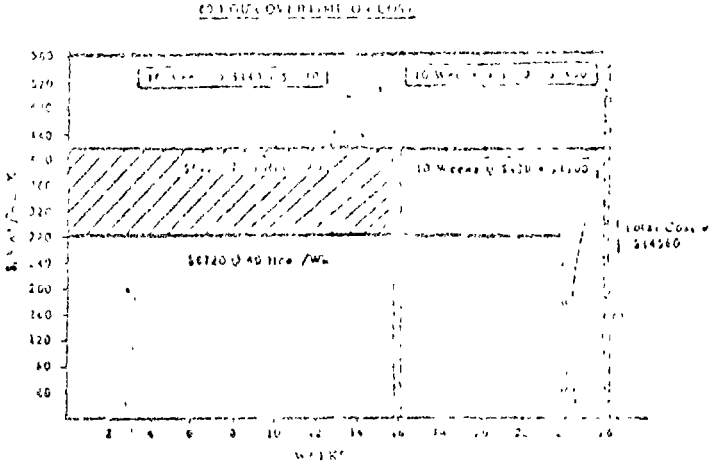


Studies indicate that when a job is placed on overtime there is a sharp drop in productivity during the first week with a substantial recovery which holds for about two weeks and is followed by a fairly steady decline. At the end of seven to nine weeks the productivity on an overtime basis is no greater than the productivity would be on a 40 hour week. In this period there is an increase in work accomplished of about 12%. After seven to nine weeks of operation, productivity continues to decline and the work accomplished is less than would have been accomplished on a 40 hour per week schedule. After 18 to 20 weeks there is no gain in total work accomplished.



A job requiring 24 weeks to complete at 40 hours per week is shown on this chart. If we want to complete the job in 16 weeks, a mathematical calculation of the hours of work involved would indicate a 60 hour work week would accomplish it.

Assuming we maintain the same number of workmen, actual accomplishment of work indicates the job would require 26 weeks due to the reduced productivity. This means we would actually lose two weeks in schedule time even though the mathematics indicate we could improve the schedule by 8 weeks.



Scheduled overtime work substantially increases construction costs. This chart shows the cost of the work on a normal schedule of 40 hours per week for 24 weeks.

If the job is scheduled for 60 hours per week for 16 weeks duration the cost per man is theoretically the same as for the 40 hour schedule. The cross-hatched area is the premium pay for overtime earned by workmen in excess of 40 per week.

However the productivity decreases, as we have found, and the job actually requires 26 weeks to complete. The dotted area is the straight time cost of the workmen for the extended schedule beyond the 16 week period.

The dark area at the top of the chart is the added premium time cost for the extended schedule. The total of the shaded areas represents the added cost to the job as compared to a straight time operation with no scheduled overtime. In this hypothetical case we would require 2 additional weeks to complete and increase the cost from $6720 per man at 40 hours per week to $14,560 per man at 60 hours per week, an increase in labor cost of 116%.

In most business operations, advertising, marketing, and distribution programs become integrated with construction schedules. Many times these factors become the overriding consideration and are frequently established before construction is started or very early in the construction program. Too often we do not realize the true cost of such a "locked-in" schedule and its effect on our operation and the local as well as national economy.

This chart reflects the inescapable reduction of reducing a 24-week schedule at 40 hours per week to a 16-week schedule at 60 hours per week. In dollars this changes the cost per employee from $6720.00 to $8960.00 or an increase in labor cost of 33⅓%. This is a mathematical certainty and assumes all other factors remain the same.

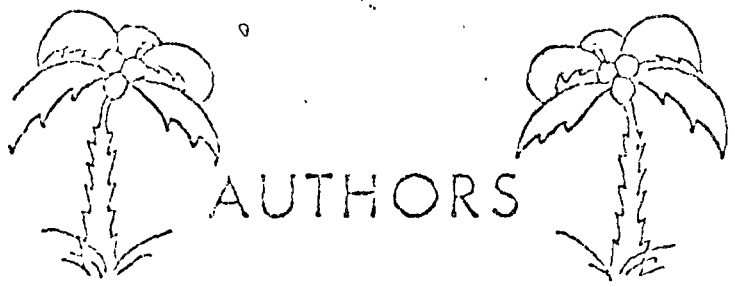
Due to the reduction in productivity, we must progressively add employees to compensate for the reduced productivity of all employees which we have a mandatory

rate. This sheet reflects the straight time cost of these employees and the labor cost per comparable unit of construction now becomes $10,716.00 for equivalent work and we must add the premium cost of overtime paid for the added employees in the amount of $1,000. In summary, this means that a six-month construction job at 60 hours per week which should cost $672,000 in labor, if operated for completion in 16 weeks would cost approximately $1,160,000.

This is a tremendous price to pay and many times may not be justified if realistic cost predictions are available in early planning stages of an undertaking. One obvious result is the continuing inflationary effect on already highly inflated construction costs.

Since 1965 excessive wage settlements have been a major factor creating inflation in the construction industry, and since 1967 these settlements have been astronomical. The inflationary effect of overtime operations has been a very significant additive.

A comprehensive survey of construction work performed by the N.C.A. during 1968 shows that construction overtime in this 16% of the total construction volume accounted for more than $200,000,000.00 of wage inflation. If this same ratio were true in the remainder of the construction industry, overtime alone would account for more than 1 billion dollars of additional wage inflation in 1968. We have no valid statistics to establish anything beyond the $200MM figure, but we believe the figure for the total industry would be very substantial.



Now is the time to plan for presenting your paper in the sunny southland of California.

The Southern California Section of AACE is actively soliciting papers for the 18th Annual AACE Meeting to be held in Los Angeles on July 1, 2 and 3, 1974.

This is an excellent opportunity for you to actively participate in the advancement of your Association and to further your professional growth.

Please contact the Technical Program Chairman L. W. (Bill) Hedrick at:

Bechtel Power Corporation
PO Box 60860 Terminal Annex
Los Angeles, CA 90060
(213) 864-8011

to receive an information package for prospective authors.

Papers in all areas of Cost Engineering are required.

Cost Estimating
Cost Control
Construction Management
Manufacturing Cost Applications
Scheduling
Computer Applications

FUTURE AACE MEETINGS

1974—Regency Hyatt Hotel,
Los Angeles, CA
June 30—July 3

Local Arrangements Co-Chairmen
Mr. Dean E. Allen
Fluor Corporation Ltd.
2500 S. Atlantic Blvd.
Los Angeles, Ca. 90022

and

Mr. H. Jack Benens
Northrop Corporation
Aircraft Div.
3901 W. Broadway
Hawthorne, Ca. 90250

Technical Program Chairman
Mr. L. W. Hedrick
Bechtel Corp
P. O. Box 60860
Terminal Annex
Los Angeles, Ca. 90060

1975—Dutch Inn
Lake Buena Vista (Orlando), FL
June 29—July 2

Local Arrangements Chairman
Mr. Joseph A. Brown
935 Third St.
Merrit Island, FL 32952

1976—Sheraton-Boston Hotel
Boston, MA
July 26—July 29

1977—Milwaukee, WI

1978—Hotel St. Francis
San Francisco, CA
July 9—July 12

1979—Netherland Hilton Hotel
Cincinnati, OH
July 15—July 18

1980—Statler Hilton Hotel
Washington, DC
July 6—July 9

1981—TORONTO, ONT.

1982—HOUSTON, TX

1983—NEW JERSEY

1984—MONTREAL PQ

C A P I T U L O III

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

"INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION"

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

ING. EDGAR FERNANDEZ GOMEZ

INTRODUCCION:

La limitación de los recursos económicos de nuestro País, frente a las exigencias planteadas por su actual desarrollo, obligan al profesionista mexicano a la aplicación correcta de las técnicas de estimaciones de costos para tratar de aprovechar con el máximo grado de eficiencia las inversiones en vías de realización. El fin de hacer realidad este objetivo, es el propósito de este curso en el cual se han recopilado los diversos tipos de estimados y las técnicas de estimaciones desarrolladas por los expertos de la materia, para proporcionarlas a todos los interesados en este campo tan vasto que es la Ingeniería de Costos.

Hasta hace pocos años, se relegaba a los ingenieros únicamente a los aspectos técnicos de un proyecto, pero con el prodigioso desarrollo tecnológico de los últimos años, se ha visto la necesidad de contar con ingenieros especializados en los aspectos económicos de las empresas que proporcionen a la alta Gerencia, un panorama claro y preciso de las ventajas de un proyecto determinado.

Definiendo la Ingeniería de Costos, diremos que "Ingeniería de Costos es el campo de la Ingeniería, en el que se utilizan la experiencia y criterio del profesional en la aplicación de prin

cipios y técnicas científicas a los problemas de estimación de costos, control de costos y rentabilidad de inversiones".

Aries y Newton definen la Estimación de Costos como "El arte - basado en las relaciones empíricas y metódicas de predecir el futuro económico de un proyecto", aunque esto es relativamente nuevo, ya que los primeros análisis de costos de equipos, costos de capital, relaciones de capacidad entre las plantas, etc. comenzaron a ser publicados durante los años de 1948 y 1949.

La Estimación de 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, ya - que el éxito o el fracaso de una inversión se decide en gran -- parte, en las etapas de estudio y proyecto.

La estimación de costos es el primer renglón a considerar, y - uno de los más importantes es el estudio de factibilidad de un proyecto, los estudios de alternativas, las autorizaciones presupuestales, los programas financieros y prácticamente todas - las decisiones de la gerencia de una empresa, las cuales se basan en suposiciones respecto a los costos de ingeniería, construcción y operación.

Las estimaciones en Proyectos, han causado durante mucho tiempo

discrepancias en cuanto a seguir procedimientos uniformizados. Desde luego que es lógico que cada industria, empresa o entidad gubernamental establezca su propio procedimiento, pero también es lógico y correcto que se busque el camino apropiado para lograr la unificación y establecer un procedimiento para estimar cualquier tipo de proyecto.

Para el desarrollo de los estimados, se han analizado los diversos tipos de proyecto (Ver Fig. 1): urbano, infraestructura, - industriales, nucleares y especiales, y se encontró que en todos ellos, los conceptos, elementos y actividades son comunes a cualquier tipo de estos proyectos mencionados. También se observó que en algunos tipos predominan ciertas actividades, en otros no intervienen todas, pero se encontró que en proyectos industriales, intervienen todas las actividades.

El objetivo que se persigue es el de establecer y definir un Estimado de Costo: sus etapas básicas, sus conceptos, elementos, actividades, información básica, las tecnicas que se aplicarán - en su elaboración, metodología, niveles de detalle y exactitud - de los estimados.

Antes de continuar con el siguiente punto, se dará una secuencia en el desarrollo de un proyecto, definiendo los puntos principales:

PROYECTO

La realización o el estudio de una idea, desde su planteamiento hasta su ejecución, es decir, desde las fases de los estudios - definitivos, desarrollo de ingeniería básica, de detalle, procu ración, construcción y operación.

ESTIMADO DE COSTOS.

Conjunto de conceptos, elementos, actividades y subactividades que valuados correctamente, indican el monto de un proyecto.

CONCEPTO.

Concepto de un estimado, se refiere a los costos que generalmen te aparecen clasificados y agrupados como: Costos Directos e - Indirectos, a su vez, éstos se desglosan en elementos que se - - identifican como:

Costos Directos.

Elementos:

Materiales,

Equipos de Proceso,

Equipos de Construcción,

Mano de Obra,

Sub-contratos.

Costos Indirectos.

Elementos:

1 - Estudios

2 - Ingeniería básica

3 - Ingeniería de detalle

4 - Costos de supervisión

5 - Materiales de consumo

6 - Vigilancia

7 - Honorarios de contratistas

8 - Contingencias

9 - Seguros, Fianzas, Financiamiento.

El desglose anterior, sólo contiene los elementos - más importantes.

ACTIVIDADES DE UN ESTIMADO

Las actividades de cualquier estimado, se desglosan como sigue:

Actividades.

Civiles,

Mecánicas,

Eléctricas,

De instrumentación.

De esta forma, se puede seguir desglosando un Estimado de Costo, siendo el siguiente paso, subdividir en subactividades y así sucesivamente.

En cuanto a la agrupación de elementos para integrar los costos - directos e indirectos, los criterios existentes son muchos, aquí se hace notar que el orden establecido al desglosar y agrupar los elementos, nos ayudan para estimaciones y para control de costos, pero en todo caso, se pueden agrupar de la manera más útil para - quienes están acostumbrados a seguir otro ordenamiento.

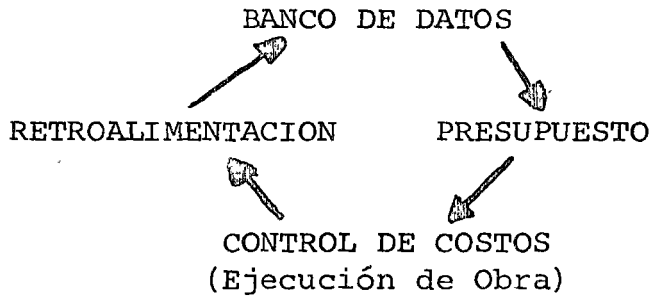
CICLO BASICO DE UN PRESUPUESTO O ESTIMADO.

Como hemos apuntado anteriormente, un presupuesto entre otros - muchos factores, está basado en estadísticas, registros de resultados, experiencias pasadas, todas ellas obtenidas de proyectos concluidos, realizados.

Si bien hemos de hablar de un ciclo de un presupuesto, esto es solamente en sentido figurativo, pues nunca o casi nunca un presupuesto se repite por iguales que sean las obras, ya que de una obra a otra cambiarán las condiciones, si se quiere en un mínimo, pero cambiarán. Supongamos las escuelas tipo que desarrolla el - comité constructor de escuelas, podrá tratarse de dos edificios - exactamente iguales, pero forzozamente tendrán que estar ubicados

en sitios distintos, posiblemente con diferencias en: la topografía del lugar, resistencia del suelo, climatología, etc., factores que reflejados en el presupuesto, arrojarán resultados diferentes. Es más, si a esto aunamos la diferencia en - tiempo en que se inicie una obra y otra, tendremos posiblemente diferencias en precios de materiales, en tabuladores de salarios, etc. (esto también por la diferencia en sitios de construcción).

Si hablamos del ciclo de un presupuesto, se refiere a que un - presupuesto estará basado en experiencias anteriores, registros de resultados, etc. Tratemos de esquematizar este ciclo:



A fin de que este ciclo pueda cumplirse, es esencial que entre las etapas enumeradas exista comunicación y continuidad, ¿ Como lograrlo?, identificando las partidas que forman un presupuesto, mediante un catálogo de cuentas. "Catálogo de Cuentas es un - sistema simbológico, generalmente numérico, que permite desglo-

sar e identificar lógica y uniformemente todos los conceptos - que intervienen en el costo de un proyecto o una empresa" y -- dependiendo de las necesidades se puede ampliar o simplificar utilizando la "Teoría del Abanico" como se demuestra en la figura O.

Trataremos de aplicar como se encuentran ligadas las etapas que integran el ciclo:

Empecemos por una cualquiera, ya que no tiene caso entrar en mayor discusión al respecto.

CONTROL DE COSTOS.- Como es sabido, Control de Costos, es la - disciplina de la ingeniería de costos, que se ocupa de confinar, limitar y regular los costos en que se incurren, en el desarrollo de un proyecto.

No entraremos en mayor detalle en lo que se refiere a control - de costos, unicamente tocaremos la parte respecto a la función que ejerce el presupuesto en su sistema.

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

Para efectuar esa comparación, es necesario confinar mediante -

el uso de un catálogo de cuentas los costos, reales de una manera tal, que permita efectuar esa confrontación con el presupuesto.

Esta tarea de confinar los costos le dá oportunidad a control de costos, de tener una constante vivencia del desarrollo del proyecto, por lo tanto, podrá formular observaciones al presupuesto, las cuales podrán soportarse con datos reales obtenidos directamente de la obra.

Estas observaciones, transmitidas mediante informes a quienes gestaron el presupuesto, constituye lo que en este caso se llama RETROALIMENTACION

Los datos contenidos en la retroalimentación, influirán en el estudio de futuros presupuestos, así como enriquecerán la ESTADISTICA general de resultados, la cual es fundamental para vertir en los presupuestos, el comportamiento mas probable de los factores que intervienen en ellos.

El hacer intervenir experiencias pasadas en el cálculo de un PRESUPUESTO, mediante los factores producto de la estadística, completa el ciclo de que estamos hablando.

OBJETIVO DEL ESTIMADO

En esta etapa se requiere conocer, qué es lo que se pretende

hacer o producir; como ejemplo para esta etapa, se desea estimar el proyecto para la construcción de un ferrocarril para - servicios de pasajeros o de carga, o se desea estimar el proyecto para la construcción de una planta industrial

METODO O PROCESO A SEGUIR

Se deberá plantear cual es el método a seguir para desarrollar el proyecto, o qué proceso se deberá seguir.

CAPACIDAD O TAMAÑO

En esta tercera etapa, se requiere definir la capacidad o tamaño del proyecto en cuestión.

LOCALIZACION

En esta etapa, se debe definir cuál es el lugar para realizar el proyecto. Esta información será útil para precisar condiciones, poder cuantificar costos de transportes, mano de obra, etc.

INSPECCION FISICA DEL LUGAR

Conocido el sitio de localización, viene esta etapa que propiamente es el principio de recolección de la información más importante para el estimado de costo de un proyecto; se deberán determinar condiciones de terreno, tipos, facilidades para tra

bajar, disponibilidad de mano de obra, servicios, etc. El grado de precisión y recolección de información dependerá del tipo de estimado a desarrollar.

ANALISIS DE LA INFORMACION

La información obtenida de la etapa anterior, será útil para - iniciar un análisis completo para la correcta elaboración del estimado de costo de un proyecto dado. Además de la informa-- ción anterior se deben analizar reportes, estudios, planos, listas de equipo y condiciones básicas con que se cuenten.

PLANEACION PRELIMINAR

Conocida la información disponible sobre el proyecto dado, se deberá planear todo lo relativo al Estimado, desde su propósito hasta el tiempo disponible, la exactitud esperada, el tipo de - estimado a desarrollar, personal necesario, la forma de presentación, etc.

PROGRAMACION

Con la información disponible de las etapas anteriores, es importante definir una buena programación de ruta crítica, es una ayuda muy valiosa en la elaboración de un estimado.

EJECUCION

Desde luego que un buen Estimado de Costo, se obtiene mediante la utilización y la interpretación de criterios correctos obte

nidos de las etapas anteriores, pero también es muy importante disponer de estimadores experimentados.

Los caminos para desarrollar un estimado de costo son variados; de hecho, cada grupo, compañía o cliente prefiere o solicita - un estimado de costos de un proyecto a su conveniencia.
De lo anterior, se puede decir, que el camino más recomendable es el de agrupar las actividades y subactividades en un orden - lógico. Hablando de estimados de costo de proyecto, el orden - lógico es el constructivo. Siguiendo el orden expuesto anteriormente, se puede disponer de un Estimado al cual se le puede dar la forma de presentación que se quiera.

PRESENTACION

En cuanto a la presentación de un Estimado de costo de un proyecto, existen muchas formas y como ya se dijo antes, cada empresa, grupo o estimador tiende a seguir un camino diferente.

CONCEPTOS, ELEMENTOS Y ACTIVIDADES

Ya en la introducción se han definido los conceptos, elementos - y actividades de un estimado típico; ahora solamente se tratará de indicar que el valor de un estimado de obra está formado - -

por un conjunto de Conceptos de Costos Directos e Indirectos. Estos Conceptos Directos e Indirectos son el resultado de sumar elementos que se han agrupado de tal forma que la suma de todos ellos muestren los costos directos e indirectos de que se compone un Estimado.

Es necesario mencionar que, el ordenamiento o división, obedece solamente a cierta comodidad en el manejo de datos, también se debe aclarar que la lista de elementos que aparece en la introducción no es exhaustiva.

Siguiendo con el desglose de un estimado de costo después de los elementos se pueden mencionar actividades que son: civiles, mecánicas, eléctricas y de instrumentación.

ALCANCE DEL TRABAJO

En este punto, se listan los aspectos que normalmente se requieren conocer para desarrollar un Estimado de costo típico;

a) Objeto del estimado

b) Rquerimientos de producto, capacidad o tamaño.

c) Especificaciones de servicios, necesidades de edificios o construcciones civiles. Necesidades de servicios, requerimiento de servicios auxiliares y generales. Necesidades de manejo y almacenamiento de materia prima y producto terminado.

LOCALIZACION

a) Sitio o lugar del proyecto o estimado típico

b) Descripción general del sitio.

c) Topografía del sitio.

d) Estudios diversos, hidrológico, mecánica de suelos, etc.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Diagrama de flujo aproximado (proceso y servicio)

Diagrama de flujo detallado (proceso y servicio)

LISTA DE EQUIPO

Aquí se incluyen las siguientes actividades:

a) Especificaciones preliminares de materiales y equipo.

b) Especificaciones definitivas.

c) Lista de recipientes y equipo

d) Distribución general

Preliminar

Detallado

EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS

Tipos de construcción y dimensiones aproximados:

Cimentación.

Esquemas arquitectónicos y diseño estructural

Arreglo general y elevaciones

Planos detallados.

REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS

Cantidades aproximadas, (vapor, agua, electricidad, etc)

Diagramas de flujo preliminares

Balance de calor definitivo

Diagramas de flujo cuantitativos y/o definitivos

Planos detallados

TUBERIA

Diagramas de flujo preliminares

Diagrama de flujo definitivos

Planos detallados

Lista de materiales

AISLAMIENTO

Especificaciones aproximadas

Lista preliminar de equipo y tubería por aislar

Especificaciones de aislamiento y lista de materiales.

INSTRUMENTACION

Diagrama preliminar

Lista preliminar de instrumentos

Diagrama de flujo con instrumentación, definitivo.

Planos detallados.

ELECTRICO

Capacidad total instalada

Tipo de instalación

Diagrama de bloques, indicando cargas en cada una de las áreas del proyecto.

Voltaje de transformación

Tamaño y tipo de motores

Areas a iluminar y niveles de iluminación

Diagrama unifilar preliminar indicando cargas y voltajes

Especificaciones preliminares de subestaciones

Lista preliminar de motores con sus tamaños.

Areas a iluminar y niveles de iluminación aproximada

Especificaciones de fuerza y alumbrado

Diagrama unifilar definitivo

Diagrama de subestaciones secundarias completas con centro de distribución.

Especificaciones de subestaciones

Lista de motores y equipos eléctricos con especificaciones completas.

Planos generales de alimentadores principales y secundarios, alumbrado de patios y sistema de tierras.

Planos de distribución de fuerza

Planos de distribución de alumbrados

Especificaciones de fuerza y alumbrado

Planos detallados para construcción.

TIPOS DE ESTIMADO Y SUS CARACTERISTICAS

Prescindiendo de la magnitud de un proyecto, un estimado de costos puede variar desde una "rápida" conjetura realizada sin ninguna información, exceptuando la capacidad del proyecto propuesto, a un estimado detallado preparado a partir de especificaciones y dibujos finales. Obviamente el grado de aproximación de un estimado variará considerablemente dependiendo de cuanto se conozca acerca del proyecto y qué tiempo y esfuerzo se emplee en la preparación del estimado.

Entre el estimado "rápido" y el detallado pueden distinguirse numerosos tipos, los cuales varían en aproximación dependiendo de la fase de desarrollo del proyecto. Los diversos tipos de estimados son conocidos por varios nombres, pero son esencialmente muy similares.

De acuerdo con Edmunds, hay seis tipos básicos de estimados usados por los Arquitectos e Ingenieros relacionados con la construcción de edificios:

1.- Estimado "rápido".- Este tipo de estimado usualmente se da al cliente como un Orden de Magnitud, solamente al comenzar las pláticas sobre un proyecto.

Se basa generalmente en experiencias obtenidas en trabajos similares, considerando costos por M², M³. o por sistemas completos. Frecuentemente se dá como información verbal.

2.- Estimado Original.- Este tipo de estimado es una extensión del "rápido", en elcual el estimador cuenta con el alcance del trabajo a desarrollar, pero basa su costo en su juicio y experiencia previas para determinar la probable extensión del trabajo.

El uso primordial es el de discutir el financiamiento preliminar y el de proveer una base para el presupuesto.

3.- Estimado Preliminar.- Para este tipo de estimado se dispone de información general. El alcance del trabajo generalmente ha sido delineado, el lugar seleccionado, se tiene las dimensiones y localización del o los edificios con mucha aproximación, se han definido claramente los materiales básicos y el -

equipo principal, aunque los detalles finales y la selección - exacta del equipo no se han completado.

4.- Estimado Oficial o de Presupuesto.- Para este tipo de estimado se dispone de la mayor parte de la información, planos y especificaciones. En esta fase se esperan sólo cambios menores - en el alcance o en el costo.

5.- Estimado Final o Definitivo.- Para este tipo de estimado se dispone de toda la información, planos y especificaciones, se dispone también de la oferta ya firmada o de las órdenes de compra, así como de las cotizaciones de los subcontratistas.

6.- Estimado Revisado.- En este tipo de estimado se hace una revisión de las alteraciones en el alcance del trabajo aprobado por el cliente y se incluye una revisión a las sumas asignadas a - las diferentes cuentas con los datos de costo de campo. Este tipo de estimado es muy frecuente en el contrato por administración y es particularmente importante para el cliente en la evaluación de las alteraciones propuestas al alcance del trabajo, así mismo nos dá una visión de los ahorros o sobrecostos comparando los precios presupuestados con los precios revisados.

La Asociación Americana de Ingenieros de Costos, ha propuesto la siguiente clasificación de los tipos de estimados:

1.- Estimado de Orden de Magnitud.- Este tipo de estimado se puede preparar con muy poca información y el porcentaje de desviación es de más del 30%.

Información necesaria:

a) Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiera producir.

b) Información general sobre el proyecto.

c) Localización casi definida.

Propósito:

Se usa en decisiones ejecutivas sobre la factibilidad de un proyecto y antes de justificar un estudio más detallado.

2.- Estimado de Estudio.- Este tipo de estimado se prepara con una información mayor que el de Orden de Magnitud, básicamente es una comparación de posibles alternativas, el porcentaje de desviación es de $\pm$ 30%.

Información necesaria:

a) Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiera producir.

b) Información general sobre el proyecto.

c) Dimensiones aproximadas de edificios, equipos, etc. (En general de partidas mayores).

d) Localización casi definida.

Propósito:

Se usa en decisiones ejecutivas sobre la factibilidad de un proyecto y antes de justificar un estudio más detallado.

3.- Estimado Preliminar.- Este tipo de estimado generalmente es el paso posterior a un estimado de estudio, basado en una mayor cantidad de datos, su desviación es de ± 20%.

Información necesaria:

a) Tipo, capacidad, calidad de lo que se quiera producir.

b) Necesidades aproximadas de servicios, almacenamiento y manejo.

c) Diagramas de flujo preliminares, distribución de áreas.

d) Tipo, tamaño y materiales de construcción de edificios y equipos.

e) Necesidades de espacio de edificios.

f) Localización especificada y condiciones generales definidas.

Propósito:

Se usa para ofertas de presupuesto, como primer estimado - de un proyecto y para asignación de fondos en el presupuesto de un proyecto.

4.- Estimado Definitivo.- Este tipo de estimado se basa en datos e información casi completos, faltando únicamente por determinar algunos detalles de dibujos y especificaciones, su desviación es de ± 10%.

Información necesaria:

a) Capacidades de producción definitivas.

b) Necesidades definitivas de servicios, almacenamiento y manejo.

c) Diagramas de flujo y distribución finales de cada área o sistema.

d) Lista completa de equipo con especificaciones.

e) Especificaciones de tuberías, estructuras, acabados, etc.

f) Planos arquitectónicos preliminares para los proyectos - de construcción con los accesorios especificados, calefacción, acondicionamiento de aire, etc.

g) Localización definida de la planta, información local - sobre facilidades.

Propósito:

Se usa para solicitud de presupuesto o para establecer el precio de un contrato.

Para establecer el formato para los reportes de costos finales, para ayudar en la contabilidad, dar información sobre los costos reales, para utilizarse en estimados - futuros y para obtención de financiamiento del proyecto.

5.- Estimado Detallado.- Este tipo de estimado se basa en una - Ingeniería completa con dibujos y especificaciones totalmente terminados, su desviación es de ± 5%. su integración se - muestra en las tablas 1,2,3 y 4.

Información necesaria:

a) Ingeniería de detalle terminada
b) Programa de proyecto establecidos
c) Ofertas de subcontratistas

Propósito:

Establecer un precio de contratación.

En la figura No. 2 se muestra el porcentaje de desviación de cada uno de los diferentes tipos de estimados, según la clasificación de la Asociación Americana de Ingenieros de Costos.

METODOLOGIA DE ESTIMACION DE COSTOS.

Habiendo clasificado los diferentes tipos de estimados y después de estudiar sus principales características, veremos ahora algunos de los diferentes métodos existentes para la elaboración de cada uno de ellos, desde luego el método a aplicar depende de la información disponible, del tipo de estimado que se desee, de la precisión esperada y del tiempo disponible para su elaboración.

Método de los Seis Décimos.- Es uno de los métodos más conocidos, y se usa ampliamente para estimados de orden de magnitud, consiste básicamente en multiplicar el costo conocido de una planta de proceso por la relación de capacidad, elevada a un exponente que generalmente es de 0.6, la expresión matemática se demuestra en la figura No. 3.

Estudiando este método más detenidamente, algunos autores han precisado un exponente específico para diferentes productos y procesos, según se muestra en la Fig. 4.

Método de Coeficientes o Relaciones.- En general estos métodos se aplican en la elaboración de estimados de Orden de Magnitud, los más usuales son los siguientes:

a) Método gráfico capacidad-costo.- En este método se utiliza información obtenida de plantas similares, graficando capacidad contra costo, hay que hacer correcciones por circunstancias especiales, tales como la disponibilidad o ausencia de infraestructura, se pueden considerar estimaciones promedio, así como niveles de estimación altos y bajos, el resultado será una familia de curvas o de rectas, cuando se utilice papel logarítmico. (Ver Figura No. 5).

b) Costo por M2 ó M3 de construcción, por relación de costo - de equipo contra mano de obra.- El primer método es muy - usado en la estimación de edificios, en donde el costo por M2 ó M3 es desde luego, por cada piso construído, hay que hacer correcciones por tipo de cimentación, acabados, etc. el segundo método se utiliza cuando se dispone de costos de equipo, en este último método la relación de equipo contra mano de obra varía de acuerdo con el tipo de equipo - de que se trate.

Hay que tener en consideración què la inversión de un proyecto no varía en forma directamente proporcional al tamaño del mismo, generalmente la inversión unitaria por tone-

lada disminuye a medida que aumenta la capacidad de la planta, este concepto se conoce como (Economía de Escala). (Ver Figura No. 6).

Método del Factor de Lang.- Este método se basa en las co-relaciones de costo total del equipo de proceso investigadas por el Dr. - Lang y consiste básicamente en la aplicación de un factor al costo total del equipo, el cual varía, según la naturaleza de la planta y el proceso de que se trate.

La expresión de este método es la siguiente:

$C_t = f_L * E$ donde:

C_t = Costo total

f_L = Factor de Lang

E = Costo del equipo.

Los factores de Lang para diferentes tipos de plantas, se - - muestran en la Figura No. 7.

Método de Detalle.- Con pequeñas variaciones se puede usar para - estimados definitivos (± 10%) o para estimados detallados (± 5%)

Equipo:

a) Obtener cotizaciones preliminares o en firme de los proveedo

res y/o de los subcontratistas.

b) La mano de obra, se calcula en base a Horas-Hombre o tomando costos unitarios de instalación, para equipos similares obtenidos en otras plantas.

Materiales:

c) Se obtienen cantidades aproximadas y se valúan, los precios unitarios base deben estar de acuerdo con especificaciones.

d) La Mano de Obra se calcula igual que para equipo.

Para Edificios:

e) Se obtiene las cantidades aproximadas de concreto, acero estructural, acabados, etc. y se valúan en base a precios unitarios.

f) Se valúan detalladamente los accesorios.

Se aplican factores por localización y tiempo, si son necesarios.

Los costos indirectos deberán ser incluídos sólo cuando el alcance esté completamente definido.

NOTA: Para estimados detallados, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1.- Las cotizaciones de equipo y materiales deben obtenerse en firme.

2.- Las listas de materiales deben obtenerse de planos y especificaciones definitivos.

3.- Los costos indirectos se calculan en detalle, para evitar omisiones se recomienda tener una lista que abarque todos los costos indirectos y aplicar los que correspondan al proyecto en estudio.

Método Modular.- Este método de estimación se basa en la agrupación de elementos de costo que tienen características similares y guardan relaciones comunes entre si. Cada módulo puede ser integrado o combinado con otros módulos, suministrando de este modo un estimado de material y mano de obra (M & L) consistente en términos de costo.

Esta es una de las últimas técnicas desarrolladas para evaluaciones económicas.

En la tabla No. 5, se muestra la aplicación del concepto del módu

lo, todos los elementos mayores de costo están agrupados en sus distintos módulos, cinco directos y uno indirecto, como se indica a continuación:

1.- Procesos Químicos

2.- Manejo de Sólidos

3.- Acondicionamiento del lugar

4.- Edificios industriales

5.- Servicios auxiliares

6.- Indirectos del Proyecto.

Todos los módulos de procesos químicos se integran combinando - siete elementos primarios de costo:

1.- Costo de equipo L.A.B. planta

2.- Costo directo de materiales

3.- Costo directo de mano de obra

4.- Costo directo de materiales y labor

5.- Costos indirectos

6.- Costo simple del módulo

7.- Costo total del módulo

Está basado también en 14 elementos de costo secundarios, divididos en Costo Directo de Materiales de Campo, Costo de Instalación

e Indirectos:

a) Materiales de compra.

1.- Tubería

2.- Concreto

3.- Acero

4.- Instrumentos

5.- Eléctrico

6.- Aislamiento

7.- Pintura

b) Costo de Instalación.

8.- Erección de materiales

9.- Erección de equipo.

c) Indirectos.

10 - Fletes, seguros e impuestos

11 - Administración de construcción

12 - Ingeniería y procuración.

13 - Contingencias

14 - Honorarios del contratista

Los elementos primarios establecen las claves de las relaciones y la estructura del costo del estimado, los elementos secundarios absorben los detalles cuando es necesario para el desarrollo del proyecto. En la figura No. 8 se muestra un módulo para manejo de sólidos.

Los factores mostrados se obtuvieron del análisis de 42 proyectos de plantas de proceso.

CONCLUSIONES.

1. Se han enunciado los diversos tipos de estimados estableciendo la aproximación de cada uno de ellos.
2. Como se ha indicado al principio de esta plática, se deberá seguir un orden establecido en la preparación de los estimados, que redundará en un ahorro de tiempo y costo, ya que de esta forma se disminuirán las horas empleadas en la revisión y aprobación del estimado.
3. Se debe determinar con cuidado el uso que se le dará al estimado para usar la técnica más adecuada.
4. La técnica de estimación que se seleccione debe:

   I - Aplicarse sistemáticamente utilizando información confiable.

   II- Ser flexible en sus aplicaciones.

   III- Proporcionar la exactitud requerida.

5. Se debe tener presente que el grado de exactitud de un estimado depende la información de que se disponga y el tiempo y el presupuesto con que se cuente para su preparación.
6. El método de los Módulos siendo una variación más elaborada de los métodos descritos anteriormente es, en opinión personal, la técnica más flexible hasta el momento, pero requiere para su aplicación de: Información existente confiable, lo

cual se puede obtener con un Control de Costos perfectamente establecido, y el uso adecuado de un Catálogo de Cuentas.

BIBLIOGRAFIA.

1 - HANS J. LANG.

Engineering approach to Preliminary Cost Estimates, Cost Engineering in the Process Industries, Mc Graw-Hill Book Company, Inc.

2 - ARIES AND NEWTON.

Chemical Engineering Costo Estimacion, Mc Graw-Hill Book Company, Inc.

3 - H. CARL BAUMAN.

Fundamentals of Cost Engineering in the Chemical Industry, Reinhold Publishing Co.

4 - KENNETH M. GUTHRIE.

Capital Cost Estimating, Chemical Engineering, March 24,1969

5 - ING. GUILLERMO LOPEZ MELLADO.

Revista No. 2 de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Costos. Campos de Acción y algunas aplicaciones de la Ingeniería Económica.

6 - ING. RUFINO GUZMAN PASGADO.

Los costos en la Industria de la Construcción.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

7 - O. T. ZIMMERMAN.

Elements of Capital Cost Estimation, Cost Engineering.

October, 1968.

8 - JOHN E. HASELBARTH

Updated Investment Cost for 60 types of Chemical Plants,

C.E. Cost. File No. 132

9 - NEW RATIOS FOR ESTIMATING PLANT COSTS, C.E. Cost File

Sept. 30, 1963

10 - ING. FRANCISCO MONDRAGON M.

ING. ANUAR KARAM A.

Estimación de Costos de Plantas de Proceso

Memoria del Primer Congreso Nacional de Ingeniería de Cos

tos.

11 - HERBERT POPPER.

Modern Cost Engineering Techniques

Mc. Graw-Hill Book, Inc.

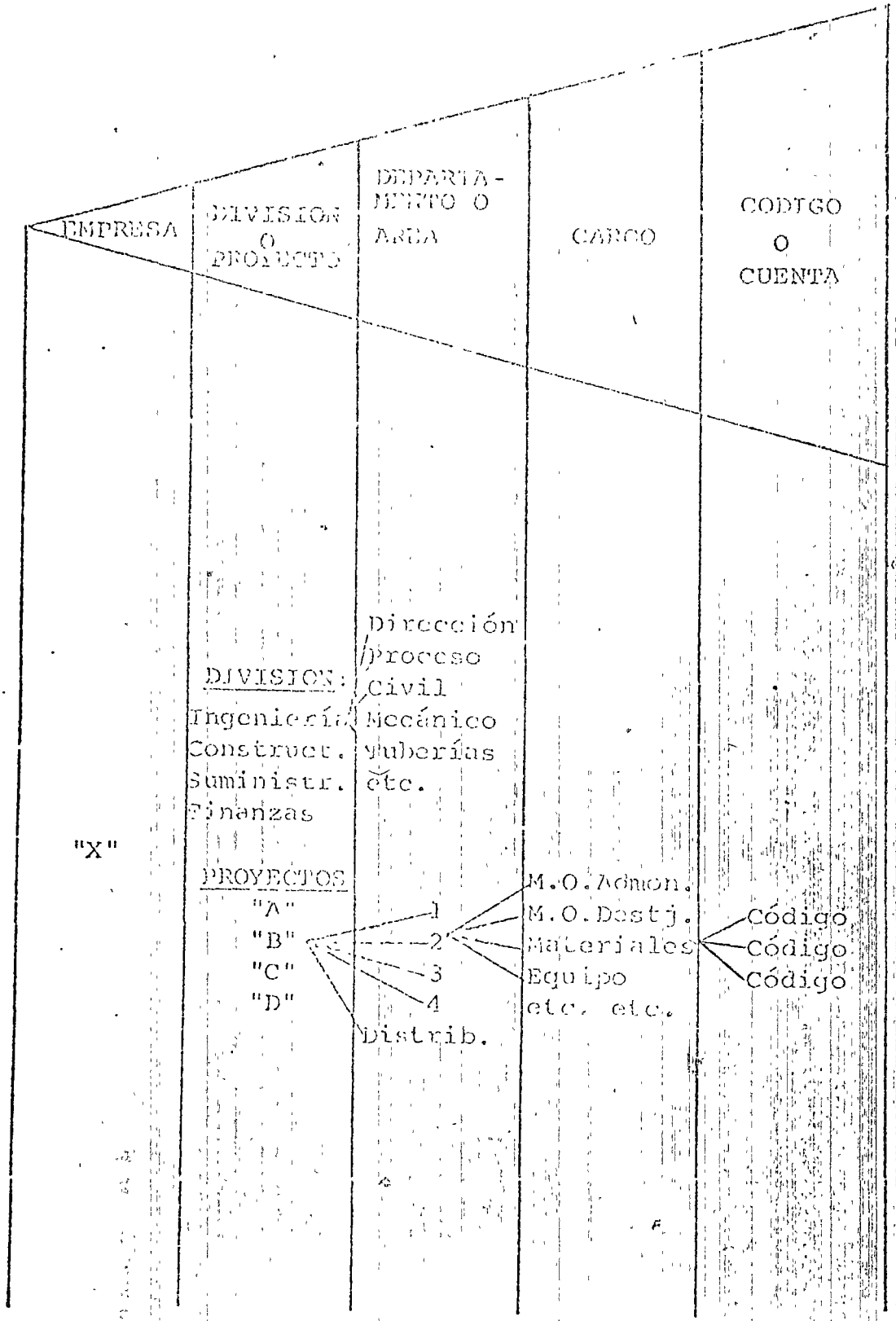
12 - KENNETH M. GUTHRIE

Rapid Calc. Charts.

C.E. Enero de 1969

13 - ING. ERNESTO RIOS M.

Estimados de Orden de Magnitud.



"TEORIA DEL ABANICO"

Figura No. 0

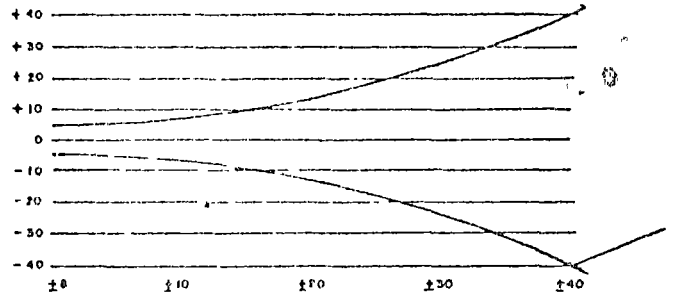
TIPOS DE PROYECTOS

- (1) URBANOS
  - SERVICIOS
  - COMERCIALES
  - HABITACION
- (2) INFRAESTRUCTURA
  - COMUNICACIONES
    - PUENTES
    - CAMINOS
    - AEROPUERTOS
    - FERROCARRILES
    - TELECOMUNICACIONES
  - OBRAS HIDRAULICAS
  - OBRAS MARITIMAS
  - ENERGIA ELECTRICA
    - GENERACION
    - TRANSMISION
    - DISTRIBUCION
  - CONDUCCIONES
    - (Oleoductos, Gasoductos, etc.)
- (3) INDUSTRIAL
  - MANUFACTURERA
  - PETROQUIMICA
  - PROCESO
    - METALURGICA
    - QUIMICA
    - EXTRACCION
- (4) NUCLEARES
- (5) ESPECIALES

FIGURA No. 1

GUIA DE INFORMACION PARA LA ESTIMACION DE COSTOS

(a) Estimado Detallado
(b) Estimado Definitivo
(c) Estimado Preliminar
(d) Estimado de Estudio
(e) Estimado Orden de magnitud



	a	b	c	d	e
LOCALIZACION Y DESCRIPCION	●	●	○	●	
LUGAR					
Capacidad de carga del terreno	●	●	●		
Plano General y Topografico	●	●			
Localizacion Caminos F C , etc.	●	●			
Detalle de Desarrollo del lugar	●				
DIAGRAMA DE FLUJO					
Preliminar		●	●	○	
De detalle	●				
LISTA DE EQUIPO					
Preliminar con dimensiones y Materiales			●	●	
Especificaciones detalladas	●	●			
Arreglo preliminar		●	●		
Arreglo detallado	●				
EDIFICIO Y ESTRUCTURA					
Tipo y Dimensiones			●	●	
Cimentacion Preliminar		●	●		
Plantas y elevaciones	●	●			
Ingenieria de detalle	●				
SERVICIOS					
Cantidades				●	
Diagrama de flujo preliminar			●		
Balance de energia	●	●			
Diagrama de Detalle	●	●			
TUBERIA					
Diagrama Preliminar			●	●	
Diagrama de Detalle		●			
Plantas, Elevaciones isometricas	●				
INSTRUMENTACION					
Lista preliminar			●		
Especificaciones y Diagramas	●	●			
Dibujos finales	●				
ELECTRICO					
Lista de Motores			●	●	
Subestaciones, e iluminacion	●	●	●		
Diagrama unifilar	●	●			
Dibujos finales	●				
AISLAMIENTO					
Especificaciones e identificacion de equipo	●	●			
HORAS-HOMBRE					
Ingenieria y Dibujo	●	●	●	●	
Mano de Obra por Especialidad	●				
Supervision	●				
ALCANCE TRABAJO					
Producto, Capacidad, Localizacion				●	●
Materias primas, Servicios y Almacenamiento	●	●	●	●	●

FIGURA Nº 2

METODO DE LOS SEIS DECIMOS

$$C_T = C\ r^{0.6} + ipc$$

C_T = Costo total

C = Costo conocido de una planta corregida por índice de costo

r = Relación de capacidades de las plantas

ipc = Intereses durante el período de construcción

FIGURA No. 3

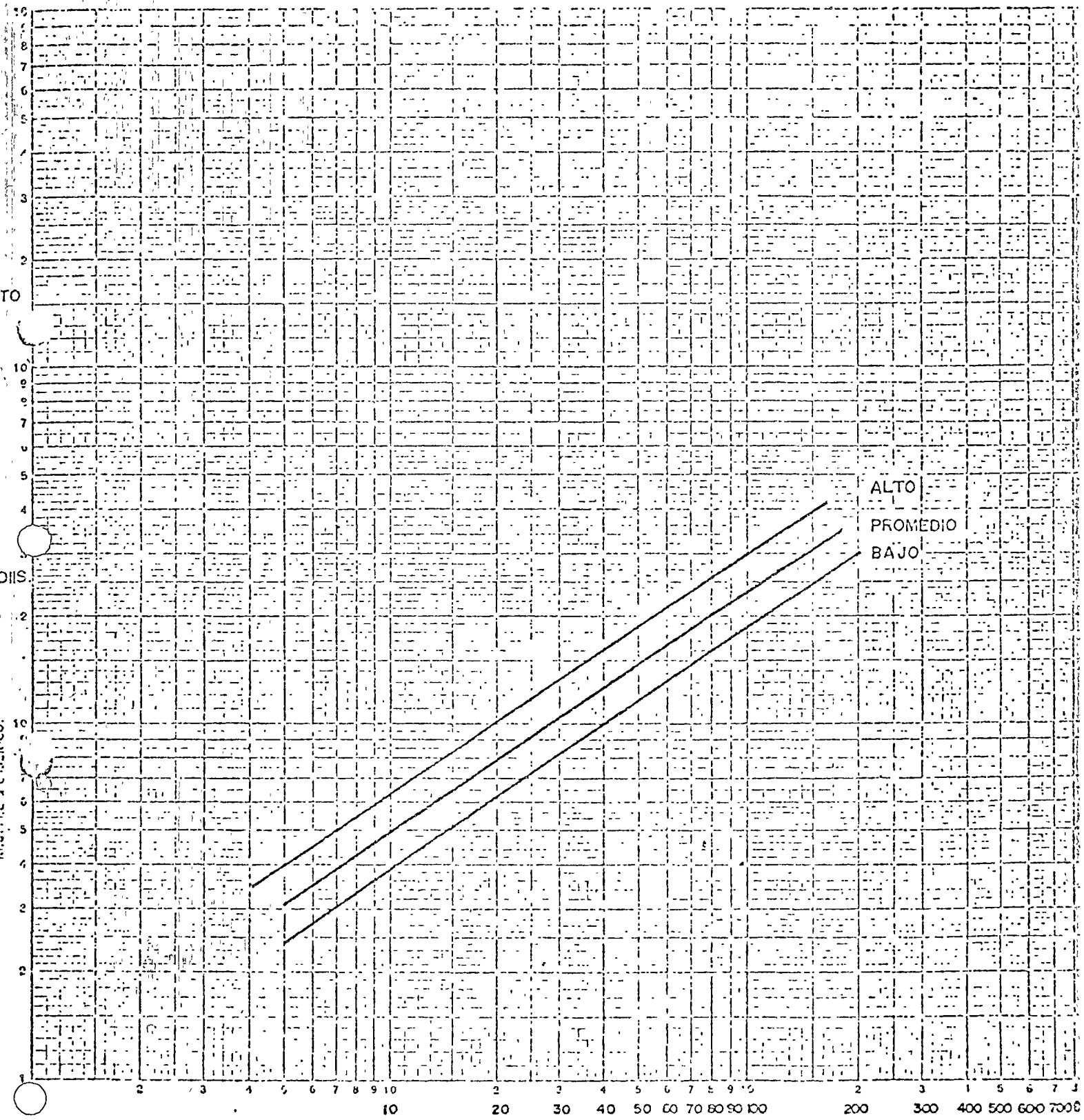
FACTORES EXPONENCIALES PARA ALGUNAS PLANTAS QUIMICAS

Tipo de Planta	Factor Exponencial (n)
Oxido de Etileno	0.79
Etanol (Sintético)	0.60
Estireno	0.68
Butadieno	0.59
Formaldehido	0.55
Benzeno	0.61
Acido Nítrico	0.56
Oxígeno	0.64
Acetileno	0.75
Metanol	0.83
Alcohol Butílico	0.55
Alcohol Isopropílico	0.60
Sosa Caústica	0.35
Acido Fosfórico	0.58
Nitrato de Amonio	0.54
Urea	0.59
Acido Sulfúrico (Contacto)	0.62
Cloro (electrolítico)	0.35
Acido Cianhídrico	0.71
Amoniaco	0.74
Etileno	0.58
Polietileno (baja presión)	0.67
Polietileno (alta presión)	0.90

Ecuación Exponencial = $\frac{C_A}{C_B} = \frac{P_A}{P_B}^{n}$.

FIGURA No. 4

CURVA COSTO-CAPACIDAD PARA POLIETILENO, DE ALTA PRESION COSTOS DE 1960

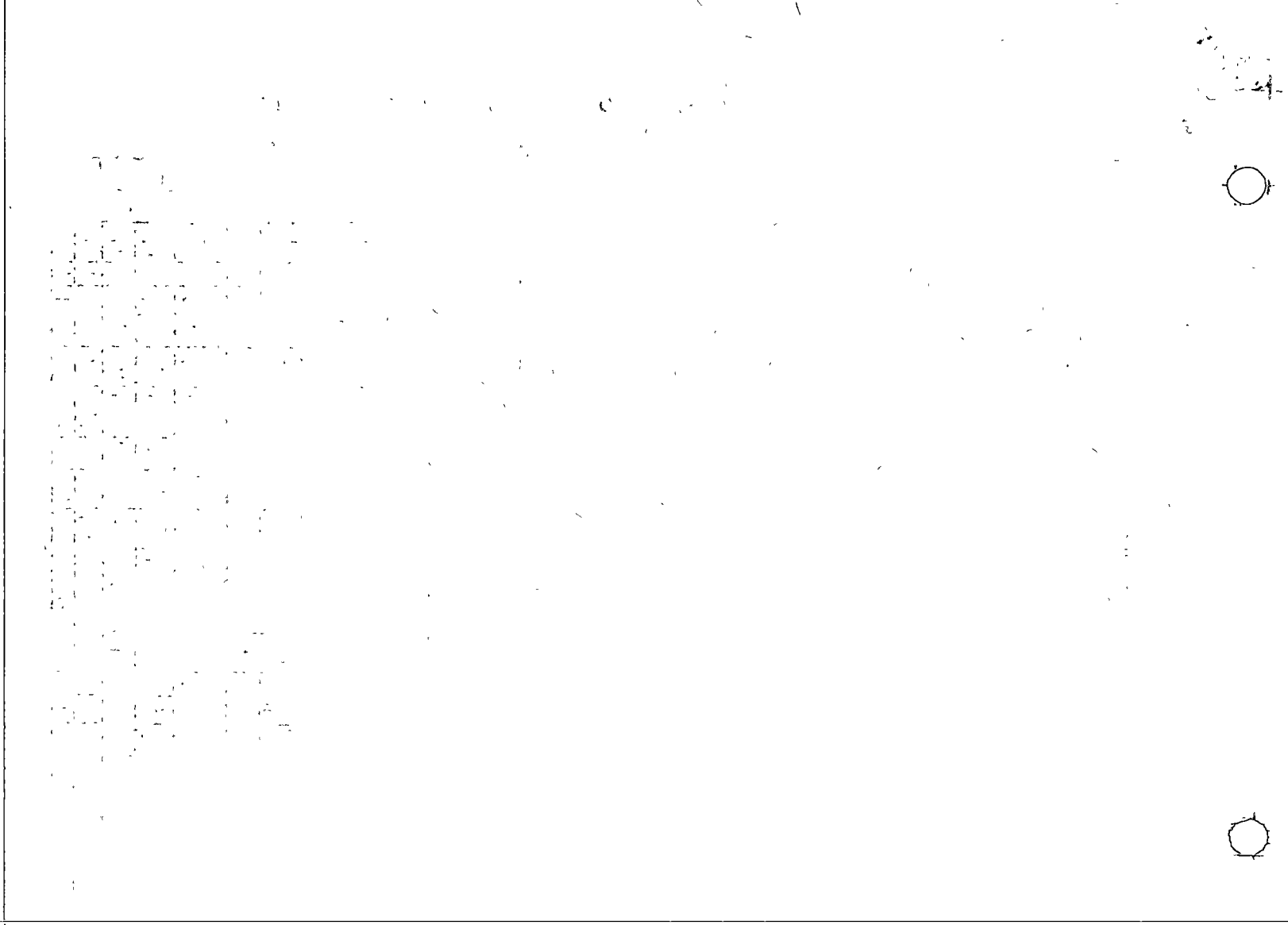


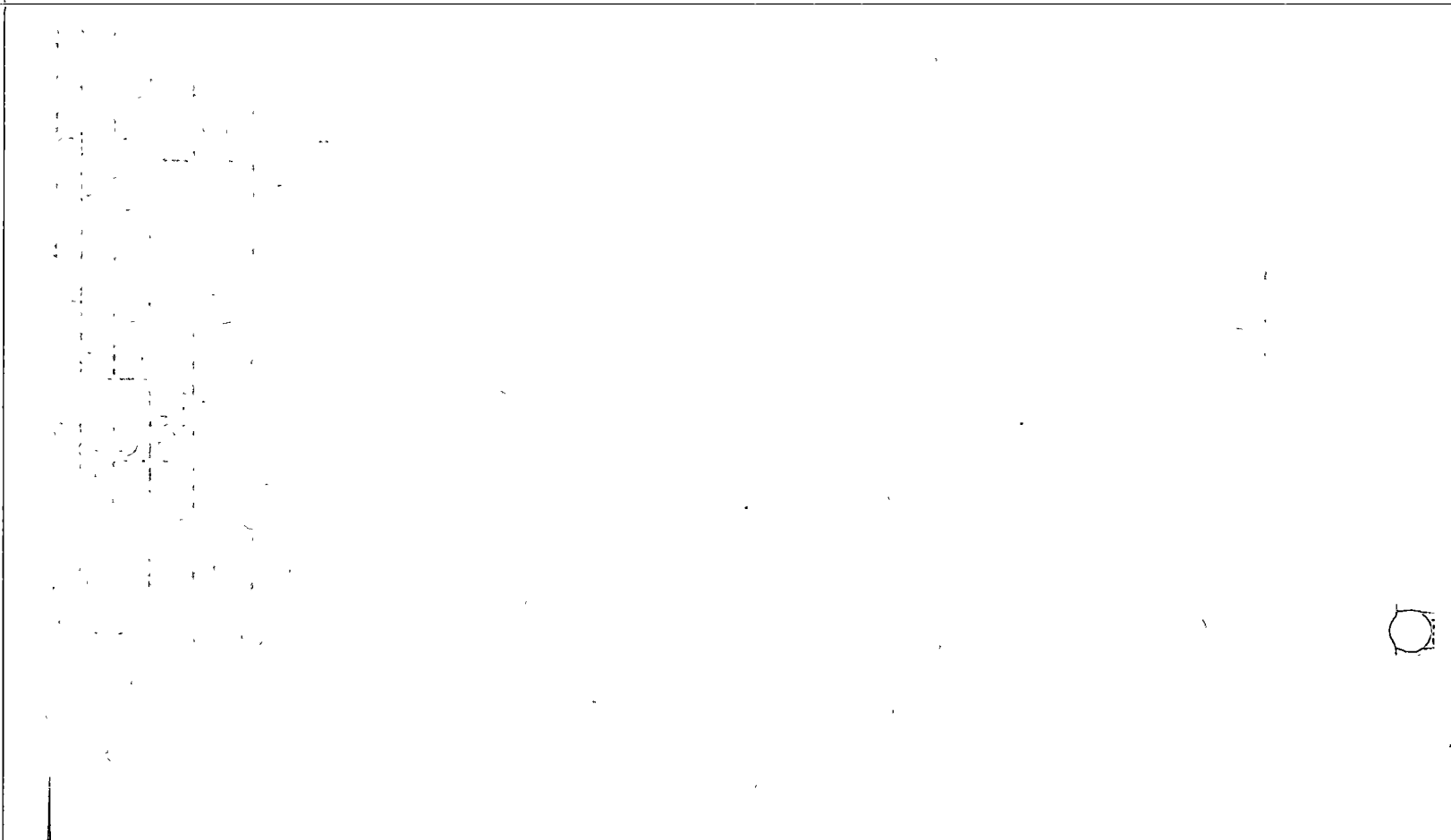
MILLONES DE LIBRAS POR AÑO

CAPACIDAD

FIGURA No. 5

42





EJEMPLO DE ECONOMIA DE ESCALA

INVERSION UNITARIA EN PLANTAS DE AMONIACO

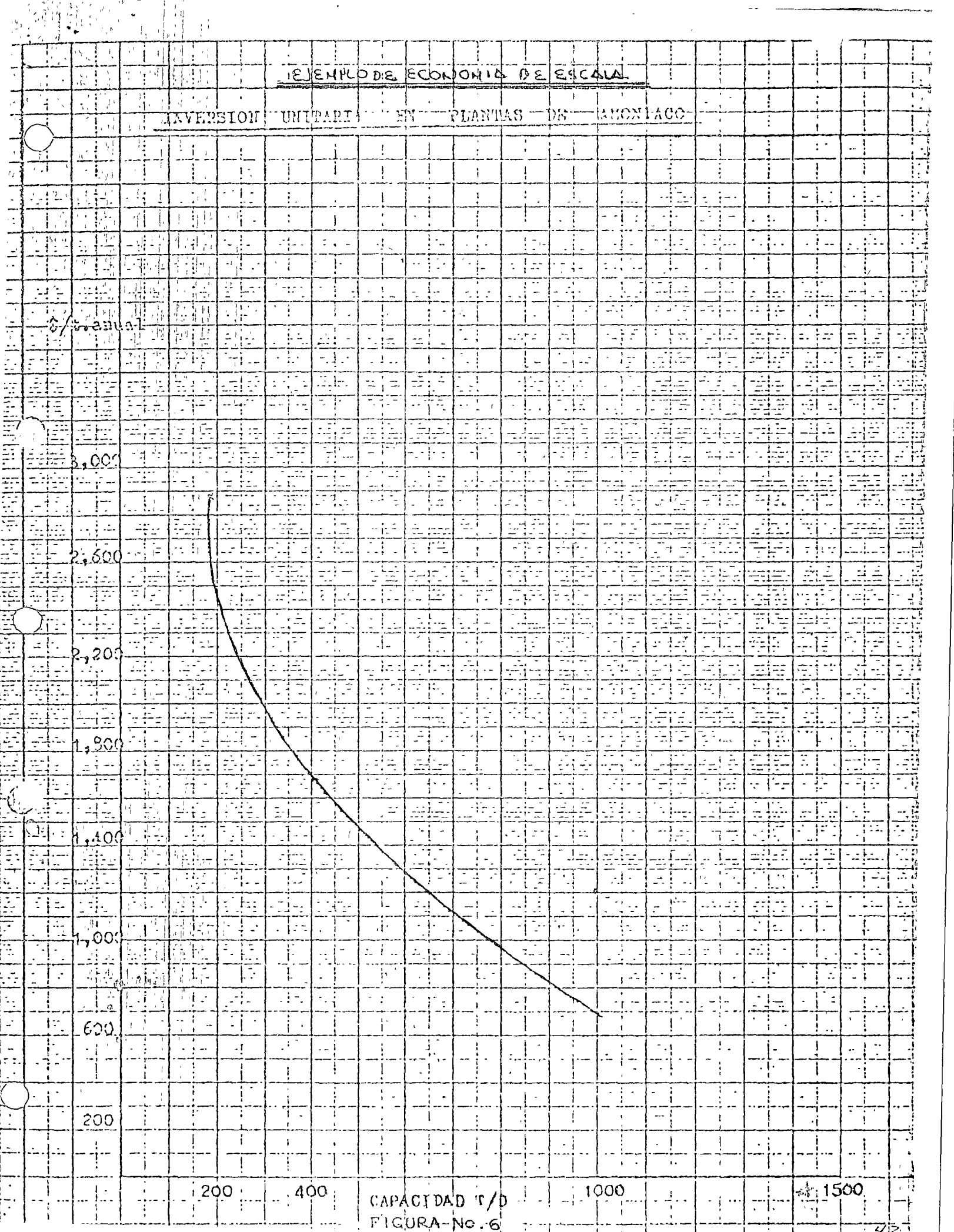
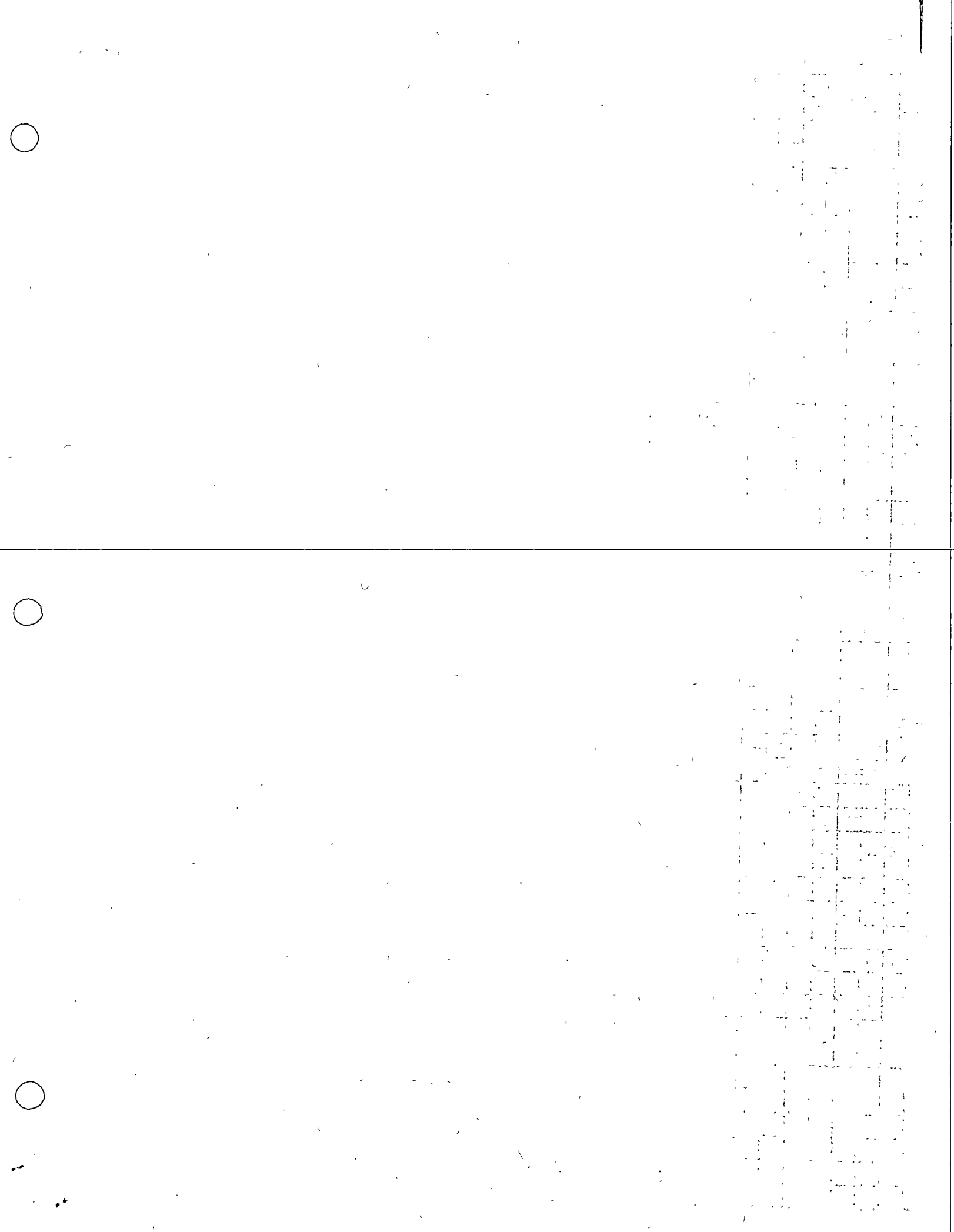


FIGURA-No. 6

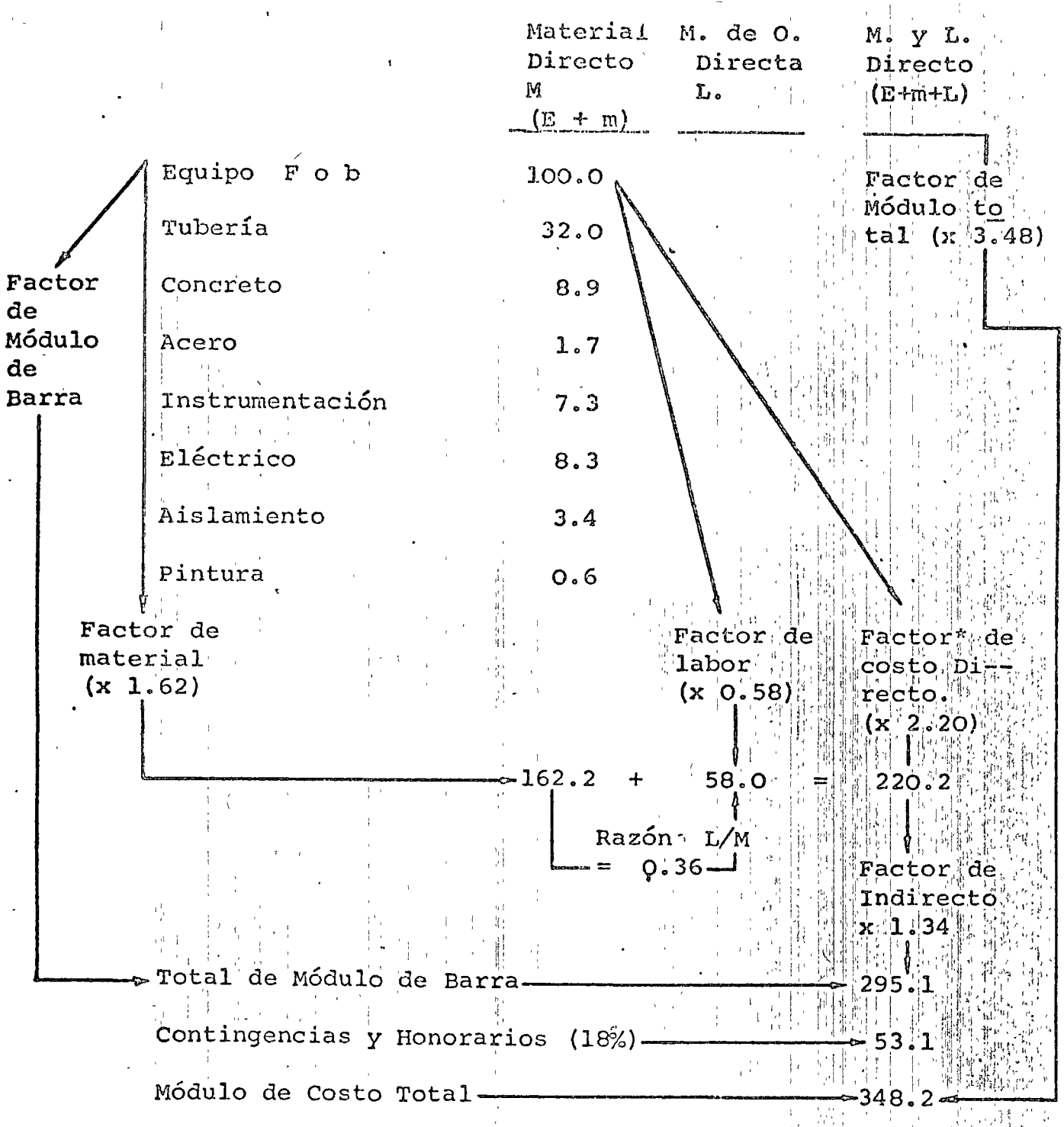


FACTORES DE LANG

	FACTOR
Procesamiento de sólidos	3.1
Procesamiento de sólidos y fluidos	3.63
Procesamiento de fluidos	4.74

FIGURA No. 7

MODULO DE PROCESO QUIMICO



* Instalaciones de campo (M&L)

FIGURA No. 8

Nº CUENTA	DESCRIPCION	CANTIDAD	U. DAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE POR UNIDAD	HORAS HOMBRE TOTAL	COSTO UNITARIO LABOR	COSTO UNITARIO MATERIAL	TOTAL LABOR	TOTAL MATERIAL	TOTAL FLETES	TOTAL SUBCONTRATOS	TOTAL TOTAL
											*		
42-1000	PREPARACION Y MOVIMIENTOS												
	DE TIERRA.					24			132	—			132
42-2000	CIMENTACIONES.					714			39 702	17 954			57 656
42-3000	ESTRUCTURAS DIVERSAS.					1019			8 700	3 760		515 48	12 960
42-4000	EQUIPO VENTILACION Y AIRE												
	ACONDICIONADO.					1262			12 610	132 655	1 331		146 596
42-4100	BOMBAS					617			6 405	92 870	331		99 606
42-5000	TORRES DE PROCESO.					1384			13 930	317 204	3 172		334 306
42-5100	PLATOS.					877			5 751	16 550	1 324		23 625
42-5200	SEPARADORES Y CLASIFICADORES					025			3 330	51 340	712		55 382
42-6000	EYECTORES Y SISTEMAS DE VACIO.					1070			10 682	615 155	6 155		631 992
42-6100	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VENTEOS.					107			1 041	78 500	725		80 266
42-7000	TUBERIAS.					3514			35 140	69 198			104 338
42-5100	ACCESORIOS.					4350			43 500	111 752			155 252
42-5100	VALVULAS.					227			2 270	190 217			192 487
42-5100	AISLAMIENTO.					—			—	—		42 310	42 310
42-5100	SOLDADURA.					3050			28 940	31 615			60 555
42-5100	PINTURA					—			—	—		17 550	17 550
42-5100	EMPAQUES, TORNILLOS, ETC.					900			3 000	10 511			13 511
42-5100	INSTALACIONES Y PARARRAYOS					280			2 127	5 126			7 253
42-5100	MATERIAL BAJA TENSION Y CONTROL					826			4 207	11 532			15 739
42-5100	ALAMBRADO Y CONTACTOS MONOFASICOS					304			2 924	17 637			20 561
42-5100	SISTEMAS DE COMUNICACIONES,												
	SEÑALIZACION Y ALARMAS.					254			2 132	2 408			4 540
42-7000	APARATOS DE CONTROL Y/O MEDICION.					2334			19 405	50 663			70 068
42-7100	TABLEROS DE CONTROL E INSTRUMENTACION.					—			—	49 765			49 765
42-8000	CABLES DE ALIMENTACION.					2045			17 595	51 245			68 840
42-7100	ELEMENTOS FINALES DE CONTROL					712			5 942	195 722			201 664
									285 413	2 607 711	14 204	117 818	3 025 147

PLANTA
EDIFICIO RESUMEN DEL AREA
LUGAR
AREA 42 FECHA

BUFETE INDUSTRIAL
26285
HOJA DE ESTIMADO
LISTA DE MATERIALES

PROYECTO Nº
ESTIMADO POR EDM REV. POR EFG
Nº DE CUENTA TODAS HOJA 1 DE 4

FORMA CO-UA F-1

* FLETES INCLUIDO EN INDIRECTOS.

TABLA Nº 1

Nº CUENTA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE POR UNIDAD	HORAS HOMBRE TOTAL	COSTO UNITARIO LABOR	COSTO UNITARIO MATERIAL	TOTAL LABOR	TOTAL MATERIAL	TOTAL FLETES	TOTAL SUBCONTRATOS	TOTAL
	RESUMEN CONEXIONES AREA 42												
42-SUB	LINEA DE AGUA FRIA	16	Pza			93.0			930	631			1561
42-SUB	LINEAS DE VAPOR Y CONDENSADO	58	Pza			186.0			1860	1033			2893
42-SUB	LINEAS DE PROCESO, AC. AL C.	142	Pza			427.0			4270	10381			14651
42-SUB	LINEAS DE PROCESO, ALUMINIO	248	Pza			3644.0			36440	99707			136147
42-SUB	TOTAL CONEXIONES	464	Pza			4350.0			43500	111752			155252

PLANTA
EDIFICIO RESUMEN CONEXIONES
LUGAR
AREA 42 FECHA

BUFETE INDUSTRIAL

HOJA DE ESTIMADO
LISTA DE MATERIALES

PROYECTO Nº
ESTIMADO POR E.R.M. REV POR E.F.G.
Nº DE CUENTA 5100 HOJA 2 DE 4

FORMA CO-54 REV

TABLA Nº 2

Nº CUENTA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE POR UNIDAD	HORAS HOMBRE TOTAL	COSTO UNITARIO LABOR	COSTO UNITARIO MATERIAL	TOTAL LABOR	TOTAL MATERIAL	TOTAL FLETES	TOTAL SUBCONTRATOS	TOTAL
-5115	REDUCCION EXCENTRICA												
	ALUMINIO ALLOY 3003, CED. 40												
	SOLD 3" A 2"	1	PZA.		18.0	18.0	10$/H	600 ¢	180	600			780
	CODO 90° ALUMINIO ALLOY												
	3003 F CED 40, SOLD. Ø 1"	26	PZAS		7.04	183.0	10$/H	140 ¢	1 830	3 640			5 470
-5115	IDEM Ø 2"	55	PZAS		12.00	660.0	10$/H	100 ¢	6 600	5 500			12 100
-5115	IDEM Ø 3"	32	PZAS		18.00	576.0	10$/H	300 ¢	5 760	9 600			15 360
-5115	IDEM Ø 4"	28	PZAS		24.00	672.0	10$/H	560 ¢	6 720	15 680			22 400
-5115	IDEM Ø 6"	8	PZAS		36.00	288.0	10$/H	825 ¢	2 880	6 600			9 480
-5115	IDEM Ø 12"	1	PZA		55.00	55.0	10$/H	1480 ¢	550	1 480			2 030
-5115	CODO 45° ALUMINIO, ALLOY 3003 F												
	CED. 40 SOLDABLE,	1	PZA		24.00	24.0	10$/H	560 ¢	240	560			800
-5115	TEE RECTA ALUMINIO ALLOY												
	3003 F CED. 40 SOLDABLE												
	Ø 1"	8	PZAS		10.56	84.5	10$/H	240 ¢	845	1 920			2 765
-5115	IDEM Ø 2"	8	PZAS		18.00	144.0	10$/H	505 ¢	1 440	4 040			5 480
-5115	IDEM Ø 3"	12	PZAS		27.00	324.0	10$/H	800 ¢	3 240	9 600			12 840
									27885	62320			90205

PLANTA
EDIFICIO LINEAS DE PROCESO
LUGAR
AREA 42 FECHA

BUFETE INDUSTRIAL
2788.5
HOJA DE ESTIMADO
LISTA DE MATERIALES

PROYECTO Nº
ESTIMADO POR J.R.M. REV. POR E.E.G.
Nº DE CUENTA 5115 HOJA 3 DE 4

FORMA C7-6A REV 1

TIRA .10.2

Nº CUENTA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE POR UNIDAD	HORAS HOMBRE TOTAL	COSTO UNITARIO LABOR	COSTO UNITARIO MATERIAL	TOTAL LABOR	TOTAL MATERIAL	TOTAL FLETES	TOTAL SUBCONTRATOS	TOTAL
12-5115	MATERIAL MISCELANEO	1	LOTE							6 189			6 189
12-5116	BOJAE REDUCCION ALUMINIO												
	ALLOY, 3003 F, CED. 40 SOLD.												
	φ 12" A 3"	1	PZA		36.0	36.0		1525 ¢		1 525			1 525
12-5115	REDUCCION CONCETRICA												
	ALUMINIO ALLOY 3003 F CED 40												
	SOLD. φ 6" A 4"	1	PZA.		36.0	36.0		500 ¢		600			600
12-5115	IDEM. φ 2" A 1"	3	PZA		12.0	36.0		400 ¢		300			300
12-5115	TUERCA UNION A-47, ASIENTOS												
	DE BRONCE 300 # ROSC. φ 1"	2	PZAS		2.15	4.3		56. ¢		43			43
12-5115	STUB-END, ALUMINIO, ALLOY												
	3003 H112, SIN COST. CED 40												
	SOLD. φ 1"	10	PZAS		3.52	35.2		110 ¢		1 100			1 100
12-5115	IDEM φ 2"	25	PZAS		6.00	150.0		205 ¢	1 500	5 150			6 650
12-5115	STUB-END, ALUMINIO, ALLOY												
	3003 H112, SIN COST. CED. 40												
	SOLD, φ 3"	24	PZAS		9.00	216.0		270 ¢	2 160	6 480			8 640
12-5115	φ 4"	12	PZAS		12.00	144.0		350 ¢	1 440	4 200			5 640
12-5115	φ 6"	9	PZAS		18.00	162.0		670 ¢	1 620	6 030			7 650
12-5115	φ 12"	1	PZA		36.0	36.0		5400 ¢	360	5 400			5 760
									8555	37387			45942

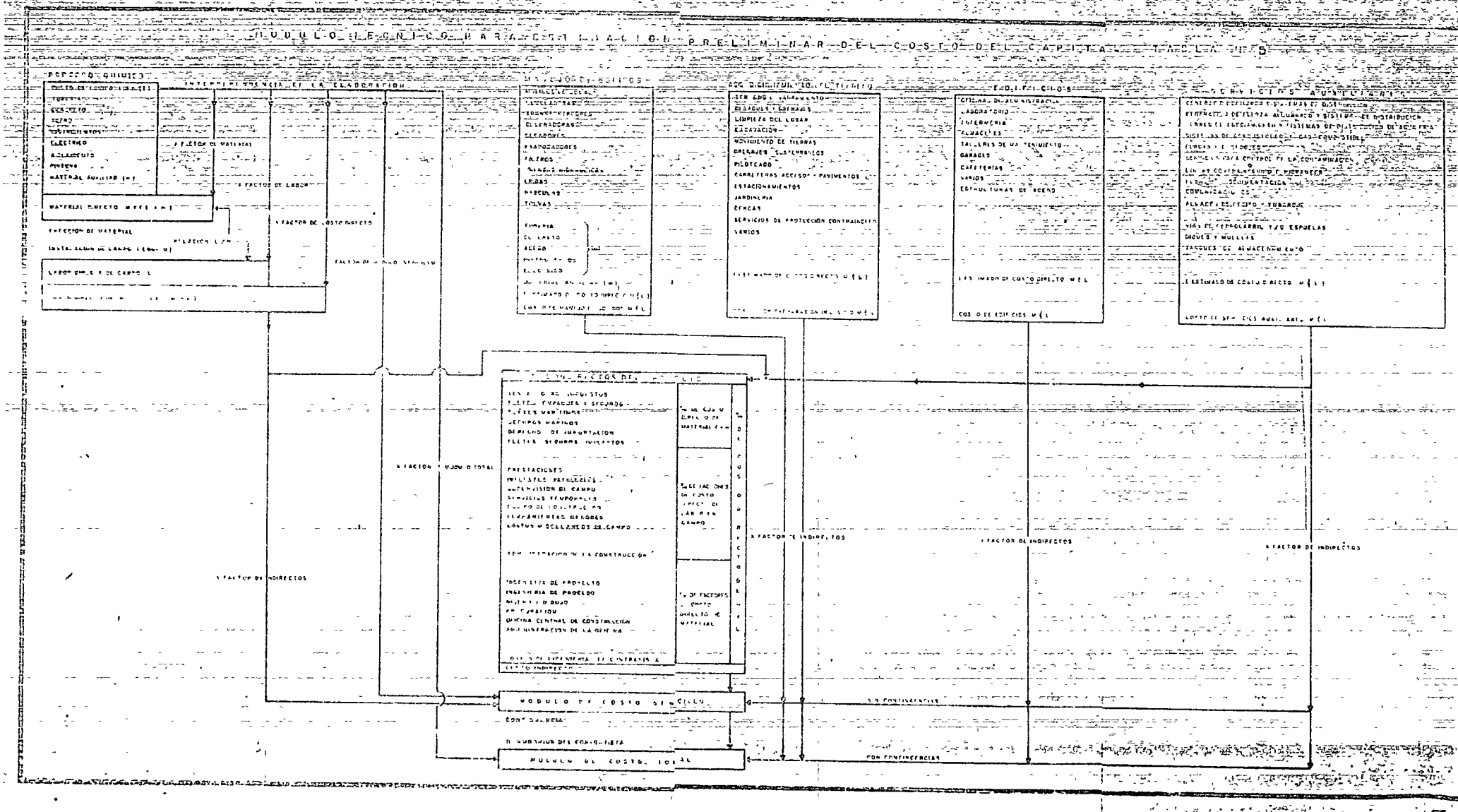
PLANTA
EDIFICIO LINEAS DE PROCESO
LUGAR
AREA 42 FECHA

BUFETE INDUSTRIAL
855.5
HOJA DE ESTIMADO
LISTA DE MATERIALES

PROYECTO Nº
ESTIMADO POR RAM. REV. POR
Nº DE CUENTA 515 HOJA 4 DE 4

TOTAL HOJAS 10 A 11 3644 36440 99701 FORMA COMERCIAL 136147

TABLA 2.9.1


MODULO TECNICO PARA LA ESTIMACION PRELIMINAR DEL COSTO DEL CAPITAL
PROCESO QUIMICO
INTERRELACIONES EN LA ELABORACION
MATERIALES SOLIDOS
EQUIPO DE MANEJO DE MATERIALES
EDIFICIOS
SERVICIOS AUXILIARES
FACTORES DE LABOR
FACTOR DE MATERIAL
FACTOR DE COSTO DIRECTO
FACTOR DE INDIRECTOS
MODULO DE COSTO SENCILLO
MODULO DE COSTO TOTAL
CON CONTINGENCIAS

CALIDAD DEL PERSONAL QUE ELABORARA PRESUPUESTOS.

Siendo el factor humano, uno de los más importantes para el buen resultado de los presupuestos, es deseable que la o las personas que se encarguen del cálculo de los mismos, reuna - todas o la mayoría de las siguientes condiciones:

Condiciones Técnicas:

- Educación matemática científica de ingeniería, en la especialidad en que se formulará el presupuesto.
- Experiencia en construcción.
- Experiencia en diseño.
- Habilidad para leer y entender planos y especificaciones.
- Conocimiento de los procedimientos de cubicación.
- Conocimiento de las disposiciones legales, tales como:

  Ley Federal del Trabajo
  Reglamento del I.M.S.S.
  Impuestos
  y su aplicación.
- Idea respecto a finanzas
- Conocimientos de los procedimientos de la empresa, para - la cual presta sus servicios.

Condiciones Humanas:

- Contar con madurez y estabilidad de juicio
- Ser confiable, discreto y constante
- Tener gusto por el trabajo.
- Ser observador y perceptivo
- Ser agresivo.
- Poder trabajar por si solo
- Tener habilidad en la aplicación de las relaciones humanas.
- Ser moral y contar con una bien cimentada ética profesional.

C A P I T U L O V

I N S P E C C I O N D E C O S T O S

"INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION"

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

ING. JUAN MORALES VERA

SISTEMA DE INSPECCION DE COSTOS

INDICE

I .- INTRODUCCION

II .- NECESIDAD DE LA INSPECCION DE COSTOS

1.- Dependencias Oficiales

2.- Sector Privado

III.- OBJETIVOS DE LA INSPECCION DE COSTOS

1.- En Proyectos por Administración

2.- En Proyectos o Precio Alzado

3.- En Proyectos a Precios Unitarios

IV .- METODOLOGIA DE LA INSPECCION DE COSTOS

1.- Para la Medición de Rendimientos y Productividad.

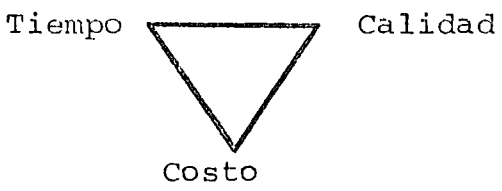
2.- Para la obtención del Avance Físico de un Proyecto.

3.- Para la obtención de P.U. por Inspección.

V .- EJEMPLOS

I.- INTRODUCCION

Antes de justificar la necesidad de la Inspección de Costos estableceremos que en el enfoque de la clase solo trataremos la Inspección de los Costos de Construcción, aunque debemos mencionar que reviste igual importancia la Inspección de Calidad y Tiempo y estos conceptos junto con el de costo forman como dicen algunos autores un triangulo equilatero indivisible.



Asi como en el desarrollo del tema, veremos algunas metodologias para la Inspección de Costos existen para la inspección de la Calidad y tiempo, llegandose por ejemplo en los Casos de Inspección de Calidad a metodos directos y Sofisticados.

Las funciones de Inspección son de tipo Técnico y en esta forma deberán de Interpretarse siempre, es decir inspeccionar no debe ser una función policiaca ni buscará culpables de cualquier desviación que se presente.

En general se tiene siempre la idea que un inspector busca información para demostrar ineficiencias y a veces esta mala interpretación lleva a obstaculizar las funciones de los inspectores.

II.- NECESIDAD DE LA INSPECCION DE COSTOS

La inspección la visualizaremos siempre desde el punto de vista de - la Empresa Contratante, ya que para esta es donde se justifica aplicar ciertas metodologías que casi siempre son desarrolladas en forma interna y utilizando metodos empíricos.

Podemos distinguir fundamentalmente dos partes contratantes que son:

1.- Dependencias Oficiales

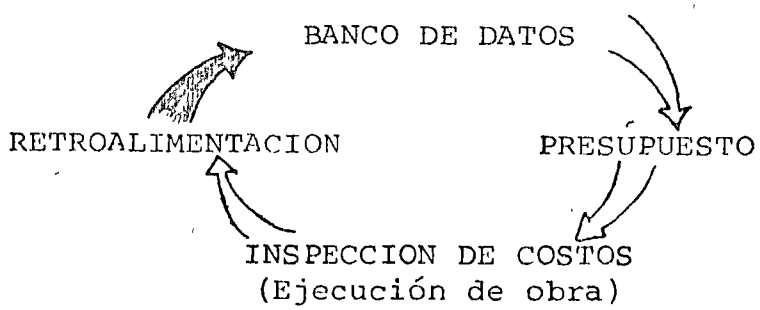
2.- Sector Privado

Las Dependencias y Organismos públicos que tienen a su cargo un volúmen importante de obras ejecutadas por contrato, necesitan establecer un Sistema de Inspección de Costos, a fin de poder verificar que lo pactado no se desvia,asi mismo podrá aprovechar los resultados de la Inspección para incrementar su archivo de Costos Históricos (clasificados convenientemente).

Igualmente en el Sector Privado se tiene la necesidad de Inspeccionar bajo cierta Metodología propia que llene los requisitos de objetividad y claridad de los resultados, considerando la forma de contratación:

En estos casos puede resultar que la parte contratante no tenga experiencia para poder aplicar un sistema de Inspección y entonces tendrá que recurrir a firmas Asesoras ó a Personal Especializado para - obtener resultados, dichos resultados tendrán como base detectar las desviaciones a lo contratado, a fin de poder aplicar medidas correctivas, en estos casos la "retroalimentación" podrá ser relativa y en muchos casos carecer de importancia, sin embargo la firma Asesora sí podrá aprovechar esa información para futuras Inspecciones.

CICLO:



III.- OBJETIVOS DE LA INSPECCION DE COSTOS

La Inspección establece sus objetivos basado en los riesgos que corre la parte contratante, es decir podemos asegurar que el objetivo cambia en función de la forma de contratación, por lo que distinguiremos los tres tipos de contrato mas común.

1.- Contrato por Administración

2.- Contrato por Precio Alzado

3.- Contrato por Precios Unitarios

En el Contrato por Administración como la parte ejecutora recibirá el reembolso de los gastos mas el porcentaje de Administración, pactado, el riesgo de la parte contratante se centraliza fundamentalmente a la Inspección de los Rendimientos y productividad de la Mano de Obra y de los Equipos de Construcción.

Si en dicho contrato se tiene un estimado o presupuesto base, las desviaciones que detecte la inspección serán en función de dicho presupuesto, pero si no se tiene lo cual es común en este tipo de contrato, las desviaciones se medirán respecto a datos del Archivo de la contratante o a datos estandar considerando siempre los ajustes necesarios para lograr apreciaciones correctas de acuerdo con las circunstancias reales del proyecto.

En los C ontratos por Precio Alzado que en un momento se puede pensar que no se tienen riesgos para la parte contratante una vez fijado el Monto del contrato hay que hacer notar que este riesgo puede ser de mucha consideración y básicamente se contraliza en el Avance de la Obra en un momento dado. Por lo que la Inspección tiene que contar con una metodología técnica que verifique los avances reales del proyecto.

Contratos por Precios Unitarios, los cuales son la generalidad en el sector oficial y muy comunes también en el sector privado en los primeros normalmente, los precios unitarios que se pactan son resultado de licitaciones y a su vez siempre existen trabajos extraordinarios, en obras que por su magnitud, caracter o urgencia, es necesario adjudicar en forma directa, analizando y discutiendo con el contratista los precios unitarios respectivos.

Aún en las obras adjudicadas mediante licitación, la dependencia contratante necesita poseer un criterio técnico-económico que le permita juzgar si una proposición es aceptable o si algunos de los precios propuestos son inaceptablemente altos o bajos.

Es necesario enfatizar aquí nuevamente la importancia de que la dependencia cuente con un archivo de costos históricos clasificados convenientemente, de acuerdo con un catálogo de cuentas diseñado para las necesidades de la propia dependencia. Sólo una estadística objetiva y metódica puede generar criterios válidos de análisis, adecuados al ambiente en que opera la dependencia.

Es indudable que la estadística de los precios unitarios propuestos en las licitaciones proporciona un marco de referencia muy útil y prácticamente indispensable para normar el criterio de la dependencia en cuanto a precios unitarios. Sin embargo, dicha estadística es insuficiente, ya que los precios propuestos están sujetos a la influencia de muchos factores exógenos, incluyendo apreciaciones arbitrarias o equivocadas de los concursantes y ajustes que éstos hacen a los precios resultantes de sus análisis, según la estrategia que deseen seguir en el concurso.

Por consiguiente, la dependencia contratante busca obtener una retroalimentación de los "costos unitarios reales" de construcción, a través de un sistema de "inspección de costos".

La parte contratante no tiéne por lo general acceso a la contabilidad de los contratistas, por lo cual el sistema de inspección de costos que se establezca debe basarse en observaciones y datos que se puedan obtener fácilmente en la obra, sin pretender llegar a un grado de máximo detalle.

Este menor grado de detalle no debe significar qué las observaciones sean imprecisas, sino que las unidades de obra a que se refieren son más globales que las que ordinariamente considera un contratista para el control de sus costos.

IV.- METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE COSTOS

1.-Para la Inspección de los "recursos productivos" hombres y máquinas hay que considerar que son los recursos cuya variabilidad es mayor y que solo pueden estimarse como resultado de una estadística y de un análisis de esta.

Pueden mencionarse los 3 siguientes Métodos:

Inspección Rutinaria.- Se establecen siguiendo un plan previamente aprobado, las frecuencias de las visitas deben fijarse de tal manera que se obtenga una muestra representativa de los recursos empleados en la Obra, debe considerarse que por ser bajo un plan las muestras tienen cierto grado de alteración que deberá considerarse.

Inspección por Muestreo.- Consiste en una serie de observaciones hechas a intervalos no establecidos previamente con lo cual se obtiene una muestra de los recursos que intervienen en una Obra.

Este método puede dar resultados parciales muy variables pero como resultado total será representativo de los rendimientos y productividad reales.

Inspección Instantanea.- (Spot check).- Este método consiste básicamente en observaciones rápidas sobre los conceptos representativos del proyecto haciendolos repetidas veces en el transcurso de la fase a inspeccionar.

Este método no requiere un Cuerpo de Inspección y se hace con personal que visita la obra bajo formatos claros y sencillos de llenar.

Los resultados podrán ser también muy variables, pero en conjunto representarán la productividad real.

Para cualquiera de los métodos se aplica siempre a fases de la obra "Las cuales deberán corresponder a "frentes de trabajo" o "cuadrillas de trabajo" incluyendo la Máquina respectiva".

La unidad de medición de cada fase de obra se escogerá de tal manera que se facilite la medición de la obra realizada.

Se procurará que las fases de la obra coincidan con los conceptos -- del presupuesto o estandard de obra usados para fines de concurso y contratación de obras, los cuales en general se integran agrupando - varios conceptos de obra.

En todos los casos, las fases de obra no deberán ser tan amplias que se dificulte su observación y medición, o que no resulten útiles para captar las desviaciones respecto a lo contratado.

Nuevamente insistimos que los resultados deberán establecerse de conformidad con un Catálogo Aprobado, con objeto de poder correlacionar estadísticamente todas las observaciones que se hagan.

Los formatos de registro lógicamente deberán ser diseñados para la función prevista buscando siempre la claridad y facilidad de la recopilación de datos.
(Se anexan algunos formatos como ejemplos)

En cualquier caso los reportes deberán complementarse siempre que -- sea posible, con información recabada del Supervisor y del propio -- personal del contratista en lo referente a circunstancias y eventos ocurridos entre una visita y otra, asi como explicaciones respecto a la situación existente en el momento de la visita; Para ello podemos hacer uso de las anotaciones contenidas en la bitácora de Obra.

2.- DETERMINACION DEL AVANCE FISICO EN LA CONSTRUCCION INDUSTRIAL

1.0 DEFINICION.

Se entiende como Avance Físico el avance real, objetivo, calculado por medios empíricos de la relación entre el volumen de obra ejecutada, en un momento dado y el volumen de obra total.

El Avance Físico no se relaciona con los precios, costos y otros parámetros, sino únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos. El 100% de Avance Físico se tiene solo cuando el Proyecto se ha terminado y es recibido por el Cliente.

2.0 OBJETO.

El objeto de determinar el Avance Físico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un Proyecto y permitir predecir su costo final.

3.0 NOMENCLATURA.

Para el cálculo del Avance Físico en un Proyecto, y debido a la gran cantidad de conceptos distintos que intervienen en él, es necesario seguir una serie de pasos intermedios que hemos denominado en la siguiente forma:

Calificación
Valor como Unidad
Avance Global.

La definición de cada uno de estos conceptos es:

3.1 Calificación, es el porcentaje que representa cada área, cuenta, sub-cuenta o cualquier concepto con relación al total del proyecto. La suma de las "Calificaciones" de cada área en que haya sido dividido el Proyecto será de 100% y representa el total del mismo

Para facilidad de cálculo, tal como se verá más adelante, cada área se considerará como una unidad compuesta de un grupo de cuentas, de

decir, que la suma de las "calificaciones" de las cuentas de un área será de 100%. El mismo criterio se sigue con la "calificación" de cada una de las subcuentas que forman una cuenta.

3.2 Valor como Unidad, es el porcentaje de "Avance Físico" que se ha alcanzado en cada área, cuenta o subcuenta, considerando a ésta como una unidad. Es decir, que en cuanto ha sido terminado el trabajo que se encuentra incluido en cada una de ellas, se alcanza el 100%.

3.3 Avance Global, representa el Avance Físico de un Proyecto en un momento dado con respecto al total del mismo. La suma de esta columna será 100% para el caso del avance global de las áreas en que ha sido dividido el proyecto, cuando el Proyecto ha sido terminado y recibido por el Cliente. El mismo criterio se sigue para el caso de las cuentas en que se ha dividido cada área y para las subcuentas en que ha sido dividida cada cuenta.

4.0 CALCULO DE LA CALIFICACION.

El Avance Físico debe representar siempre el avance real y objetivo del Proyecto, en el lugar de su ejecución. Por lo tanto, tomaremos como punto de referencia para calcular las "calificaciones" la obra de mano , que de acuerdo al Estimado, se requiere para ejecutar un determinado trabajo en el Campo.

Ahora bien, tenemos obra de mano en los trabajos que ejecutamos directamente así como en los trabajos que se encargan a subcontratistas, por lo que haremos las siguientes consideraciones:

4.1 Unicamente la obra de mano correspondiente a conceptos de "Costo Directo" produce avance físico, por lo que solo éste se tomará en cuenta.

4.2 Los Subcontratos requieren también de obra de mano, la que generalmente es difícil de calcular. Por experiencia se considera que, en promedio el 25% del valor de un subcontrato, es la obra de mano necesaria para su ejecución, por lo que este valor será el que consideraremos en el cálculo de las "calificaciones". Desde luego, debe aclararse que solo los subcontratos en que se ejecuten trabajos incluidos dentro del "Costo Directo" de un Proyecto, serán tomados en cuenta.

4.3 En la figura que incluimos un ejemplo del cálculo de las - "calificaciones" de las áreas que forman un proyecto cualquiera. Para el cálculo seguimos los siguientes pasos:

4.3.1. Del Estimado Actual tomamos la información correspondiente a:

a) Número de Area.
b) Nombre del Area
c) Valor de la obra de mano y de los subcontratos correspondientes a cada una de las áreas.

4.3.2. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas titulado "Cifras de Cálculo", procederemos en la siguiente forma:

a) Obra de mano.- Se escribe el mismo valor que tenemos para este concepto en el Presupuesto Actual.
b) Subcontratos.- Se calcula el 25% del valor de los subcontratos que se encuentran en cada área, escribiendo el valor obtenido en esta columna.
c) Total.- Aquí se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores. Este valor servirá para calcular la - calificación de cada área.

4.3.3. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas tituladas "calificación", se procederá en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se divide el valor de la obra de mano en el área que se está "calificando" por la suma total de la - obra de mano más el 25% del valor de los subcontratos y - multiplicando el resultado por 100.

Ejemplo: Utilizaremos el área de Hidorgenación.

$$\text{Calificación O. de M.} = \frac{238,443}{2,307,713} \times 100 = 100 = 10.3\%$$

Lo anterior quiere decir que los trabajos que se ejecutarán directamente por el Contratista en el Area de Hidrogenación representan el 10.3% del trabajo total a realizar hasta la terminación del proyecto.

b) Subcontratos.- Se calculan en igual forma que en el caso de la Obra de Mano.
c) Total.- Es la suma de las dos columnas anteriores y representa la "calificación" de cada área en relación al Proyecto completo. La suma de esta columna será siempre 100%.

Cuando se está utilizando el Sistema Mecanizado, la computadora - calculará estas "calificaciones".

El valor de las "calificaciones" se verá afectado cada vez que se modifique el estimado actual en función de alteraciones que hayan sido aprobados por el cliente.

4.4 En la figura 2 podremos ver el cálculo de las "calificaciones" correspondientes a las cuentas que forman un área, en la figura 3 - el mismo cálculo para las subcuentas que forman otra cuenta cualquiera. El procedimiento de cálculo es idéntico al explicado anteriormente para el caso de las "calificaciones de las áreas".

4.5 En el caso de la calificación de las cuentas correspondientes a tuberías, accesorios y válvulas, dada su gran complejidad debido a la variedad de materiales, cédulas, tipos de juntas, diámetros, etc., que intervienen en un proyecto consideramos que debe ser analizado con mayor detalle siguiendo el procedimiento indicado a continuación:

4.5.1. Las cuentas de tubería, accesorios y válvulas se agrupan - obteniendo un valor total y único para la obra de mano estimado y los subcontratos si los hubiese. Este valor es la suma de los porcentajes correspondientes a esta cuenta y que de acuerdo a los datos que aparecen en la figura 2 es de 30.2%. Este valor representa la calificación de la cuenta con relación al área que ha sido considerada como una unidad.

4.5.2. Para la calificación de las subcuentas, seguiremos los pasos que se muestran en la figura 4, a saber:

a) La información contenida en las columnas:
Línea, Material, Cédula, Tipo de Junta y Longitud, se toma de la información contenida en planos, isométricos y especificaciones correspondientes.



b) En la columna titulada "No. de Accesorios" se anotará el número de conexiones y válvulas que tenga cada línea. - Esta información se obtiene de los planos o isométricos.

c) En la columna "Longitud ø", se escribe el valor que se - obtenga de multiplicar la longitud de la tubería en metros por el diámetro de la misma en pulgadas.

d) A continuación tenemos una serie de columnas que se agrupan bajo el título genérico de "Factores de Corrección". Estos factores de corrección tratan de hacer equivalentes las diversas tuberías que se encuentran en un área, tomando en cuenta los diferentes materiales, cédulas, tipos de juntas y el número de accesorios contenidos en cada línea.

   En la columna "Global" se incluye el resultado de la multiplicación de los diversos factores de corrección "Global" que toma en cuenta todos los factores mencionados antes. En la figura 5 incluimos la relación de los diversos factores de corrección.

e) "Longitud Equivalente", es el producto de multiplicar la - longitud ø por el factor de corrección global. Con este - valor hemos igualado o hecho equivalentes todas las tuberías que componen o forman un área. La suma de las longitudes equivalentes será la base para el cálculo de la "Calificación" que corresponde a cada línea.

f) La "Calificación" se calcula dividiendo la longitud equivalente de cada línea entre la longitud equivalente total y multiplicando el resultado por 100.

Ejemplo:

Calificación de la línea PR-OB-111.

$$\text{Long. Equiv. de la línea } \frac{9800}{26300} \times 100 = 37.3\%$$

Por lo anterior consideramos que queda descrito el procedimiento - para calcular las "Calificaciones" de cada una de las áreas, cuentas y subcuentas que forman un proyecto.

5.0 CALCULO DEL AVANCE COMO UNIDAD.

Vamos a recordar que el valor de Calificación calculado en el punto anterior es independiente del avance físico que en un momento dado tenga una área, cuenta o subcuenta. La calificación es un valor - obtenido para ser utilizado posteriormente como un punto de referencia o de comparación.

El cálculo del Avance como Unidad es más simple y no es más que una comparación entre los volúmenes ejecutados y los volúmenes de obra total en cada área, cuenta o subcuenta. Estas relaciones en forma de % nos dan el avance mencionado.

Para calcular el Avance como unidad hay que tener muy en cuenta que a la terminación de los trabajos hay que hacer detalles, - pruebas, reparaciones, etc. Esto nos obligará a considerar siempre un "factor de previsión", que variara según el tipo de obra (civil, mecánica, etc). según la especialidad dentro de un mismo tipo de obra y según las condiciones propias de la construcción por analizarse. El Factor de Previsión puede expresarse en tablas o gráficos, según el avance real de la obra y no será fácil determinarlo cuando se lleva un 10 ó 20% de avance, pero sí con mayor facilidad cuando se tiene más de un 50% de avance.

En la obra civil es relativamente sencillo obtener el Avance - (Real) como Unidad en un momento dado. En obra mecánica es más complicado, por la ingerencia de múltiples variables; por lo tanto, es conveniente hacer tablas de referencia como auxiliares de cálculo de avance en mención. También, se usan gráficas y tablas de equivalencia, pero todas ellas son producto de la experiencia y de la investigación en diversas obras y en ningún caso son invariables y exactas; hay que recurrir al buen juicio para su manejo y utilización.

5.1 Obra Civil. Con algunos ejemplos se va a explicar mejor - este punto que el más sencillo de la obra de tipo industrial.

5.1.1. Supongamos que la cubicación real de la obra nos indica - que tenemos 1200 m2. de cimbra en zapatas. En un momento dado - se tienen ejecutadas las siguientes cantidades de obra:

520 m2. de superficie cimbrada y descimbrada.
185 m2. de superficie cimbrada
60 m2. de cimbra habilitada.

¿Cuál es el avance como unidad del concepto?
Solución: El trabajo descimbrado está compuesto por tres etapas o pasos principales, a saber: habilitación, cimbrado y descimbrado. Asignando calificaciones a las tres etapas tendremos:

Habilitado	0.20
Cimbrado	0.70
Descimbrado	0.10
Trabajo terminado:	1.00

Para el caso de este ejemplo se tendrá:

Superficie cimbrada y descimbrada.	520	x 100 x 1.0 =	43.4 %
Superficie total:	1200		
Superficie cimbrada	185	x 100 x 0.90 =	13.8 %
Superficie total	1200		
Cimbra habilitada	60	x 100 x 0.20 =	1.0 %
Superficie total	1200		
		Avance como unidad:	58.2 %

5.1.2. Supongamos que se tienen que colocar 180 Tons. de acero de refuerzo, de las cuales se han habilitado 67 Tons. y se han colocado 68 Tons. ¿Cuál es el Avance como Unidad del Concepto?

Solución: Las etapas principales de este trabajo las calificaremos de la siguiente forma:

Habilitado	0.60
Armado	0.40
	1.00

De dónde:

Acero Habilitado	67	x 100 x 0.60 =	28.32 %
Acero total	180		
Acero Armado	68	x 100 x 1.00 =	37.71 %
Acero total	180		
		Avance como Unidad:	66.0 %

El sistema seguido en los dos ejemplos anteriores, es aplicable a todos y cada uno de los conceptos de Obra Civil.

En la Figura 6 incluimos el criterio de calificar algunos tipos de trabajos civiles y que pueden aplicarse cuando no se requiera una mayor exactitud.

5.2 Obra Mecánica. Se pueden dividir los trabajos correspondientes a la Obra Mecánica en la siguiente forma:

5.2.1. Equipo Fabricado y Armado en Taller.

En la obra mecánica es símbolo de avance, el montaje del equipo, es decir, que cualquier equipo que se encuentre en los patios o almacén de la obra no produce ningún "avance físico", en tanto no se inicia el montaje.

Para el montaje del equipo se siguen una serie de pasos de modo que se podrá asignar un porcentaje a cada uno de ellos, y se considerará que cuando se ha ejecutado el trabajo correspondiente a cada etapa, se habrá alcanzado el porcentaje de avance físico que le fué asignado. En la Figura 7, se muestran las etapas y porcentajes correspondientes al montaje de los equipos más comunes. Los valores ahí mostrados podrán servir de guía para fijar porcentajes en el caso de equipos que no se encuentren incluidos en los listados.

5.2.2. Equipo Armado en Campo.

Cuando se trata de equipos complejos que van a ser montados en campo, como puede ser el caso de tanques, torres de enfriamiento, etc., tendremos que recurrir a un desglose en todos los conceptos principales que formen el equipo en cuestión, asignando puntos a cada uno de ellos, en función del importe de la obra de mano requerida para su ejecución. En la Figura 8 se incluye un ejemplo. En una forma similar se puede manejar la determinación del avance físico en la instalación de cualquier equipo, por complejo que sea. Desde luego será necesario el conocimiento al detalle del trabajo en cuestión, así como el buen juicio de la persona que asigne las calificaciones a cada concepto.

Cada vez que se desea calcular el avance físico en un equipo, se procede a estimar el porcentaje de avance en cada concepto y multiplicándolo por el número de puntos asignados a él, obtendremos la puntuación correspondiente al avance logrado. La suma de los puntos dividida por la puntuación total nos dará el avance físico.

Este procedimiento podrá utilizarse para medir también el avance en la fabricación del equipo en taller.

5.2.3. Tubería

Debido a que en el cálculo de la "calificación" de las tuberías - se han tomado en cuenta todos los "factores de corrección", el -- cálculo del avance físico en la instalación de tuberías será relativamente sencillo, ya que sólo se requerirá de medir la longitud instalada, la cual se afectará por los siguientes valores, según el estado de avance en que se encuentra y el lugar en que ha sido fabricada la tubería.

Tubería prefabricada en taller.

Prefabricación	0.5
Montaje	0.3
Soldadura	0.1
Pruebas	0.1
	1.0

Tubería fabricada y montada en campo.

Instalación	0.5
Soldadura	0.4
Pruebas	0.1
	1.0

En la Figura 9 se podrá ver un ejemplo de la forma en que calcula el avance físico. La longitud equivalente instalada se calculará en la siguiente forma:

Supongamos que la línea SL-OC-01 está siendo prefabricada en taller e instalada en el campo, teniendo a la fecha las siguientes cantidades asentadas:

Tubería instalada y soldada	96 m.
Tubería instalada	110 m.
Tubería prefabricada	180 m.

La longitud equivalente [illegible]

96 x (0.5 + 0.3 + 0.1)	=	86.4
110 x (0.5 + 0.3)	=	88.0
180 x (0.5)	=	90.0
		264.4 m.

A continuación calculamos el "valor de la unidad"

$$\frac{264.4}{400} \times 100 = 66\ \%$$

5.3 Obra Eléctrica.- Para el cálculo del avance como la unidad, - usaremos los siguientes criterios generales:

Tubería conduit.	% de los metros lineales instalados.
Alambrado	% de los metros lineales instalados.
Sistema de tierras	% de los metros lineales instalados.

Si se desea una mayor exactitud se podrán hacer ajustes en relación al diámetro del conduit y al espesor del cable en una forma similar al caso de la tubería

En el caso de los equipos, dependiendo de la complejidad de los mismos, recomendamos que se use el sistema de puntos que ya fué explicado. Las conexiones y pruebas deberán incluirse entre los conceptos en que se divida el montaje del equipo.

5.4 Instrumentación.- Para el cálculo del "valor de la unidad" en la instrumentación, seguiremos los siguientes criterios generales.

5.4.1. Instrumentos Menores (Termómetros, Manómetros, etc.) % de - las unidades instaladas.

5.4.2. Instrumentos Mayores:

a) Por instrumento.

1. Montados en su soporte	10%
2. Conectados a la línea de proceso, suministro de aire y tubing.	80%
3. Calibración	10%

b) Por cuenta % de las unidades instaladas.

5.4.3. Tubing

a) Canastilla	40%
b) Tubing instalado y conectado a la caja de conexión	50%
c) Pruebas	10%

5.4.4. Haz de tubos

a) Haz colocado y caja de conexión montada	40%
b) Conectado al panel y a la caja de conexión	50%
c) Pruebas	10%

6.0 CALCULO DEL AVANCE GLOBAL

Como hemos venido viendo, se van considerando como unidades a fin de dar calificaciones, primero el Proyecto total, el cual se divide en áreas; segundo, cada área, la cual a su vez se divide en - cuentas. Esto requiere que todos los avances se vayan integrando hacia arriba hasta llegar a obtener el "Avance Físico Global" del proyecto. Vamos a explicar un ejemplo utilizando todos los valores que hemos venido usando hasta ahora, para lo cual nos referiremos a la Figura 1,2 y 9.

En la Figura 9 se muestra el cálculo del "Avance Global" de la - Cuenta de Tuberías. Este es igual al producto de multiplicar el valor de la "calificación" correspondiente a la línea por el avance correspondiente al "Valor de la Unidad". En el caso de la línea SL-OC-01 tendremos:

9.1 x 66% = 6.01% de Avance Global.

La suma de los valores así obtenidos para cada una de las líneas nos da el valor correspondiente al "Avance Global" de la Cuenta - de Tuberías.

Procediendo en idéntica forma se obtiene el "Avance Global" de todas y cada una de las cuentas en que se ha dividido un área, el - cual se multiplica por la calificación que le corresponde dentro del área. Siguiendo este procedimiento, se obtienen los Avances

Globales de cada una de las cuentas que forman el Area 42, hasta ahora, para lo cual nos referiremos a las Figura. 10.

La suma de los Avances Globales correspondientes a cada cuenta - nos da el"Avance Global" del Area que en este caso es de 62.4%.

Repitiendo el procedimiento descrito,se calculan los Avances Globales de cada Area. A fin de obtener el "Avance Global" del proyecto, los valores obtenidos para cada Area se multiplican por su calificación, obteniendo así "Avance Global" de cada área dentro del Proyecto (Fig. 11). La suma de estos valores nos indica el - Avance Global del Proyecto, que en este caso es de 69.62%.

AVANCE FISICO

CALCULO DE LA "CALIFICACION"

AREAS

Area o Cuenta	CONCEPTO	PRESUPUESTO ACTUAL		CIFRAS DE CALCULO			CALIFICACION		
		O.M.	S.C.	O.M.	25%S.C.	TOTAL	o.m.	C.S.	TOTAL
	Areas de Servicio								
23	Sistema contra incendio	159,313	75,694	159,313	18,924	178,237	7.3	0.9	8.2
28	Tratamiento de agua	423,827	358,217	423,827	89,554	513,381	18.3	3.9	22.2
30	Relocalización de equipo existente	41,305	134	41,305	34	41,339	1.7	0.1	1.8
	total de servicios	624,445	434,045	624,445	108,512	732,957	27.3	4.9	32.2
	Areas de proceso								
41	oxidación	209,756	123,789	209,756	30,947	240,703	8.9	1.5	10.4
42	hidrogenación	238,443	117,318	238,443	29,330	267,773	10.3	1.3	11.6
43	extracción	165,468	33,674	165,468	8,419	173,887	7.1	0.4	7.5
44	destilación	494,608	60,954	494,608	15,239	509,847	21.0	0.7	21.7
45	filtración	351,105	123,763	351,105	30,941	382,046	15.3	1.3	16.6
TOTAL AREA PROCESO		1,459,380	459,498	1,459,380	114,876	1,574,256	62.6	5.2	67.8
TOTAL COSTO DIRECTO		2,083,825	893,543	2083,825	223,388	2,307,213	89.9	10.1	100 %

figura 1 forma SC-43

AVANCE FISICO

CALCULO DE LA CALIFICACION

CUENTAS

área N° de cuenta	CONCEPTO	PRESUPUESTO ACTUAL O.M.	S.C.	CIFRAS DE CALCULO O.M.	25%S.C.	total	CALIFICACION O.M.	S.C.	total
42-1000	Prep y Mov. de tierras	132		132		132	0.1		0.1
42,1100	Cimentaciones	3,902		3,902		3,902	1.5		1.5
42-1300	Estructuras diversas	8,900	55,148	8,900	13,787	22,687	3.4	5.1	8.5
42-2000	Equip. Vent y aire acond.	12,616		12,616		12,616	4.7		4.7
42-2500	Bombas	6,165		6,165		6,165	2.3		2.3
42-3000	Torres Proceso	12,830		12,830		12,830	4.8		4.8
42-3400	Filtros	8,759		8,759		8,759	3.3		3.3
42-3900	Separadores y clasificadores	5,346		5,346		5,346	2.0		2.0
42-4000	Eyect y Sist de vacío	10,692		10,692		10,692	4.0		4.0
42-4100	Sist. de Seguridad y venteo	1,069		1,069		1,069	0.4		0.4
42-5000	Tuberías	35,140		35,140		35,140	13.1		13.1
42-5100	Accesorios	43,500		43,500		43,500	16.2		16.2
42-5200	Válvulas	2,270		2,270		2,270	0.9		0.9
42-5400	Aislamiento		44,316		11,079			4.2	
42-5500	Soportería	23,096		23,096		23,096	8.6		8.6
42-5600	Pintura		17,854		4,464	4,464		1.7	1.7
42-5700	Empaques y tornillos	6,000		6,000		6,000	2.2		2.2
42-6000	Sist. de Tierras y pararrayos	2,427		2,427		2,427	0.9		0.9
42-6200	Fuerza Baja Tensión y Control	4,037		4,037		4,037	1.5		1.5
42-6300	Alumbrados y contactos	6,224		6,224		6,224	2.3		2.3
42-6400	Sistetas de comunicación	2,153		2,153		2,153	0.8		0.8
42-7000	Aparatos de control Y/o Med.	19,605		19,605		19,605	7.3		7.3
42-7300	Líneas de alimentacion	17,598		17,498		17,598	6.5		6.5
42-7400	Elementos finales de control	5,982		5,982		5,982	2.2		2.2
TOTAL DEL AREA		238,443	117,318	238,443	29,330	267,773	89.0	11.0	100%

figura 2 forma SC-43

AVANCE FISICO
CALCULO DE LA CALIFICACION
SUBCUENTAS

área N° cuenta	C O N C E P T O	O.M.	S.C.	O.M.	25%S.C.	total	O.M.	S.C.	total
42-11	Excavación en mat. de 0 a 2 metros	680		680		680	7.7		7.7
	Cimbra de contacto en zapatas de cimentación	1,010		1,010		1,010	11.4		11.4
	Fierro de Refuerzo fy 4000	1,800		1,800		1,800	20.2		20.2
	Concreto f'c=210 en zapatas de cimentación	5,410		5,410		5,410	60.7		60.7
	TOTAL	8,900		8,900		8,900	100.0%	0	100.0%

figura 3 forma S.C. 43

ARREGLO FISICO

CALCULO DE LA CALIFICACION

TUBERIAS

LINEA	ø	material	cedula	tipo de junta	No. de accesorios	Longitud total (M)	Longitud Ø	FACTORES DE CORRECCION Mat	Ced	tipo Jun.	No. Acc.	Glo	LONGITUD EQUIVALENTE	CALIFICACION
PR-08-11	1½"	A.C.	80	Roscada	1,300	3,700	5,550	1.0	1.25	0.7	2	1.75	9,713	37.54
PR-08-92	1"	A.C.	80	Roscada	162	360	360	1.0	1.25	0.7	2	1.75	,630	2.4[illegible]
PR-08-81	4"	S.S.	10	Sol tope	56	330	1,320	1.57	0.5	1.0	1	0.79	1,043	4.0[illegible]
PR-01-01	20"	A.C.	20	Sol tope	10	300	6,000	1.0	0.8	1.0	1	0.80	4,800	18.5[illegible]
SM-08-01	14"	A.C.	20	Sol tope	26	320	5,320	1.0	0.8	1.0	1	0.80	4,256	16.4[illegible]
MP-00-07	2"	S.S.	5	Sol tope	145	220	440	1.57	0.4	1.0	3	1.60	827	3.2[illegible]
SL-00-01	6"	A.C.	40	Sol tope	110	400	2,400	1.0	1.0	1.0	1	1.00	2,400	9.2[illegible]
SS-00-01	8"	A.C.	40	Sol tope	73	280	2,240	1.0	1.0	1.0	1	1.00	2,240	8.6[illegible]
T O T A L E S													25,909	100.00

FIGURA 4

FACTORES DE CORRECCION EN TUBERIA

a. POR MATERIAL	
Acero al carbón negro	1.00
Acero al carbón galvanizado (roscado)	1.14
Hierro forjado galvanizado (roscado)	1.14
Red Brass (roscado)	1.21
Aluminio 3001 o' 6061	1.86
Aleación aluminio bronce	2.00
Acero inoxidable	1.57.
Monel	1.86
Nickel	2.00
Cromo molibdeno	1.74
Polipropileno	1.74
Havek	1.80
b. POR CEDULA	
Cédula 5	0.40
Cédula 10	0.50
Cédula 20	0.80
Cédula 40	1.00
Cédula 80	1.25
c. POR TIPO DE JUNTA	
Embutida (socket weld)	0.60
Soldada a tope	1.00
Roscada	0.70
Bridada	1.50
Cementada	0.50
d. POR NUMERO DE ACCESORIOS	
Hasta 30 juntas por 100 m.l. tubería	1.00
de 31 a 60 juntas por 100 m.l. tubería	2.00
más de 61 juntas por 100 m.l. tubería	3,00

GUIA PARA DETERMINAR EL AVANCE FISICO EN TRABAJOS CIVILES

1	CIMENTACIONES	
	a) de pilotes	
	A) fabricación	50%
	B) hincado	50
		100%
	b) de concreto	
	A) excavación	20%
	B) cimbrado y armado	40%
	C) colado	20%
	D) decimbrado y detalles de terminación	10%
	E) rellenos	10%
		100%
2	ESTRUCTURAS DE CONCRETO SIN INCLUIR CIMENTACION	
	A) cimbrado y armado	60%
	B) Colado	20%
	C) Decimbrado	10%
	D) Detalles de terminación	10%
		100%
3	ESTRUCTURAS DE ACERO (FABRICADAS EN TALLER)	
	A) Montaje (EN BASE A PESO)	70%
	B) Soldadura.	30%
		100%
4	ESTRUCTURAS PRECOLADAS	
	a) Por unidades precoladas	50%
	B) Por unidades montadas	30%
	C) Junteo	20%
		100%
5	EDIFICIOS	
	a) estructuras de cubierta	
	A) estructura montada	45%
	B) muros y techo completo	45%
	C) Detalles Terminación	10%
		100%
	b) albañilería gruesa	
	A) Muros y piso	50%
	B) Techos	30%
	C) Herrería	10%
	D) Detalles terminación	10%
		100%

GUIA PARA DETERMINAR EL AVANCE COMO UNIDAD EN MONTAJE DE EQUIPO FABRICADO EN TALLER

	COLUMNAS O RECIPIENTES SIN INTERNOS	COLUMNAS O RECIPIENTES CON INTERNOS	TANQUES FABRICADOS EN TALLES SIN INTERNOS	TANQUES FABRICADOS EN TALLES CON INTERNOS	CAMBIADOR DE CALOR, CARGAZA Y TUBOS	CAMBIADOR DE CALOR, TUBOS ALETEADOS	CAMBIADOR DE CALOR ENFRIADOR DE CAJA	CAMBIADOR DE CALOR, ENFRIADOR ALETEADO	CALENTADOR VERTICAL DE FUEGO DIRECTO O PAQ.	CALENTADOR VERTICAL DE FUEGO DIRECTO C.M. CAMP	BOMBA Y MOTOR, UNIDAD PAQUETE	BOMBA Y MOTOR UNIDADES SEPARADAS
SUBESTRUCTURA MONTADA								20		20		
COLADO EN SU LUGAR	60	30	60	30	60	60	25	10	50	20	45	25
NIVELADO Y RECIBIDO	30	15	30	15	30	30	25	10	20	10	35	20
INTERNOS MONTADOS		45		45								
SERPENTINES INSTALADOS							40	20				
TUBOS INSTALADOS										20		
VENTILADOR Y MOTOR ENSAMBLADO								20				
VENTILADOR BALANCEADO								10				
CHIMENEA INSTALADA									20	10		
QUEMADORES INSTALADOS										10		
ALINEAMIENTO VERIFICADO											10	
MOTOR INSTALADO												15
ACOPLAMIENTO Y NIVELACION												30
PRUEBAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ENTREGA AL CLIENTE	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
T O T A L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CALCULO DE AVANCE COMO UNIDAD

EQUIPO MANTARO ES ILCAMEC

	CONCEPTO	Calificación.	avance como unidad ep.2350A	ep.2350B	
1	PLACA DE FONDO COLOCADA Y PUNTEADA	100	100	100	
2	PLACAS 1er.ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	105	
3	PLACAS 2do.ANILLO COLOCADA Y PUNT.	100	90	90	
4	PLACAS 3er.ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	100	0	
5	PLACAS 4o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	ANILLO
6	PLACAS 5o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	
7	PLACAS 6o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	
8	PLACAS 7o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	
9	ANGULO DE COSONAMIENTO	20	20	0	
10	PLACAS DE TECHADO. COLOCADO Y PUNT.	350	350	0	TECHADO
11	SOLADAR FONDO	450	450	0	SOLDAR
12	SOLDAR PRIMER ANILLO	580	580	580	
13	SOLDAR 2o. ANILLO	500	500	100	
14	SOLDAR 3er. ANILLO	420	420	0	
15	SOLDAR 4o. ANILLO	300	300	0	
16	SOLDAR 5o. ANILLO	210	210	0	
17	SOLDAR 6o. ANILLO	190	190	0	
18	SOLDAR 7o. ANILLO	180	180	0	
19	SOLDAR ANGULO	20	10	0	
20	SOLDAR TECHO	860	86	0	
21	COLOCAR Y SOLDAR ESCALERA	50	0	0	
22	COLOCAR Y SOLDAR BOQUILLA	150	0	0	
23	ESMERILAR CORDONES DEL FONDO	275	0	0	
24	ESMERILAR CORDON ENVOLVENTE	800	0	0	
25	ESMERILAR CORDONES DE TECHO	745	0	0	
26	PRUEBA HIDROSTATICA	60	0	0	
27	LIMPIEZA	20	0	0	
SUMA		7,000	4,206	1,070	
AVANCE %		100%	60.1%	15.3%	

Figura 8

CALCULO DE AVANCE FISICO GLOBAL

TUBERIAS

LINEA	LONGITUD TOTAL (M)	CALIFICACION (*)	LONGITUD INSTALADA	VALOR DE LA UNIDAD	AVANCE GLOBAL
PR-CB-111	3,700	37.5%	2,609	72.7%	27.3%
PR-CB-93	360	2.4	360	100.0	2.4
PR-CB-81	330	4.0	180	54.5	2.2
PR-CB-01	300	18.5	300	100.0	18.5
SM-CB-01	380	16.4	80	21.1	3.5
MP-CC-07	220	3.2	110	50.0	1.6
SL-CC-01	400	9.3	264.4	66.1	6.1
SE-CC-01	280	8.7	280	100.0	8.7
TOTAL		100.%			70.3

(*) Valores tomados de la figura 4

figura 9

CALCULO DEL AVANCE GLOBAL DEL AREA 42 HIDROGENACION

No. de cuenta	C O N C E P T O	calificación.	avance de la unidad	avance global
42-1000	PREPARACION Y MOVIMIENTO DE TIERRA	0.1	100.0	0.1
42-1100	CIMENTACION	1.5	100.0	1.5
42-1300	ESTRUCTURAS DIVERSAS	8.5	95.6	8.1
42-2000	EQUIPO VENT.Y AIRE ACONDICIONADO	4.7	50.3	2.4
42-2500	BOMBAS	2.3	90.4	2.1
42-3000	TORRES DE PROCESO	4.8	80.1	3.8
42-3400	FILTROS	3.3	61.8	2.0
42-3900	SEPARADORES Y CLASIFICADORES	2.0	93.2	1.9
42-4000	EYECTORES Y SISTEMAS DE VACIO	4.0	30.1	1.2
42-4100	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VENTEOS	0.4	63.2	0.3
42-5000	TUBERIAS, ACCESORIOS, VALVULAS	30.2	70.4	22.6
42-5400	AISLAMIENTO	4.2	0.0	0.0
42-5500	SOPORTERIA	8.6	94.6	8.1
42-5600	PINTURA	1.7	0.0	0.0
42-5700	EMPAQUES Y TORNILLOS	2.2	43.2	1.0
42-6000	SISTEMAS DE TIERRAS Y PARARRAYOS	0.9	71.6	0.6
42-6200	FUERZA BAJA TENSION Y CONTROL	1.7	18.2	0.3
42-6300	ALUMBRADO Y CONTACTOS	2.3	36.1	0.8
42-6400	SISTEMA DE COMUNICACIONES	0.8	0.0	0.0
42-7000	APARATOS DE CONTROL Y/O MEDICION	7.3	0.0	0.0
42-7300	LINEAS DE ALIMENTACION	6.5	86.1	5.6
42-7500	ELEMENTOS FINALES DE CONTROL	2.2	0.0	0.0
	AVANCE GLOBAL DEL AREA	100.0		62.4%

FIGURA 10

CALCULO DEL AVANCE GLOBAL DEL PROYECTO

area	nombre	calificación.	avence de la unidad	avance global
AREAS DE SERVICIO				
23	SISTEMA CONTRA INCENDIO	8.2	46.1	3.78
28	TRATAMIENTO DE AGUA	22.2	84.9	18.85
50	RELOCALIZACION DEL EQUIPO EXISTENTE	1.8	76.3	1.37
		32.2		24.00
AREAS DE PROCESO				
41	OXIDACION	10.4	56.1	5.83
42	HIDROGENACION	11.6	62.4	7.23
43	EXTRACCION	7.5	81.3	6.09
44	DESTILACION	21.7	94.2	20.44
45	FILTRACION	16.6	36.3	6.03
		67.8		45.62
AVANCE GLOBAL DEL PROYECTO		100.0%		69.62

Figura 11

INGENIERIA DE COSTOS

3.- Para la obtención de P.U. por Inspección se podrán aplicar los - mismos métodos mencionados en el punto 1 de este capítulo, agregándo se la parte correspondiente a materiales e Indirectos.

Los materiales que constituyen el otro recurso básico pueden determi narse mediante cubicaciones y factores de uso que generalmente conocen con suficiente aproximación.

Si el caso es que se tengan dudas respecto a ciertos consumos o desperdicios de materiales, pueden diseñarse inspecciones adhoc para determinarlos, los cuales no es necesario repetir mas que ocasionalmente, debido a la poca variabilidad de estos factores.

Los indirectos, tales como Administración y Supervisión de Campo, -- Administración Central, Intereses, Seguros, Impuestos y Finanzas, no se prestan a una determinación por los métodos antes descritos. Por lo tanto los Costos Indirectos se inspeccionan en base a porcentajes sobre los costos directos, en base a la experiencia y criterio general de la Construcción.

Inspección de Costos

- Mano de Obra (Rendimientos y productividad)
- Equipo de Construcción (Rendimientos y productividad
- Materiales
- Indirectos

P.U.

V.- EJEMPLOS

REPORTE DE INSPECCIÓN DE COSTOS.

) OBRA: _____ c) CONTRATO: _____

) LUGAR: _____ e) UNIDAD: _____

) FASE: _____

) ALCANCE: _____

MANO DE OBRA			MES Y AÑO																												
Salario	Clasif.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
(g)	(h)	(i)	(j)																														
oras de duración de la Jornada																																	

MAQUINARIA.																																	
dif.	Clase (m)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
(l)			(n)																														
o) AVANCES.																																	

Se anotarán los salarios que paga el Contratista. El Inspector de Costos procurará investigar y comprobar estos salarios por medio del personal del Contratista y consultando las listas de raya o tarjetas de pago. En caso de que no sea posible obtener estos datos, se dejarán en blanco los espacios correspondientes. Si alguno o algunos de los trabajadores trabajan por destajo y se conoce el importe de éstos, se anotarán, en hoja anexa al Reporte de Inspección o bien al reverso del mismo, indicando la base del destajo. También se anotarán los importes de las gratificaciones o cualquier otra clase de pago que se haga a los trabajadores.

Clasificación.-.

A la vista de las labores realizadas por el trabajador y del salario que éste percibe, el inspector de costos seleccionará la clasificación que le corresponda dentro del Tabulador de Oficial aceptado por la dependencia, escogiendo aquélla que tenga mayor aproximación con las labores y el salario del trabajador.

Actividad.-

Se anotará el nombre con que se designa comunmente el puesto desempeñado por el trabajador y que mejor describa sus funciones, por ejemplo: maniobrista, fierrero, azulejero, sopletero, etc. Se deberán anotar también los operadores de la maquinaria que ocupa el Contratista para el desarrollo de la fase.

Cantidad.-

En el renglón correspondiente al puesto desempeñado por cada trabajador y en la columna del día de calendario correspondiente a cada visita a la obra, se anotará el número de personas de esa categoría que se encuentren trabajando. En el caso de que las visitas de inspección no sean diarias, se señalarán cuales fueron los días de visita, encerrando en un círculo el número correspondiente a esos días.

Cuando se observen cambios en el personal entre una visita y la siguiente, el inspector de costos procurará investigar cuándo se produjeron dichos cambios. Igualmente investigará si hubo días que no laboraron u otras circunstancias de este tipo. En base a la información recabada se anotará el número de personas que trabajaron diariamente durante los lapsos entre visitas.

Horas de duración de la jornada.-

Se anotarán las horas que laboran los trabajadores durante el día,

considerándolas desde la hora de entradas hasta la de salida.

El inspector de costos procurará investigar este dato con los encargados del trabajo.

En la parte inferior de la forma se reportará la maquinaria empleada en la ejecución directa de los trabajos, anotando lo siguiente:

Codificación y Clase de Maquinaria.-

Se anotará la clase de maquinaria y su correspondiente codificación, tal como aparezca en los tabuladores de rentas horarias de maquinaria que tenga en vigor la dependencia.

Cantidad.-

En el renglón correspondiente a la clase de cada máquina y en la columna del día calendario respectivo, se anotará el número de máquinas de este tipo que se encuentren laborando.

No se tomará en cuenta la maquinaria que se encuentre descompuesta o que no se esté utilizando. En el caso de que las visitas de inspección no sean diarias, se señalarán cuáles fueron los días de visita, encerrando en un círculo el número correspondiente a esos días. Cuando se observen cambios en la maquinaria entre una visita y la siguiente, el inspector de costos procurará investigar cuándo se produjeron dichos cambios. Igualmente investigará si hubo descompostura de maquinaria u otras circunstancias

de este tipo. En base a la información recabada se anotará el número de máquinas que se utilizaron diariamente durante los lapsos entre visitas.

Avances.-

Cada visita, el inspector hará la medición de la obra terminada en cada lapso entre observaciones. La medición se hará en las unidades de obra que se hayan determinado para cada fase. En el caso de que no se haya terminado ninguna unidad, el avance que se anota es cero, no obstante que en los renglones superiores del reporte se hayan anotado mano de obra y maquinaria trabajando.

En el caso de que por lluvias, falta de materiales, falta de permisos, etc., no hubiera avances, se anotará también cero, indicándo la causa de la falta de producción en hoja anexa al reporte de observaciones o bien al reverso del mismo. Cuando no sea posible efectuar en campo la medición de la obra realizada, se dejará este espacio en blanco, y, al terminar la fase de obra, se determinará el volumen total realizado con base en el proyecto.

El inspector de costos deberá complementar el reporte con información acerca de los factores que afecten el costo de la obra. Dichos factores podrán ser de dos clases:

a).- Factores Endógenos: se refieren a las características propias del proceso constructivo que afectan directamente a los avances de

la obra tales como: topografía, tipo de suelo, tren de maquinaria, alturas o profundidades de los sitios de trabajo, organización del trabajo y procedimientos especiales de construcción. Se procurará uniformizar esta clase de factores para cada fase de obra.

b).- Factores Exógenos: son los que se origina en el ambiente del sistema obra y que afectan al costo de la misma indirectamente, tales como lluvias, falta de permisos, falta de suministro de materiales, obstáculos ajenos al contratista, etc.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.

Una vez que se ha recabado la información de campo en los "Reportes de Inspección de Costos", tal como se mencionó anteriormente, se procederá a procesar dicha información. Para el procesamiento, puede utilizarse la forma anexa que se denomina "Hoja Resumen de Insumos". En el encabezado de esta hoja se anotarán los mismos datos de identificación que aparecen en los Reportes de Inspección de Costos, referentes a la OBRA, el LUGAR, el CONTRATO, la FASE, el AVANCE y la UNIDAD.

El procesamiento consistirá básicamente en determinar:

a).- La "Cuadrilla Tipo", es decir el número de trabajadores de cada especialidad que en promedio laboraron en la fase, así como el grupo de máquinas que en promedio auxiliaron en la ejecución de la fase.

b). - Las horas-hombre (H-H) y las horas-máquina (H-M) por especialidad.

c). - Las horas-hombre y horas-máquina (H-H-E y H-H-E-M) equivalentes en costo a las horas de peón u obrero general, con la finalidad de tener una base común que nos permita valuar los insumos o recursos empleados en la ejecución del trabajo en una forma sencilla.

d). - El rendimiento mínimo, medio y máximo que desarrolló el personal a lo largo de la construcción de la fase de obra y la desviación standard de los rendimientos.

A continuación se indica cómo debe procesarse la información para obtener los datos anteriormente descritos.

Jornada Promedio. -

Se determinará sumando las horas de duración de la jornada, consignadas en los Reportes de Inspección de Costos y la suma total se dividirá entre el número de días trabajados y se anotará en el espacio destinado a ello.

Clasificación. y denominación de la mano de obra. -

Igual que en el reporte de inspección de costos, en las columnas que aparecen a continuación, se consignan los datos de jornadas-hombre (J-H) de todos los meses que dure la construcción de la fase. Para ello, se tomarán de los reportes de costos, las cifras del número

a) OBRA

c) CONTRATO

d) FASE:

b) LUGAR

f) ALCANCE:

h) JORNADA PROMEDIO

MANO DE OBRA

mes y año

g) UNIDAD

Clasif.	DENOMINACION	J-H	J-H	J-H	J-H	J-H	J-H	TOTALES J-H	H	H-H	H-HE
i)	j)	k)						l)	n)	o)	p)

m) Numero de Jornadas Trabajadas

TOTAL

MAQUINARIA

Codif.	DESCRIPCION	J-M	J-M	J-M	J-M	J-M	J-M	TOTALES J-M	M	H-M	HME
q)	r)	s)						t)	u)	v)	w)

TOTAL

OBRA EJECUTADA %

TOTAL

CUADRO RESUMEN

H-H-E/UNIDAD (M de O) 100%

H-H-E-M/UNIDAD (Maq) %

H-H-E-T/UNIDAD

COSTO/UNIDAD

Salario horario obrero general

Rendimiento por Cuadrilla { Min / Med / Máx

Desv. Std

FACTORES DE COSTO

de trabajadores de cada categoría que laboraron durante cada día del mes, sumándolas. En el caso de que la duración de la fase de obra sea mayor a 6 meses, se usarán hojas adicionales.

J-H Totales: -

Se sumarán por renglones las jornadas-hombre consignadas en las columnas de cada mes, anotándolas en esta columna y en el renglón correspondiente.

Número de Jornadas Trabajadas. -

Se anotará para cada mes, la suma de días trabajados en la fase de obra, en la columna correspondiente. Al final de este renglón se anotará la suma de los días trabajados en cada mes.

La columna titulada H servirá para anotar el cálculo de los hombres de cada clasificación que se utilizaron en promedio, lo que constituye la "Cuadrilla Tipo", y que se calculará con la siguiente expresión:

$$H = \frac{\Sigma\,(J\text{-}H)}{N}$$

Σ (J-H) = Suma de jornadas-hombre de cada clasificación

N = Número de jornadas trabajadas

H = Número promedio de hombres de cada clasificación

La columna H-H servirá para anotar las horas-hombre por especialidad, que se calculan multiplicando las ciras de la columna J-H por las horas de duración de la jornada promedio.

En la columna H-H-E se anotarán las horas-hombre equivalentes en costo a las horas de obrero general y se determinarán en la forma siguiente:

Del tabulador de salarios se tomará, para cada una de las clasificaciones de los trabajadores, el salario y se dividirá entre el salario del obrero general; la cifra resultante se multiplicará en cada caso por el número de horas-hombre del renglón respectivo.

Se hará la suma de las H-H-E consignándolas en el lugar destinado a ello.

Con respecto a las máquinas que intervienen en los trabajos se anotarán los siguientes datos:

Codificación y descripción.-

Se anotarán tal como aparecen en los Reportes de Inspección de Costos.

En las siguientes columnas, se consignan los datos de jornadas-máquina (J-M) de los meses que dure la construcción de la fase, sumando de los Reportes de Inspección de Costos, el número de máquinas de cada tipo usadas en cada día del mes.

Se anotarán los totales de las jornadas-máquina (J-M) durante los meses que dure la ejecución de la fase.

En la columna M se anotarán las máquinas de cada tipo que en promedio se utilizaron, calculadas con la siguiente expresión

$$M = \frac{\Sigma (J-M)}{N}$$

Σ(J-M) = Suma de jornadas-máquina de cada tipo

N = Número de jornadas trabajadas

M = Cantidad promedio de máquinas de cada tipo.

En la columna H-M se anotarán las horas-máquina de cada tipo, que se calculan multiplicando las ciras de la columna J-M por el número de horas de duración de la jornada promedio y por el factor estimado de tiempo efectivo de utilización respecto al tiempo total de la jornada.

En la columna H-H-E-M se anotarán las horas-máquina equivalentes en costo a las horas de obrero general y se determinarán en la forma siguiente:

Del tabulador de rentas de maquinaria se tomará para cada tipo de máquina, la renta diaria (sin incluír indirectos) y se dividrá entre el salario del obrero general; la cifra resultante se multiplicará en cada caso por el número de horas-máquina (H-M). Se hará la suma de las H-H-E-M consignándolas en el lugar destinado a ello.

Se anotará la cantidad de obra realizada en cada mes, sumando los avances que se tienen consignados en cada uno de los Reportes de Inspección de Costos. Al final de este renglón se anotará la suma de los avances mensuales para obtener la cantidad total de obra ejecutada.

CUADRO RESUMEN.

En este cuadro se anotan los siguientes valores, calculados como se indica:

$$\text{H-H-E/Unidad} = \frac{\text{Total de H-H-E}}{\text{Total de obra ejecutada}}$$

$$\text{H-H-E-M/Unidad} = \frac{\text{Total de H-H-E-M}}{\text{Total de obra ejecutada}}$$

Se calculará también el porcentaje que representa la maquinaria con respecto a la mano de obra, con la expresión siguiente:

$$\frac{\text{H-H-E-M} \times 100}{\text{H-H-E}} = \underline{\qquad}\%$$

La suma de horas-hombre equivalentes por Mano de Obra y por Maquinaria se multiplicarán por el salario horario del obrero general, obteniéndose así el costo por unidad de obra.

Rendimiento por Cuadrilla.

Se calcularán y anotarán los rendimientos diarios mínimo y máximo que se hayan presentado, de acuerdo con los avances consignados en los Reportes de Inspección de Costos. Se calculará también el rendimiento medio, para lo cual se utilizará la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento diario medio por cuadrilla} = \frac{\text{Total obra ejecutada}}{\text{Total de jornadas trabajadas}}$$

Desviación Standard.

Se calculará con la siguiente expresión:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

donde:

N = Número de jornadas trabajadas

Xi = Rendimiento observado en el día i .

$\bar{X}$ = Rendimiento promedio = $\sum X_i / N$

FACTORES DEL COSTO

Se anotarán los factores que afecten al costo, de acuerdo con la información obtenida durante el lapso de observación. Se procurará que estos factores sean valorados numéricamente.

REPORTE DE OBSERVACIONES DE CAMPO

OBRA ARMADO Y ERECCION DE 2 TANQUES ESFERICOS CON CAP. DE 15,000 BLS C/U CONTRATO GPC-184/77

UBICACION FORANEO VER. (DISTRITO INDUSTRIAL)

CONCEPTO SOLDADURA UNIDAD METRO LINEAL

AVANCE ARMADO Y SOLDADO REPORTE No. C-4

MANO DE OBRA — MES ABRIL — 1978

No.	CLAVE	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	—	SOBRESTANTE GRAL									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				1
2	1/2	ARMADOR									1	1	1	1	1	1			1	1	1				1	1	1	1	1				
3	1/2	SOLDADOR									4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3				3	1	4	3	3				2
4	1/4	OPER. DE MAQUINA									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				
5	1/4	OPER. DE GRUA									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				1
6	1/2	AYDTE									6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6				6	6	2	2	2				2
		HRS DE DURACION JORNADA									10	10	10	10	10	6	6	10	10	10	10				10	8	10	10	10				10

RUTINARIA

No.	CLASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	MAQUINAS SOLDADORAS									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				1
	CAMION ESTACAS C/P 3½ TON									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				
	SOLDADORES SOBREHUACALINA									4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3				3	4	4	4	4				3
	COMPRESOR 1711 C/2 CORTE									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				1
	REGLA MONTAJE DIAG.																															
	PARES SOLDADORES									3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3				2	3	3	2	3				3
	DIANA (CALIBRADOR)																															
																												0				
																												0				
										11	10		10	5	10	5	=	10	10	11				10	=	10		14				

NOTAS:

OBSERVACIONES REPORTE No. 043

CARLOS SOSA G.

NOTAS: LAS PLACAS QUE FORMAN LAS ESFERAS TIENEN DOS BISELES, EL ESPESOR ES DE 3/4".
SOLDADURA ESTOS TRABAJOS LOS ESTAN HACIENDO POR SUB. CONTRATO

A LOS SOLDADORES LES ESTAN PAGANDO EL SALARIO TABULADO POR PEMEX DE OBRAS, ESP. + $51.00/PIE DE SOLDADURA TERMINADA. O SEA POR AMBOS LADOS

EL SOBRESTANTE GRAL. QUE ES UNO DE LOS CONTRATISTA TIENE SALARIO DE $ 300.00 CUADRADO.

EL ARMADOR, EL OPERADOR DE WINCHE, CAMION Y LOS AYUDES ESTAN CUADRADOS CON LOS SALARIOS QUE LLEVA EL REPORTE.

EN EL RENGLON DE LOS SOLDADORES HAY UNO QUE NO ES CALIFICADO TRABAJA JUNTO CON EL ARMADOR COLOCANDO Y PUNTEANDO LOS PUENTES EN LAS PLACAS. QUE SE SUELDAN EN EL PISO Y TIENE SALARIO BASE SIN PERCIBIR TIEMPO EXTRA.

LOS DOMINGOS Y DIAS FESTIVOS QUE TRABAJAN EL PERSONAL NO PERCIBE NINGUNA COMPENSACION

HAY DIAS QUE NO TIENEN AVANCE, COMO LOS SIGUIENTES 9, 16, 19, 24 Y 30. ESTO SE DEBE A QUE NO ALCANZAN A SOLDAR POR LOS DOS LADOS O SEA TERMINAN UN LADO Y AL DIA SIGUIENTE HACEN EL OTRO. CADA LAMINA SOLDADA TIENE 5 METROS.

EL TIPO DE ELECTRODOS USADOS EN ESTOS TRABAJOS SON MARCA ELESA 70-18 Ø 1/8, 5/32 Y 3/16

LA SOLDADURA EN LA PARTE EXTERIOR LLEVAN 3 CORDONES Y LA PARTE INTERIOR LLEVA 2 CORDONES - TOTAL 5 CORDONES POR VENA.

EN ESTE REPORTE LOS AVANCES SON AL 100%
O SEA QUE EN LOS DIAS QUE NO SE REPORTA AVANCE, ES PORQUE ESTAN PARADOS Y SE COMPLETA EL 100% AL DIA SIGUIENTE

ESTE CONCEPTO SE INICIO SIMULTANEO AL MONTAJE DEBIDO A QUE EMPEZARON A SOLDAR LAS PLACAS MCA-4 EN EL PISO (TRAMOS DE 2 PZAS)

LAS MAQUINAS SOLDADORAS SON 10 2-LINCOLN 2 P.H. 300 100

T A B L A D E P R O C E S O No. 1

FASE: S O L D A D U R A

UNIDAD: METRO LINEAL JORNADA: 9.52 HRS. PERIODO: 17 DIAS PROMEDIO

NIVEL	PERSONAL	SUMA DE JORNADAS	HRS. HOMBRE POR METRO	PERSONAL
---	Sobrestante General	17		1
15	Cabo de Oficios	14	$\frac{2,246.72}{100} = 22.46$	1
14	Operario Especialista	95		6
11	Operador de 1a.	110		6
	Total Jors.	236		

Total Hrs. Hombre= 236x9.52= 2,245.72

CONF.	MAQUINARIA	SUMA DE D DIAS	TOTAL HRS. MAQUINA	HRS. MAQUINA POR METRO	MAQUINARIA
11	Camion Winche Mod. 52 Capacidad 6 Ton.	17	17x7.62=129.54	$\frac{129.54}{100} = 1.29$	1
13	Camión estacas Cap. 3½ Ton.	17	129.54	1.29	1
	Máquina de Soldar de gasolina 300 Amp.	63	63x7.62=480.06	$\frac{480.06}{100} = 4.80$	4
1	Compresor Atlas Copco Tipo KE5FK c/tanque de aire	17	129.54	1.29	1
	Roteras eléctricos Black and Decker(cardas y esmeril)	48	48x7.62=365.76	$\frac{365.76}{100} = 3.65$	3

Total

OBRA EJECUTADA
5.88m/Jor.
100 m/Período

Proceso: Ing. Luis Hernández I.

HOJA RESUMEN DE INDICADORES. No. 6

FASE: MONTAJE

OBRA: ARMADO Y ERECCION DE DOS TANQUES ESFERICOS DE 15 000 BLS. C/U CONTRATO: GPC-164/72

ALCANCE: HABILITADAS, MONTAJE, PRESENTACION, ALINEACION, FABRICACION Y COLOCACION DE CUÑAS Y MUESTRAS. COLOCACION DE CALZADOS Y ANDAMIAJE Y LIMPIEZA PUNTOS DE SOLDADURA.

UNIDAD: TONELADA JORNADA ANALIZADA: 9.17 HRS. REFERENCIAS: REPORTES NOS. 3, 5, 11, 12 Y 13

1973

MANO DE OBRA.		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	TOTALES	H	H-H-H	H-H-E.
CLASIF.	DENOMINACION	J-H	J-H	J-H	J-H	J-H	J-H			
*	ARMADOR	24	39	31	29	11	134	1	1229	5174
15	SOLDADOR	24	52	(45)	57	37	215	2	1972	4831
15	CORTADOR	17	26	20	27	14	106	1	972	2361
2	AYUDANTES	104	173	124	142	131	674	6	6081	6081
15	OFICIALES OBRA	18	26	2	4	—	50	0.5	459	1125
NO. DE JORNADAS TRABAJADAS		18	28	23	29	23	121			19593

215/121 = 1.78

MAQUINARIA.

CODIF.	DESCRIPCION	J-M	J-M	J-M	J-M	J-M	TOTALES J-M	M	H-M	H-H-E-M
G-1	GRUA ORUGAS NIVEL 56 H.P. 12 TON.	18	22	—	—	—	40	—	293	4345
G-4	GRUA 50 RUEDAS CAP. 50 TON.	—	4	6	2	—	12	—	88	2003
M-10	SOLDADORA MIXTA 300 AMP.	25	53	(45)	51	—	174	1	1275	4989
* *	SOLDADURA ELECTRICA TRANSFORMADOR MILLER	—	—	—	—	37	37	1	271	1023
	EQUIPO OXIACETILENO	25	52	46	50	28	209	2	1532	199
	ESMERIL ELECTRICO	—	—	—	—	60	60	1	536	50
OBRA EJECUTADA		138.99	157.94	50.48	19.41	1.58	563.10			9071

CUADRO RESUMEN

H-H-E/TON. = 19593/216.10 = 53.22 — 100%

H-M-E-M/TON. = 9017/338.10 = 24.50 — 45%

MAN = 0.707

RENDIMIENTO DE CAMPO: H-H/TON = 2.150

MAY = 35.476

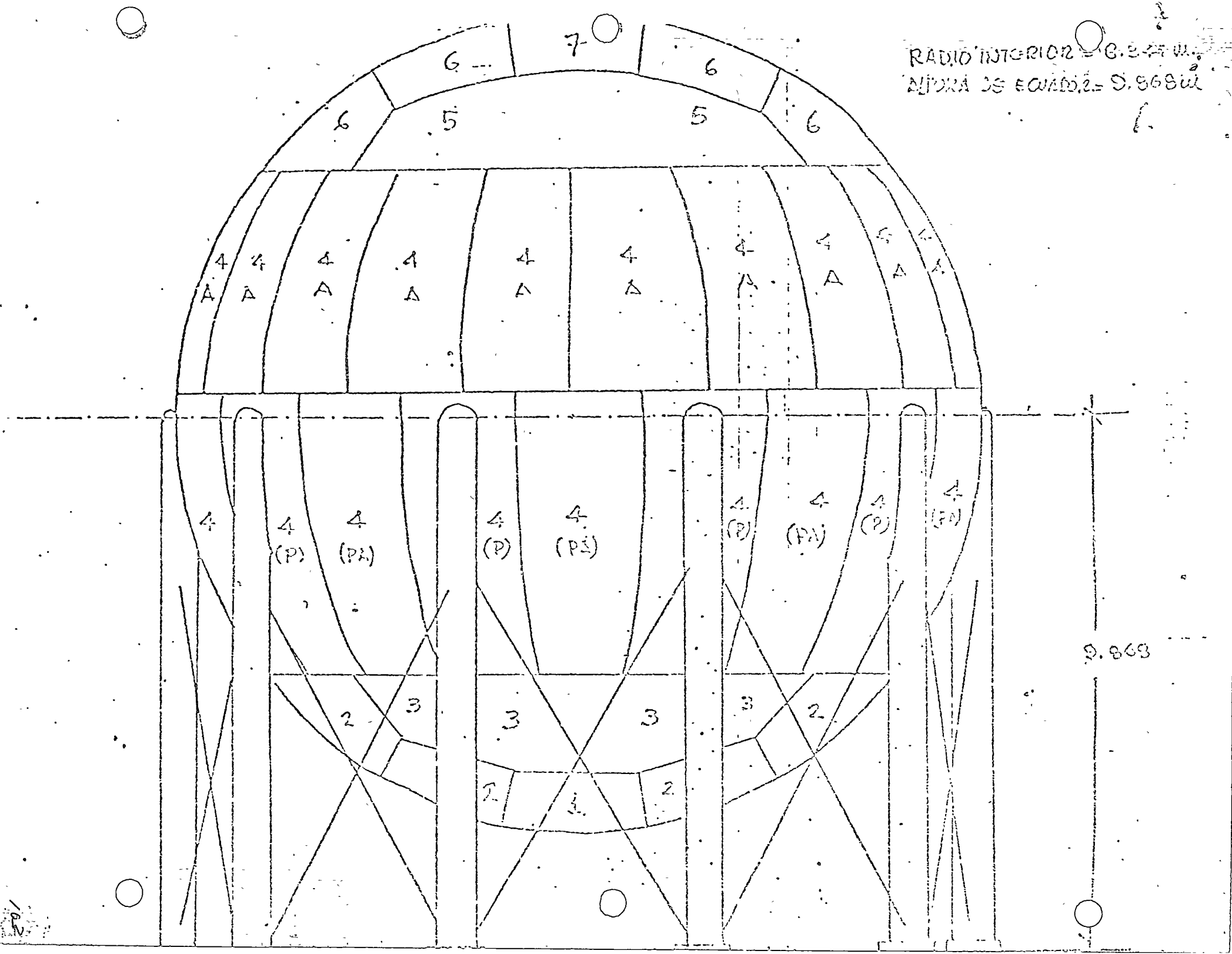
H-H-E-T/TON. = 77.72 X 7.12 = $ 553.37 /TON.

FACTORES DE COSTA: 5 DIAS DE LLUVIA.

* OPER. MAQ. SOLDADURA DE $ 30.00 PER CAPITA EN OBRA H-H-E

** OPER. Y AYUD. DE $ 30.00 PER CAPITA H-H-E

REVISO: ING. LUIS ALEJANDRO LIRA


RADIO INTERIOR = 6.247 m.
ALTURA DE EQUADRO = 5.868 m.
6
7
6
6
5
5
6
4
4
4

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.

TANQUES DE BAJA PRESION
TE-1 Y TE-2, 15,000 BLS. C/U.

1 FASE: MONTAJE.

1.- Descripción del tanque.- Se anexa croquis descriptivo de un tanque con sus dimensiones generales, nomenclatura de placas y espesores de las mismas, complementandose con la sig.:

TABLA

Placas.

Marca	Espesor
1	15/16".
2	15/16"
3	7/8 "
4P	15/16"
4PA	7/8"
4A	7/8 "
5	15/16"
6	3/4 "
7	3/4 "

2.- Método general de montaje.- Se dispone de 2 grúas que hicieron las maniobras exteriormente(fuera de las columnas), se soldaron diversas placas en el piso y se montaron por juegos.

3.- Equipos y herramientas de montaje.- Para la erección se emplearon una grúa de orugas y una de neumáticos, cables, -- máquina de soldar y compresora. Se emplearon las siguientes herramientas: llaves, pistolas de aire, rotores eléctricos-equipos neumáticos de ARCAIR, de corte de oxiacetileno, cinceles, martillos, marros, cepillos de alambre, tablones para andamiaje. Se dispusieron de accesorios de armado: candados punzones, tuercas, pasadores.

4.- Armado previo al montaje.- Se armaron en el piso en juegos de dos piezas las placas: 4A, 5 y 6 (ver croquis). Nota.- todas las placas tienen doble bisel.

5.- Erección.-
a) Columnas tubulares (Estas vienen en dos partes; la inferior que es tubular, y la superior que trae un gajo soldado en taller correspondiente a la zona ecuatorial inferior 4P) Primero se presentó y niveló la parte tubular posteriormente se montó la segunda sección.
b) Posteriormente se hizo el montaje de las placas 4PA (intermedias). Estas piezas se sujetaron con candados.
c) Se montó la sección ecuatorial superior, habiendo soldado en el piso en juegos de 2 placas las 4A.
d) Se montaron las placas 3 y 2 individualmente.
e) Se montaron las placas 5 y 6 habiendose soldado en el piso previamente en juegos de 2 pzas.

2 FASE: SOLDADURA.
a) Se hicieron pruebas de selección de soldadores.
b) Se empleó soldadura ELECA 7016 bajo hidrógeno.

c) Se limpiaron los cordones de soldadura con cardás (rotores eléctricos).
d) Se tomaron radiografías al 100% por procedimiento de bulbo. Se han encontrado defectos de socavado e inclusión de escoria.

Proceso.- Estando los cajos armados y sujetos con los candados y con la separación pedida (1/8") se limpian los biseles y se aplica el cordón de "fondeo" con su penetración requerida (este cordón se remueve por la otra cara con ARCAIR). Se limpia el cordón con cincel y cepillo, rebajando los abultamientos; se eliminan las porosidades con cincel punta de cabra. Posteriormente se aplica el cordón de paso caliente, se hace la misma limpieza y se aplica el cordón de relleno (interiormente son solo dos cordones). El primer cordón de fondo se suelda por el procedimiento de retroceso o sea; se comienza a soldar un pié antes de llegar a los extremos dejando una separación intermedia de un pié de abajo hacia arriba, posteriormente se regresa el soldador a llenar el espacio intermedio. Los otros cordones se aplican de abajo hacia arriba.

Nº

PROY. No. _____

OBSERVACION DE RENDIMIENTOS
(SPOT CHECK)

UBICACION _____

OBSERVADOR _____

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD.

FECHA _____ CONDICIONES CLIMATERICAS [ ]

HORA _____ CONDICIONES DE LUGAR [ ]

ALTURA S. N. P. _____ Mts.

CANTIDAD EJECUTADA _____ UNIDAD _____

P E R S O N A L

No.	CATEGORIA	HORAS TRABAJADAS NORMAL	EXTRA	TOTAL	DESCRIPCION DEL TRABAJO EJECUTADO

E Q U I P O

DESCRIPCION	HRS.	EMPLEADO EN :

OBSERVACIONES: _____

DEPTO. TECNICO

OBRA _____
LUGAR _____
FECHA _____
REPORTE Nº _____

CONTROL DE PRODUCTIVIDAD

ZONA _____
DIVISION ____ [C] [M] [E]
AREA _____
REPORTO _____

CARGO	CONCEPTO	PERSONAL	UNIDAD	PRODUCTIVIDAD NORMAL EN 8 HORAS	PRODUCCION OBSERVADA EN OBRA	FACTOR DE ZONA		OBSERVACIONES
						TEORICO	OBSERVADO	

OBRA _____
LUGAR _____
FECHA _____
REPORTE Nº _____

RENDIMIENTOS DE OBRA

ZONA _____
DIVISION [C] [M] [E]
AREA _____
TIEMPO _____
REPORTO _____

FECHA	CARGO	CONCEPTO	PERSONAL EMPLEADO	U.	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO	RENDIMIENTO	OBSERVACIONES

FORMA CT - 25

HOJA _____ DE _____

CAPITULO IV

COSTO DE LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION

CAPITULO IV

COSTO DE LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION

IMPORTANCIA ECONOMICA DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION.

Una gran parte de las inversiones que se hacen en obras públicas corresponden a construcción pesada, en cuyo costo juega un papel predominante la maquinaria de construcción. Puede decirse que una parte muy importante del presupuesto de obras públicas, del orden del 20 al 30%, se gasta directa o indirectamente en maquinaria de construcción.

Desde el punto de vista del contratista o constructor, debe considerarse que su capital está invertido casi totalmente en maquinaria de construcción y que de la eficiencia con que ésta se administre y aproveche dependen principalmente las utilidades de la empresa y la capacidad de supervivencia de ésta.

Resulta, por lo tanto, de primordial importancia estimar correctamente los costos de la maquinaria de construcción y controlarlos con máximo cuidado.

SELECCION DEL EQUIPO.

La maquinaria de construcción, con relación a una obra determinada, constituye la planta o sistema procesador, de la misma manera que una planta industrial constituye el procesador de los productos que salen de ella. Una planta industrial se planea cuidadosamente, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista económico, para asegurar la

rentabilidad de la inversión. De la misma manera, la empresa constructora debe planear la adquisición de su equipo de construcción en función del tipo de obras en las que desea competir, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista económico, para asegurar la rentabilidad de la inversión en dicho equipo.

Por consiguiente, la buena administración del equipo de construcción debe empezar por una cuidadosa selección del mismo; esta selección constituye una de las decisiones estratégicas más importantes de la empresa. Igualmente, puede decirse que la selección de maquinaria para una obra en particular, determina en gran parte los costos de construcción de la obra.

Debe seleccionarse el equipo de máquinas que redunde en el mínimo costo total de construcción, teniendo en cuenta los volúmenes de obra, los tiempos y espacios disponibles, las características del terreno, la disponibilidad y costo de la mano de obra y otros factores semejantes.

Una de las decisiones más importantes de la gerencia de una empresa se refiere a la forma de adquirir la maquinaria: compra con capital de la empresa, compra con capital prestado, compra a plazos, renta o renta con opción en compra. El criterio de decisión es netamente económico y financiero. Se incluye como Anexo "A", al final de este capítulo el artículo intitulado "Equipment Option: Buy, Lease or Rent" en el que contratistas destacados de los E.E.U.U. dan sus puntos de vista sobre las ventajas y desventajas de comprar vs. rentar. En el mismo artículo aparece un cua-

dro económico-comparativo que ilustra la forma de evaluar las diferentes alternativas.

Desde el punto de vista de una dependencia pública contratante, el objetivo debe ser obtener los costos mínimos de obra y aprovechar al máximo la maquinaria disponible en el país. Es un buen criterio, en general, seleccionar para el concurso de una obra a contratistas que dispongan del equipo básico necesario para ejecutarla. De otra manera no se aprovecha la capacidad de las empresas y se provocan conflictos cuando el ganador del concurso, que carece del equipo necesario, recurre a alguno de los perdedores para alquilarle su equipo. Por supuesto que es raro que una empresa tenga absolutamente todo el equipo necesario para una obra y por lo tanto, en la mayoría de los casos las empresas constructoras rentan una parte del equipo que necesitan para una obra específica.

Debe estudiarse también la conveniencia de adquirir equipo usado. Este puede resultar más económico que el rentado, sobre todo tratándose de trabajos auxiliares o secundarios, o de trabajos que requieren equipos especializados de "un solo uso" ; o bien cuando se trata de equipo de relevo. En estos casos es necesaria una revisión minuciosa del equipo usado para asegurarse de que puede prestar el servicio requerido en forma adecuada.

ESTIMACION DE LOS COSTOS DE MAQUINARIA.

Los costos de la maquinaria de construcción suelen expresarse en función del tiempo de operación. La base de medición más usada es la "hora-máquina", de la misma manera que para estimar el costo de la mano de obra la base de medición más común es la "hora-hombre". En Consecuencia es necesario analizar los elementos que integran el costo de la hora-máquina.

Los factores que afectan el costo horario son: el valor de adquisición, las condiciones del trabajo, el número de horas que se utiliza por año, el número de años de uso, el cuidado de mantenimiento y reparación y la demnda de equipo usado que exista cuando se venda, puesto que ésta afectará el valor de rescate.

El costo directo de la hora máquina se compone de cargos fijos, cargos por consumos, cargos por operación y, en su caso, cargos por transporte.

CARGOS FIJOS.

Los cargos fijos son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros, almacenaje y mantenimiento mayor y menor.

a). - Cargo por Depreciación .- Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, o de los adelantos tecnológicos, durante el tiempo de su vida económica.

Se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este cargo está dado por: $$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

En esta ecuación:

D representa el cargo horario por depreciación;

Va representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el valor de las llantas, en su caso;

Vr representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica; y

Ve representa la vida económica de la máquina, expresada en horas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado. (Véase figura 29) Más adelante se explica con mayor extensión el concepto de vida económica.

b). - Cargo por inversión .- Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria. Está dado por:

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

En esta ecuación:

I es el cargo horario por inversión;

Va y Vr representan los mismos valores enunciados en el punto anterior;

Ha representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año; e

i. representa la tasa de interés anual aplicable, expresada como fracción decimal. (Vease la figura 30)

$$D = \frac{Va - Vr}{Vc} \quad \$/h$$

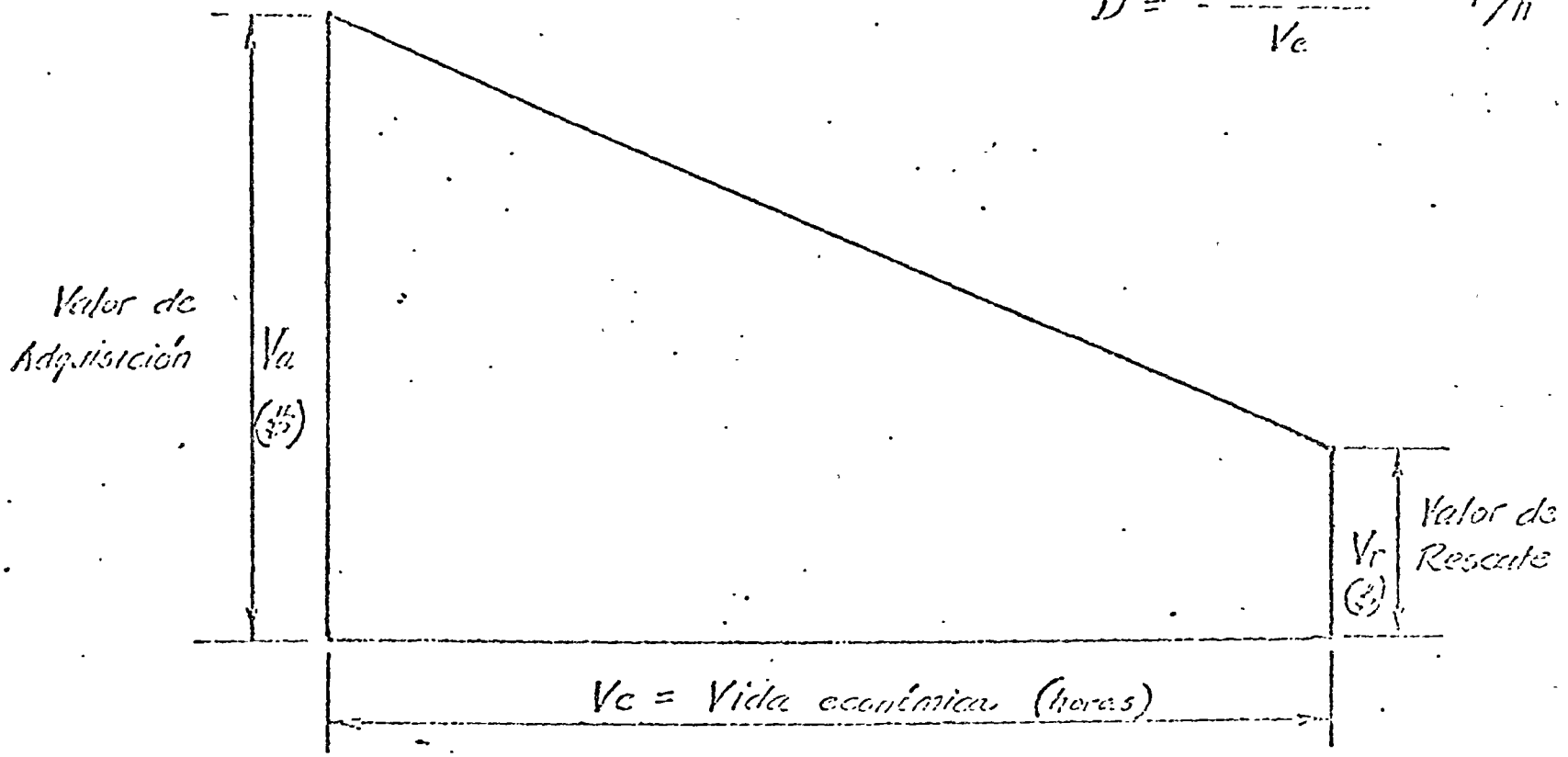


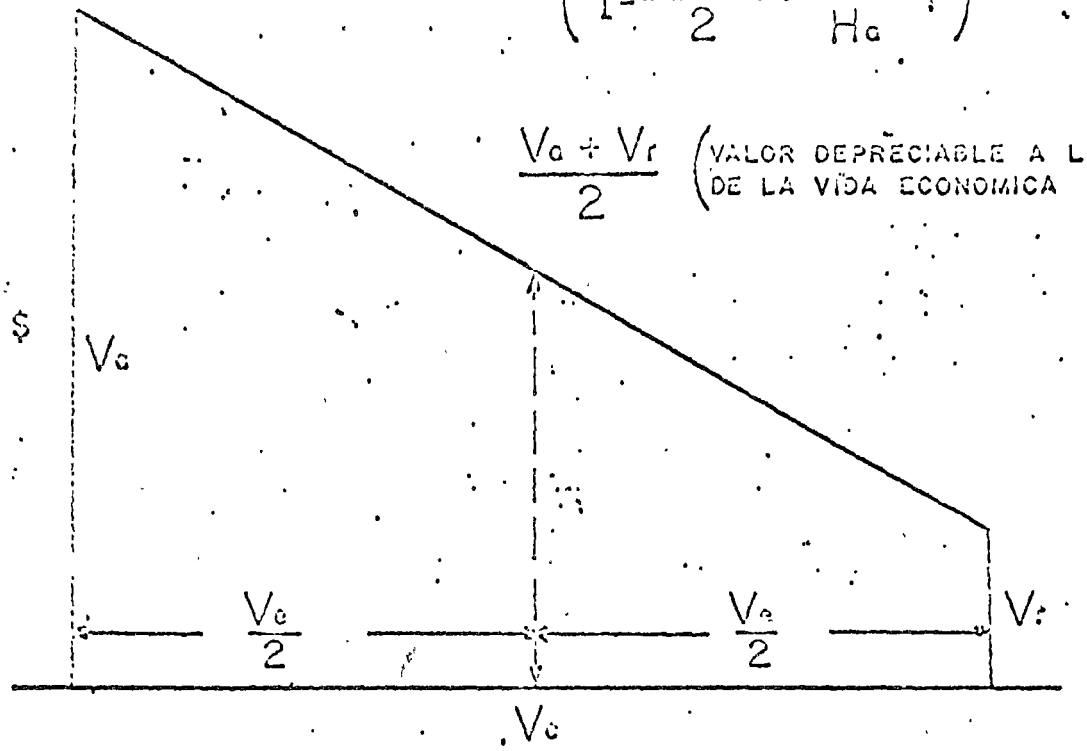
Fig. 29.- DEPRECIACION.

INVERSION

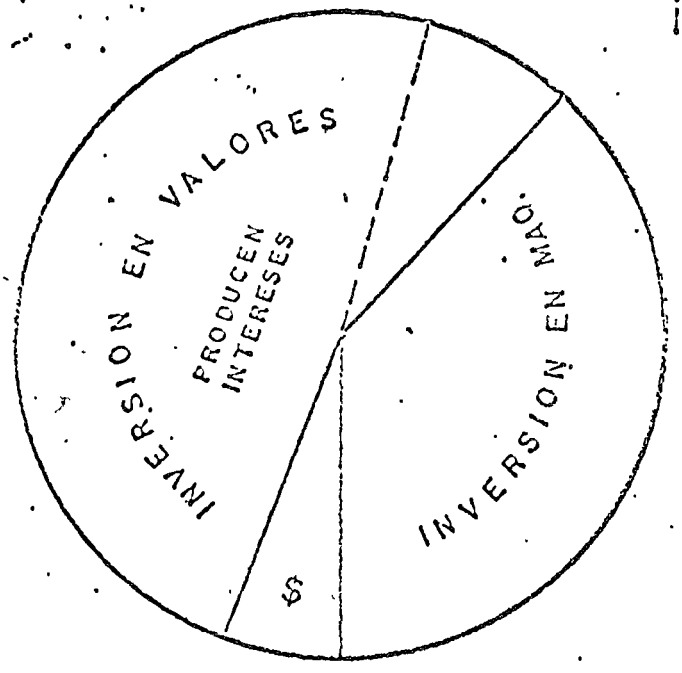
$$I = \frac{V_o + V_r}{2H_o} \cdot i$$

$$\left(I = \frac{V_o + V_r}{2} \cdot \frac{1}{H_o} \cdot i \right)$$

$\frac{V_o + V_r}{2}$ (VALOR DEPRECIABLE A LA MITAD DE LA VIDA ECONOMICA)



i = TASA ANUAL DE INTERES (PARA CAPITALES IVERTIDOS).



CAPITAL DE LA EMPRESA

Fig. 30.

c). - Cargo por Seguros. - Es el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidentes que puede sufrir. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure en una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).

Este cargo está dado por:

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

En esta ecuación:

S es el cargo horario por seguros;

Va, Vr y Ha representan los mismos valores enunciados en el concepto anterior; y

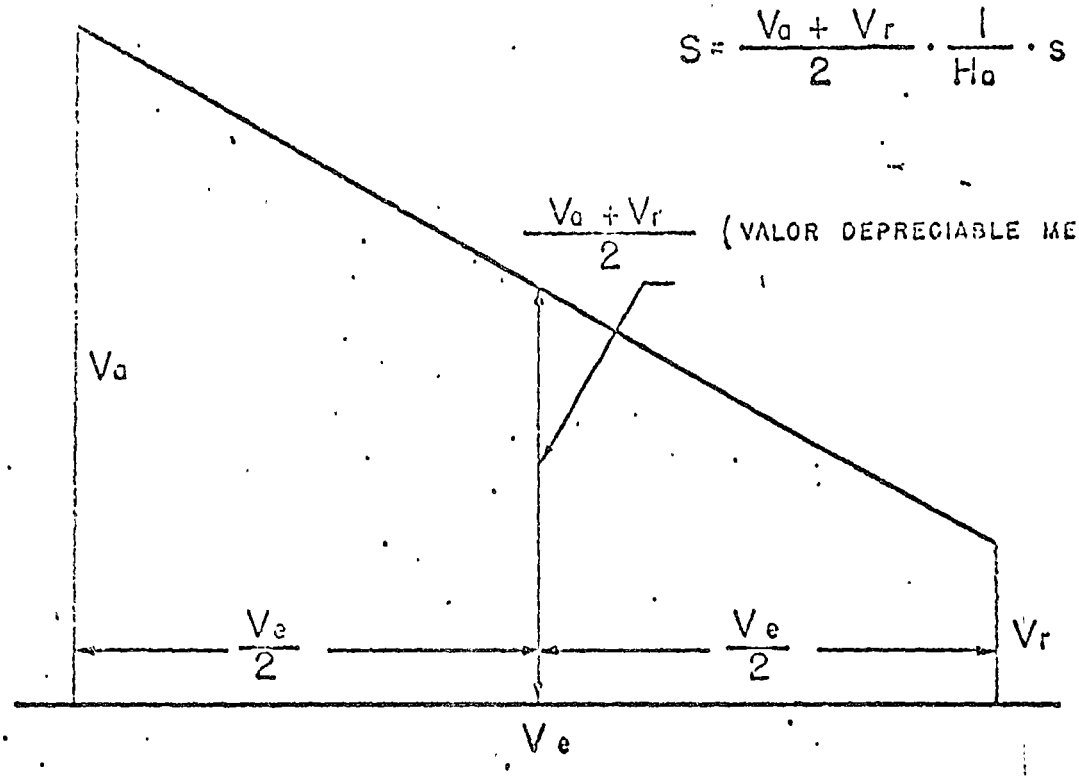
s representa la prima anual promedio, valuada como porciento del valor de la máquina y expresada como fracción decimal. (Véase figura 31)

d). - Cargo por almacenaje. - Es el derivado de las erogaciones necesarias para la guarda y la vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad, dentro de su vida económica. Incluye todos los gastos que se realizan por este motivo como son: la renta o amortización y mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria.

SEGUROS

$$S = \frac{V_a + V_r}{2\,H_a} \cdot s$$

$$S = \frac{V_a + V_r}{2} \cdot \frac{1}{H_a} \cdot s$$



SEGURO NORMAL

s = Prima anual de seguro expresada en %

AUTO - ASEGURAMIENTO

s = Monto anual considerado por la Empresa para cubrir contingencias de la maquina, expresado en %

Fig. 31.

Este cargo está representado por:

$$A = Ka \times D$$

siendo: A cargo horario por almacenaje

Ka coeficiente que será función de los costos de los locales necesarios para guardar la maquinaria, de los salarios del personal de vigilancia y del tiempo de guarda considerado.

D cargo horario por depreciación de la máquina, calculado de acuerdo con lo expuesto en el primer concepto.

En el Anexo "B" de este capítulo se dan algunas recomendaciones para el cálculo de este cargo.

e). - Cargo por Mantenimiento mayor y menor. - Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica.

Dentro del mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquéllas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable. Incluye la mano de obra y renovaciones de partes de la maquinaria así como otros materiales necesarios.

Dentro del mantenimiento menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cam-

bios de repuestos, en los propios lugares de las obras; así como los cambios de líquido hidráulico, aceite de transmisión y filtros, y los consumos de grasas y estopa. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este cargo está representado por:

$$T = QD$$

En la presente ecuación:

Q es un coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor. Se calculará con base en experiencia estadística; varía según el tipo de máquina y las características del trabajo.

D representa el cargo horario por depreciación de la máquina.

CARGOS POR CONSUMOS.

Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía, lubricantes y llantas, en su caso.

a).- Cargo por combustible.- Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar el trabajo.

Este cargo está representado por:

$$E = c\ Pc$$

En donde:

c · representa la cantidadde combustible necesaria, por hora efectiva de trabajo, para alimentar los motores de las máquinas, a fin de que desarrollen su trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice. En el Anexo "C" de este capítulo se dan algunas indicaciones para calcular los consumos de combustibles.

Pc representa el precio del combustible puesto en la máquina.

b).- Cargo por fuentes de energía.- Cuando se utilicen otras fuentes de energía diferentes de los combustibles señalados en el punto anterior, la determinación del cargo por la energía que se consuma requerirá un estudio especial en cada caso.

c).- Cargo por lubricantes.- Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites; incluye las erogaciones necesarias para suministrarlos, puestos en la máquina. Este cargo está representado por:

$$L = a\ Pl$$

En donde:

a representa la cantidad de aceites necesaria por hora efectiva de trabajo de acuerdo con las condiciones medias de operación. Está determinada por la capacidad de los recipientes, los tiempos entre cambios sucesivos de aceites, la potencia del motor, el factor de la operación de la máquina y un coeficiente determinado por la experiencia. En el Anexo "C" de este capítulo se dan algunas indicaciones para calcular el consumo de aceites lubricantes.

Pl representa el precio de los aceites puestos en las máquinas.

d). - Cargo por llantas. - Se considerará este cargo sólo para aquella maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya deducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Este cargo está representado por:

$$Ll = \frac{Vll}{Hv}$$

En la presente ecuación:

Vll representa el valor de adquisición de llantas, considerando el precio promedio en el mercado nacional de llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo; condiciones relativas al camino en que transiten, tales como pendientes, curvaturas, superficies de rodamiento, posición en la máquina; cargas que soporten y climas en que se operen. Véanse en el Anexo "D"de este capítulo algunas recomendaciones para el cálculo de la vida de las llantas.

CARGO POR OPERACION.

Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma.

Este cargo estará representado por:

Buy, lease or rent

BANK LOAN AT 8.5% (8 YEARS) 10% down payment*					CASH PURCHASE				INSTALLMENT PURCHASE (8 YEARS) 10% down payment*				
annual payments	interest	depreciation	tax savings	cash flow present value of cash flow	equipment cost	depreciation	tax savings	cash flow present value of cash flow	annual payments	interest	depreciation	tax savings	cash flow present value of cash flow
				*($10,000) (10,000)	$100,000			($100,000) (100,000)					*($10,000) (10,000)
$22,489	$7,889	$20,000	$13,325	(9,014) (8,193)		$20,000	$10,000	10,000 9,091	$17,489	$9,000	$20,000	$14,950	(2,539) (2,309)
22,489	6,980	16,000	11,180	(11,309) (9,536)		16,000	8,000	8,000 6,612	17,489	9,065	16,000	12,503	(4,047) (3,410)
22,489	4,955	12,800	8,879	(13,950) (10,488)		12,800	6,400	6,400 4,803	17,489	8,140	12,800	10,470	(5,781) (4,345)
22,489	3,408	10,240	6,839	(16,000) (10,976)		10,240	5,120	5,120 3,497	17,489	7,110	10,240	8,675	(7,514) (5,155)
22,489	1,789	8,192	4,990	(17,548) (11,082)		8,192	4,096	4,096 2,543	17,489	5,968	8,192	7,000	(10,489) (6,511)
		6,554	3,277	3,277 1,850		6,554	3,277	3,277 1,850	17,489	4,701	6,554	5,628	(13,416) (7,576)
		6,554	3,277	3,277 1,682		6,554	3,277	3,277 1,682	17,489	3,294	6,554	4,524	(16,719) (8,579)
		6,554	3,277	3,277 1,529		6,554	3,277	3,277 1,529	17,489	1,734	6,554	4,144	(19,341) (9,023)
		6,554	3,277	3,277 1,390		6,554	3,277	3,277 1,390			6,554	3,277	3,277 1,390
		6,552	3,276	3,276 1,263		6,552	3,276	3,276 1,263			6,552	3,276	3,276 1,263
114,155	24,155	100,000	62,557	(62,886) (52,615)	100,000	100,000	50,000	(50,000) (55,735)	139,912	49,912	100,000	74,557	(74,355) (60,677)
Comparative Cash Flow Comparative Cost				$62,886 $52,615	Comparative Cash Flow Comparative Cost			$50,000 $55,735	Comparative Cash Flow Comparative Cost				$74,355 $60,677

Contractor's options: Assuming that a contractor wants to acquire a piece of equipment that costs $100,000 and has a useful life of 10 yr with no scrap value, the alternatives of leasing vs loan, cash or installment purchase are easily evaluated with this comparative chart of a hypothetical situation. Developed by CIT, the tables show both cash flow and present value, on a year-by-year basis, with totals for a 10-yr period.

sit down with your own accountant (or tax counsel) and select, don't settle for, the equipment that you need.

Right kind of lease

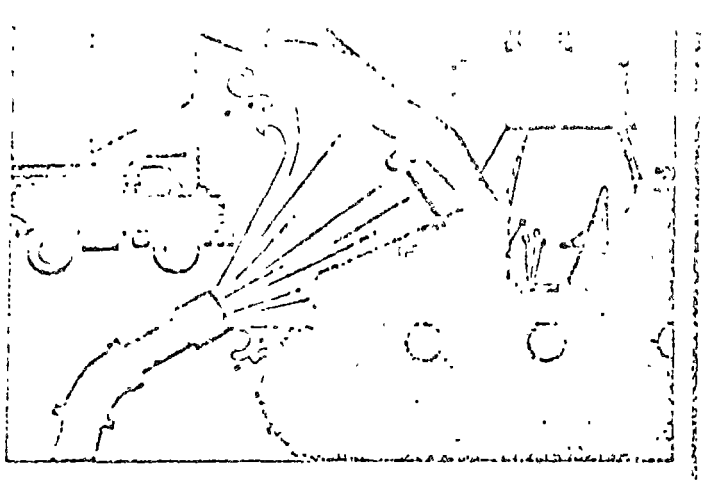
Basically, there are two types of equipment leases: A financial lease under which the contractor will return to the lessor most of his cost plus a profit; and an operating lease under which the contractor's monthly payments do not cover the total cost of the piece of equipment, but which may include maintenance and other operating costs. The lessor intends to take back the equipment and sell or lease it out again.

Most construction industry leases are financial only; computers and some high-asset heavy duty machinery, for example, are often leased under full operating contracts.

Under a leasing arrangement, the contractor in a sense is borrowing the piece of equipment from the owner, the financial institution, and therefore it is the contractor who must pay for maintenance, insurance, and taxes, treating the equipment as if it were his own. Leasing terms naturally vary from contractor to contractor and job to job, but generally the lessor requires a minimum number of months on the lease, perhaps with a month or two payment in advance, and that is it. The lessor may be the equipment dealer, and he takes care of all the paperwork under one roof. Or the lessor may be an independent financial institution, in which case, the contractor picks out the piece of equipment and notifies the financier, who buys the item and then leases it to him.

Leasing benefits

Many reasons for which contractors' leases



Malsbary cleaners and washers keep heavy duty equipment on-the-job 5 ways . . .

1—Cleaning allows quick and easy inspection to nip trouble in the bud. 2—Clean engines reduce emergency in-the-field service calls. 3—Thorough cleaning makes lube jobs more effective. 4—Repair costs are lower because unskilled labor instead of mechanics clean parts. 5—Clean equipment gets better care from its operator.

Malsbary's Clean-Up Kit has case histories to document these benefits. Write for it

MALSBARY MANUFACTURING COMPANY

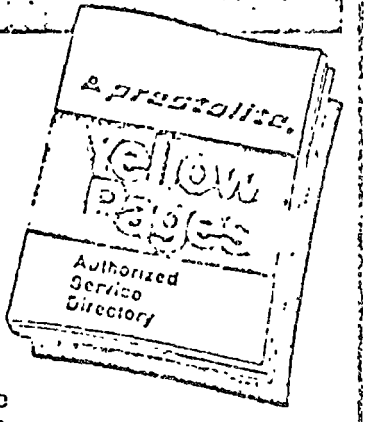
M-110

CIRCLE 93 ON INQUIRY CARD

PRESTOLITE SERVICE

1-800-24-280 (24 HR)

1800 SERVICE CENTERS located everywhere



Or write for the Prestolite Yellow Pages—the complete listing of our service centers.

service is a Prestoliteextra

a prestolite
THE PRESTOLITE COMPANY, Toledo, Ohio 43601 an Eltra company

94 CM&E SAFETY WEEK 1974 CIRCLE 94 ON INQUIRY CARD

are obvious, and don't relate directly to the high total cost of leasing. Some contractors lease to give themselves a chance to use and evaluate a piece of equipment with no long term obligation. Harbert's Nelson says, "Many contracts are executed in three to four months and, if there is no further need for a piece of machinery, the company can turn it back with no greater investment than the rental payments."

For others, the prevailing reason may be to avoid obsolescence or to hedge against the possibility of bad weather bringing a job to a close and leaving expensive equipment sitting idle. Still for others, the reason is job location. "If you're doing all your work in a central location, where you don't have to pay moving costs, owning your own equipment is economical," says Thomas Landry, purchasing agent for A. J. Rykin Construction Co. (Oak Park, Mich.). "However, with out-of-state jobs, leasing is more practical."

According to Kenneth Groves, an executive of Greyhound Leasing (New York City), the greatest impetus for the growth of equipment leasing has been the recent financial sophistication shown on the part of the contractor, revised tax flow due to leasing and a financial evaluation technique known as discounted cash flow—a method of examining the present value of either loan or lease payments to be made over the contract life.

The first of these, financial sophistication, does not imply that contractors as a lot have a history of financial naivete, but what it does point out is that contractors are becoming less hung up about owning their own equipment, and are looking for more ways in which to stretch their capital and increase their profit-making. A profit is more important to most contractors than owning their own equipment. Leasing is just another way of providing more flexibility.

True Lease

To enjoy the benefits of a true lease there must be an intent to lease, rather than to purchase, says the IRS. And if the lessee (contractor) decides to buy the piece of equipment at the end of the lease, he must do so at a fair market price.

A lease that is no more than a disguised installment purchase, will not pass muster with the IRS, and any benefits derived from the contract may be voided. Admittedly, the distinction is vague and poorly defined. Only the contractor's accountant or tax counsel has the specific and detailed information to advise completely.

Conservation of capital looms highest in leasing benefits. The contractor has no down payment. He may have to come up with a

ople months rent in advance, but by no means as much as 10 or 25% of the purchase price of the piece of equipment. Further, he is not required to keep a standby balance at his bank. These sums of money are often required by lending institutions to be left with them for the term of the agreement, effectively raising the interest rate.

Other ways to conserve money are not as direct. Since only the first year's costs of leasing obligations are required to be listed as corporate liabilities, the contractor may be able to extend his bonding capacity, leaving credit lines untouched. However, in current accounting practices, leasing terms are indicated as a footnote to the contractor's financial statement. Again, consultation with your accountant is mandatory.

IRS restraints and prohibitions upon the contractor may be alleviated through the use of leasing agreements. Current law allows regular monthly leasing payments to come out of operating dollars, and thus, before-tax dollars. But the onus is on the contractor to make sure he has a true lease.

Tax deferral is also possible with leases. According to E. W. Ford, vice president of C.I.T. Corp. (New York City), tax deferrals are possible when the term of a lease is shorter than the tax-depreciation life of the rig. The contractor can write off his payments now and pay the taxes later, when there is nothing to write off.

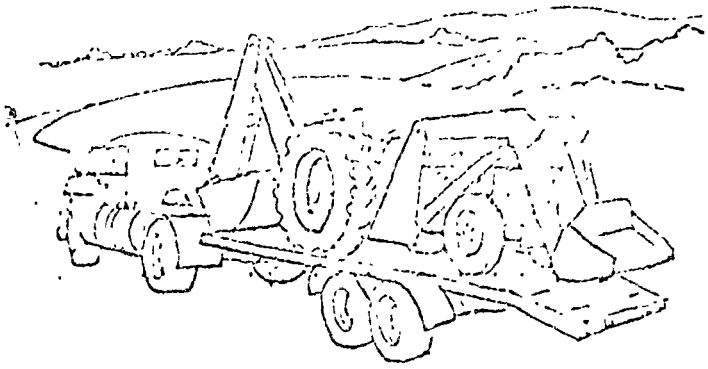
When to lease

"Leasing makes no sense to a contractor with a lot of capital sitting idle," according to Edward C. Harshfield, vice president of Citicorp Leasing Inc. (New York City). "It does make sense if he is low on capital, or has an opportunity to put his capital to work elsewhere at a higher return."

Making the decision to lease or not can be difficult. Looking at the total cost of leasing-vs-buying, the contractor may be turned off immediately. But more and more, decisions are being based on the premise that it is better to have a dollar now, which leasing allows, than to have only the expectation of saving dollars years from now, which buying equipment implies.

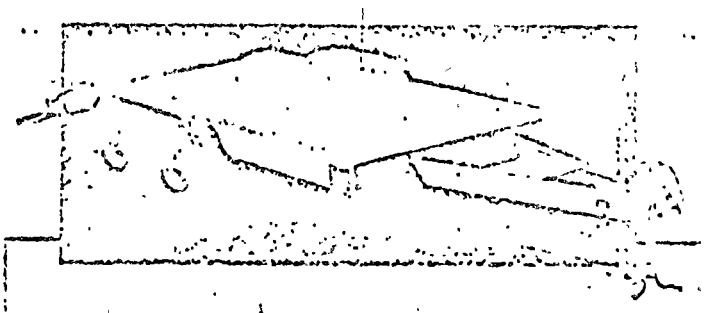
This approach to equipment financing has its roots in discounted cash flow theory, basically a procedure to evaluate the costs of leasing payments-vs-load payments over the life of each contract. Payments are converted to their present value, or what each payment less appropriate interest is worth today.

Cash purchases, which at first consideration seem to be the cheapest way to obtain equipment, may turn out in the long run to



When you're between jobs . . . you need a Ferree trailer.

To move your equipment from one job to the next, you need a trailer you can count on. You need a Ferree industrial trailer. It will get you there quickly and inexpensively. Because Ferree trailers are engineered to give you the most dependable service with lowest possible maintenance. Send for your free brochure illustrating the complete line of Ferree industrial and heavy duty trailers. And let Ferree help you when you're between jobs.



TAGALONG SERIES

C-SERIES

P-SERIES

L-SERIES

H-SERIES

Ferree DEALERS

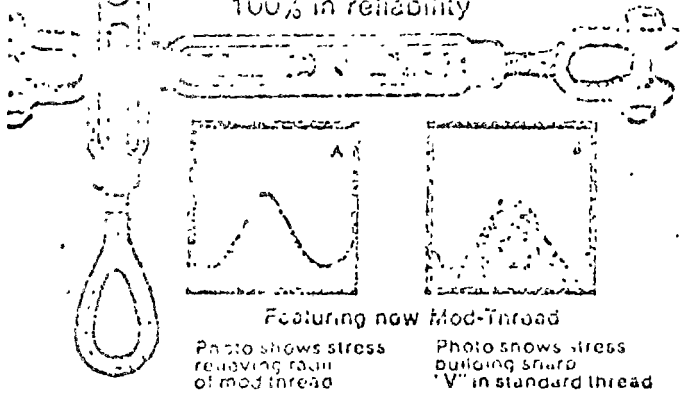
Ferree Trailer Corporation
Conway, N. C. 27820

One of the family of

QUENCHED

FITTINGS

20% increase in ultimate strength
20% increase in yield strength
75% increase in impact strength
100% in reliability



Featuring new Mod-Thread

Photo shows stress relieving radii of mod thread

Photo shows stress building sharp "V" in standard thread

products of coldforming quality from American Metal

P.O. Box 3128,
Tulsa, Oklahoma 74101

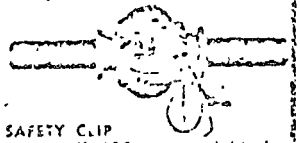
Crosby® cups • Crosby-Laughlin® fittings • Lebus® load binders
McKissick blocks • Western blocks • National swaging systems

IF IT'S A DIXON PRODUCT, IT'S DEPENDABLE

Easier, Safer Handling for your Air Lines

"AIR KING"
Quick-Action
HOSE COUPLING

Provides maximum convenience and efficiency in air hose connections, also water, oil and spray hose. Quickly connected and disconnected. Collar on hose shank to engage gripping "fingers" of "Air King" Clamp. Auxiliary safety acting device—prevents unintentional disconnection. Plated malleable iron or stamped steel. Available in other metals. Sizes ¼" to 1" incl. Also in 4-lug style, 1¼", 1½" and 2".



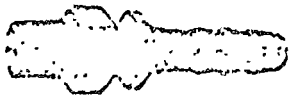
SAFETY CLIP and LANYARDS now available for Auxiliary Safety Lock. No more lost collar pins, nails, etc.



Universal locking heads all same size, regardless of hose shank or threaded male or female N.P.T. end sizes.

For Whip Ends, many other services:

"DIXON"
STEEL NIPPLE



A strong, resilient nipple for widest range of applications. Ideal for whip-end connections to air tools, etc. Forged from cold drawn bar steel, annealed for extra toughness. Fully rubber coated. Collar Lock of hose portion to engage gripping fingers of "Lock" or "Air King" Clamps. Sizes ¼" to 1". Male and Female N.P.T.—male illustrated.

From Your Hose Supplier or Industrial Distributor

DIXON

Contractors' opinions

Robert Mellon Inc. *(Glendale, Calif.)* "always buys its equipment. The tax advantages are investment tax credits, general tax credits, and we get the exact equipment we need for the job. We never purchase equipment as long as it's serviceable and produces."

Ernest W. Hahn Inc. *(El Segundo, Calif.)* says "we rarely buy equipment. Our operations are spread all over this area and transferring equipment between job sites would be inconvenient and time-consuming."

E.L. Yeager Construction Co. *(Hilo, Hawaii, Calif.)* almost invariably buys its equipment. "When all considerations are made—cost, depreciation, and so forth, it's cheaper for us to buy than to lease or rent."

Mellon-Stuart Co. *(Pittsburgh)* rents only about 5% of its equipment. "And this is usually for equipment with which we are not yet familiar. This gives our operators a chance to get acquainted with how it works—before we consider buying it."

M.F. Velotta & Sons Inc. *(Cleveland)* normally rents or leases, "but only when we think the use of the equipment is going to be less than anticipated to make it reasonable to purchase. In purchasing, funds come out of cash and go into fixed assets. In borrowing, whatever money is due in that first year is a current liability, the remainder a long-term liability, but in leasing, only the first year's lease payments are considered a liability."

Kaiser Corp. *(San Bernardino, Calif.)* both rents and buys. "But we're pretty much at the point where we prefer to rent our equipment than to buy it. Previously, we had a tendency to make work for an operator using equipment we had purchased. Now we pay just for the hours we use the equipment and operator."

Barton-Malow Co. *(Oak Park, Mich.)* says it "gains a competitive edge through rental arrangements with a wholly-owned rental subsidiary. The contractor who uses equipment he owns, and then sells the equipment when the job is over, can claim as job cost only the difference between the original price of the machine and its resale value. But the contractor who leases the item for the same job, can write off the leasing fee as part of his job cost."

A.J. Diehl Construction Co. *(Oak Park, Mich.)* likes the simple economy but that leasing offers. If you don't have the working capital, says he definitely is the way to go. If you're doing all your work from a central location, where you don't have to pay high moving costs, then owning your own equipment is more economical."

Swinerton & Walberg Co. *(San Francisco)* "owns about 50% of its equipment, and rents or leases additional equipment as needed. The length of the job and possible future use of equipment weigh heavily in deciding when to rent or lease."

Stolte Inc. *(San Francisco)* "rents or leases about 60% of its equipment because we are not spending money unnecessarily. In an expanding market, a contractor needs more money, and he'd rather have it in bidding than in equipment."

ANEXO "B"

CARGO POR ALMACENAJE DE LA MAQUINARIA

De acuerdo con las "Bases y Lineamientos Generales para la Integración de Precios Unitarios para la Contratación de Obras Públicas" publicadas en el Diario Oficial del día 26 de enero de 1970, entre los cargos que integran un precio unitario está el Cargo Unitario por Maquinaria, el que a su vez se compone de cargos fijos y variables. Los fijos son los correspondientes a depreciación, inversión, seguro, mantenimiento y almacenaje.

El cargo por almacenaje se define como "el derivado de las erogaciones para cubrir la guarda y la vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad, dentro de su vida económica". Incluye todos los gastos que se realizan por este motivo como son: la renta o amortización y mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria.

Este cargo está representado por: $A=K_a\ D$ siendo "K_a" un coeficiente que será función de los costos de los locales necesarios para guardar la maqui-

naria, de los salarios del personal de vigilancia y del tiempo de guarda considerado. "D" representa la depreciación de la máquina.

Para calcular el cargo por almacenaje, se estudió una fórmula que puede ser de aplicación a casos particulares con datos conocidos o de aplicación general si se consideran datos estadísticos promedio para diversas condiciones de operación.

Dicha ecuación es la siguiente:

$$A = \frac{S(A_A \cdot R_A + C_V)}{A_M \cdot H_U}$$

En la que:

A = Cargo horario por almacenaje (en pesos)

S = Superficie ocupada por la máquina, en M2.

H_U = Horas de utilización anual de la máquina.

A_A = Area total del almacén incluyendo sanitarios, en M2.

R_A = Renta anual del almacén por M2., tomando como límite superior el valor de terrenos suburbanos.

C_V = Costo anual de veladores.

$A_M = \frac{A_A}{1.7}$ = Area neta ocupada por las máquinas almacenadas, considerando que el área necesaria para sanitarios y circulaciones es de un 70 %.

NOTA: El porcentaje para sanitarios y circulaciones puede ajustarse según el caso.

En la fórmula, el paréntesis representa el costo anual de almacenaje por M2. de maquinaria, por lo que si éste valor se multiplica por el número de metros

cantidad ocupado por una máquina específica y divide entre las horas de su utilización anual, se obtiene el cargo horario por almacenaje para dicha máquina.

Las Bases y Lineamientos Generales para la Integración de Precios Unitarios, expresan que el cargo por almacenaje está dado por la ecuación:

$$A = K_a \cdot D$$

En la que:

"D" representa la depreciación de la máquina.

Puesto que hemos visto que: $$A = \frac{S(A_A \cdot R_A + C_V)}{A_M \cdot H_U}$$

K_a, valdrá: $$K_a = \frac{A}{D} = \frac{S(A_A \cdot R_A + C_V)}{D \cdot A_M \cdot H_U}$$

ANEXO "C"

CONSUMOS DE COMBUSTIBLES Y ACEITES LUBRICANTES

COMBUSTIBLES.

El consumo de combustible de las máquinas de combustión interna es uno de los elementos que se toman en cuenta para la determinación de los cargos directos por maquinaria. Es función de gran número de factores no fácilmente mensuarables, entre los que pueden citarse: potencia de la máquina, ciclo de trabajo efectivo, características mecánicas de diseño y operación, altura sobre el nivel del mar a la que opera y condiciones de trabajo.

El consumo horario de combustible de una máquina de combustión interna se determinará, siempre que sea posible, utilizando datos estadísticos obtenidos de mediciones directas, en condiciones similares a aquéllas en que va a trabajar la máquina.

Cuando no sea factible hacer lo indicado en el párrafo anterior, se utili--

...rá primeramente la siguiente tabla para conocer el grupo de la maquinaria a la que pertenezca la considerada y se calculará después el consumo horario de combustible por medio de las ecuaciones que se indican más adelante. Estos grupos de máquinas se refieren a aquéllas cuyos ciclos de trabajo -- tienen características similares, en cuanto al factor de carga se refiere, entendiéndose por factor de carga la relación entre la potencia media desarrollada en el ciclo de trabajo y la potencia nominal.

GRUPOS DE MAQUINAS.

GRUPO I

1.-Autoarmones.

2.-Transportadores de banda portátiles y fijos.

3.-Bombas autocebantes.

4.-Bombas para concreto.

5.-Camionetas Pick Up.

6.-Camiones de volteo y estacas hasta 12 toneladas.

7.- Camiones tanques.

8.-Compresoras.

9.-Dragas de arrastre.

10.-Grúas.

11.-Mezcladoras para concreto, portátiles, estacionarias o mon... y camión.

12.-Máquinas de soldar.

13.-Motocompactadoras.

14.-Motoconformadoras.

15.-Motores fuera de borda.

16.-Motores de arranque para motores diesel.

17.-Motores estacionarios.

18.-Motores marinos.

19.-Pavimentadoras

20.-Petrolizadoras hasta de 10 M3.

21.-Plantas eléctricas.

22.-Pisones.

23.-Vibradores.

GRUPO II

1.- Camiones de 12 Toneladas en adelante

2.- Locomotoras.

3.- Motoescrepas.

4.- Perforadoras de pozo profundo.

5.- Palas.

6.- Retroexcavadoras.

7.- Tractores de arrastre y empuje.

8.- Rezagadoras.

9.- Cargadoras frontales.

La enumeración de las máquinas en la tabla anterior es ejemplificativa; las que no aparecen, deben ubicarse en el grupo de las que tengan condiciones de trabajo similares.

Conocido el grupo a que pertenece la máquina considerada y con su potencia nominal expresada en caballos (H.P.), el consumo horario de combustible, en litros/hora de operación, estará dado por las ecuaciones que aparecen en la siguiente tabla:

GRUPO	GASOLINA G en Lts./ hora	DIESEL D en Lts./hora
I	G = 0.10 x H.P. Nom.	D = 0.07 H.P. Nom.
II	G = 0.15 x H.P. Nom.	D=0.10 H.P. Nom.

Los coeficientes de las fórmulas han sido calculados tomando en consideración las condiciones medias de operación de las máquinas de cada grupo, -- trabajando a una altura de mil metros sobre el nivel del mar (que se considera promedio en la República Mexicana), así como los poderes caloríficos de los combustibles mexicanos.

La potencia nominal es un dato proporcionado por los fabricantes de maquinaria, generalmente señalado en la placa de identificación del motor, obtenida en pruebas de laboratorio, y se define como la máxima potencia obtenida en la flecha, con el motor trabajando sin equipo auxiliar (generador,

ventilador, tubo de escape, filtro, etc.) a mayor número de revoluciones compatibles con la regulación del propio motor.

ACEITES LUBRICANTES.

El consumo de aceite lubricante es uno de los elementos que se toman en cuenta para la determinación de los cargos directos por maquinaria.

De acuerdo con observaciones efectuadas, tanto en laboratorios como en la práctica, el consumo de aceite lubricante es primordialmente función de: la capacidad del cárter de la máquina, del tiempo de operación de la máquina entre dos cambios sucesivos de aceite y del consumo del combustible utilizado.

Para obtener el consumo horario de aceite lubricante, designado por L_g cuando el combustible utilizado es gasolina y por L_d cuando el combustible empleado es diesel, expresados ambos en litros/hora, se utilizarán las ecuaciones siguientes:

$$L_g = \frac{C}{T} + 0.0075\ G$$ Litros/hora de operación, para motores de gasolina.

$$L_d = \frac{C}{T} + 0.0095\ D$$ Litros/hora de operación, para motores de diesel.

en donde:

C = Capacidad del cárter en litros.

T = Tiempo, en horas de operación de la máquina, entre dos cambios sucesivos de aceite lubricante.

G = Consumo de gasolina en litros/hora.

D = Consumo horario de diesel en litros/hora.

ANEXO "D"

CONSUMO DE NEUMÁTICOS

La vida económica de los neumáticos es uno de los elementos que se toman en cuenta para la determinación del costo horario de una máquina. Esta vida económica deberá determinarse preferentemente de acuerdo con la experiencia proveniente de observaciones directas en las distintas condiciones de trabajo del equipo; en caso de no contar con estos datos se puede aplicar el criterio que a continuación se expone:

La vida básica de los neumáticos usados en los equipos de construcción, de acuerdo con resultados estadísticos obtenidos por varios fabricantes, es de 6,000 horas, considerando una correcta operación de las máquinas, en lo que aneumáticos se refiere, así como un buen mantenimiento de éstos. Este número de horas se ve afectado por las siguientes condiciones de trabajo señaladas a continuación. La vida económica, para las condiciones que se prevean, se obtiene multiplicando la vida básica por los factores señalados en la siguiente tabla.

	CONDICIONES DE TRABAJO	FACTOR
1.-	Velocidades	
	0 a 16 Km/hora	1.2
	17 a 32 Km/hora	1.0
	33 a 48 Km/hora	0.8
	49 a 64 Km/hora	0.5

CONDICIONES DE TRABAJO	FACTOR
2.- Superficies de rodamiento.	
Tierra apisonada dura	1.0
Tierra suave o arena, buen mantenimiento	1.0
Camino de grava con buen mantenimiento	0.9
Tierra suave con algo de roca	0.8
Lodo	0.8
Camino de grava con mantenimiento pobre	0.7
Lodo, abrasivo o con rocas	0.5
Roca volada:	
Carbón suave	0.9
Pizarra suave o caliza	0.7
Granito, gneiss, basalto, pizarra gruesa o caliza	0.6
Pizarra o esquisto	0.4
Lava, superficie dura	0.3
Obsidiana, vidrio volcánico, mineral	0.1
Carpeta asfáltica	1.2
3.- Posición de las ruedas.	
En los ejes no motrices:	
En remolques	1.0
En tractores	0.9
En los ejes motrices:	
Unidades de descarga trasera	0.8

CONDICIONES DE TRABAJO	FACTOR
Unidades de descarga de fondo	0.7
Unidades de descarga trasera con doble eje	0.7
Motoescrepas	0.6

4.- Carga(en función de la capacidad especificada por el fabricante de la máquina)

0 a 50 % de la carga	1.2
51 a 80 % de la carga	1.1
81 a 110 % de la carga	1.0
111 a 120 % de la carga	0.3
121 a 140 % de la carga	0.5

5.- Curvas

Ninguna	1.1
Moderadas	1.0
Severas, rueda sencilla	0.8
Severas, rueda doble	0.7
Severas, rueda doble eje	0.6

6.- Pendientes. (sólo para las ruedas motrices)

A nivel	1.0
En superficie firme	
Hasta 6 %	0.9
Desde 7 % hasta 10 %	0.8

CONDICIONES DE TRABAJO	FACTOR
Desde 11 % hasta 15 %	0.7
Desde 16 % hasta 25 %	0.4
En superficie suelta o resbalosa	
Hasta 6 %	0.6
Desde 7 % hasta 10 %	0.5
Desde 11 % hasta 15 %	0.4

7.- Combinaciones varias.

Ninguna	1.0
Desfavorables	0.8
Muy desfavorables	0.6

Estos factores de combinaciones varias deberán aplicarse cuando habiendo sobrecarga, se presenten también desfavorablemente las condiciones siguientes: Velocidad y/o superficie de rodamiento.

- ANEXO "E"

GUIA DE VIDAS ECONOMICAS DE LA MAQUINARIA DE DE CONSTRUCCION

CRITERIOS SOBRE VIDAS ECONOMICAS.

Para integrar los precios unitarios de obra se presenta la necesidad de calcular los costos horarios de la maquinaria de construcción, lo que a su vez requiere determinar la vida económica de la misma. La vida económica de una máquina se define como el tiempo que ésta puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

En general, las dependencias gubernamentales cuentan con criterios para fijar estas cifras, producto de su propia experiencia, en las obras del tipo especial que están a su cargo. Por lo tanto, sólamente cuando se carezca de información propia, se podrá recurrir a esta Guía que contiene datos aproximados sobre las vidas económicas de las máquinas.

ORIGEN DE LOS DATOS QUE SE ASIENTAN EN ESTA GUIA.

El catálogo anexo se basa en cifras que han adoptado los analistas de costos de diversas dependencias y organismos para efectos de estimación del costo horario de los equipos en la discusión de precios unitarios y en la elaboración de tabuladores o presupuestos oficiales.

Los datos proporcionados por las representaciones de las dependencias y de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción que integran la Comisión Técnico Consultiva de Contratos y Obras Públicas fueron procesados según criterio consistente en promediar las cifras, excepto cuando hubo coincidencia de tres o más proposiciones, caso en el cual se adoptaron tales cifras sin promediarlas con las demás.

UTILIZACION DE DATOS.

Los valores que se deben asignar en la práctica, y en cada caso, como períodos de depreciación son esencialmente variables, dependiendo de factores tales como la zona y el tipo de trabajo por efectuar; la necesidad, por parte del propietario de la máquina, de mantener su activo en condiciones económicas tales que le permitan seguir operando; la variación del poder adquisitivo de la moneda y la variación de salarios, entre otros.

Es por ello que los datos contenidos en esta Guía deben usarse con la debida discreción, ajustándolos a las condiciones de trabajo predominantes y al ambiente económico del país o la región.

NECESIDAD DE ACTUALIZACION.

Con objeto de mejorar sistemáticamente esta Guía de Vidas Económicas, las dependencias procurarán establecer una metodología basada

en una constante observación de datos reales, que sirvan de base para completar, aclarar o modificar en el futuro las cifras que aquí aparecen, agregándose además las relativas a nuevas máquinas.

GUIA DE VIDAS ECONOMICAS DE MAQUINAS DE CONSTRUCCION

INDICE GENERAL

MAQUINARIA	Hoja #
ARADOS RESCARIFICADORES ESCARIFICADORES	1
AUTOMOVILES	1
BANDAS TRANSPORTADORAS	1
BOMBAS. UNIDADES DE BOMBEO	2
BOMBAS SOLAMENTE SIN MOTOR.	3
BOMBAS SISTEMA De pozo de punta (Well Point)	3
BOMBAS PARA CONCRETO	4
CAMIONES	4
COLOCADORAS NEUMATICAS DE CONCRETO	5
COMPRESORAS DE AIRE	5
CONFORMADORAS	5
EQUIPO MARINO OPERACION COSTERA.	6
OPERACION FLUVIAL	6
EQUIPO NEUMATICO	
AZADONES	7
BOMBAS DE SUMIDERO, PURGA Y LODOS	7
Chiflon limpiador chorro de arena	7
INYECTORES DE LECHADA	7
JUNCOS DE TODOS TAMAÑOS	7
MALACATES	7
MANGUERAS	7

pasa a la hoja 2

MARTILLOS 7

PICONES 7

PISTOLAS PERFORADORAS 7
PERFORADORAS DE CARRO 8
PERFORADORAS ROTARIAS 8

EQUIPO PARA COMPACTACION.

AUTO PROPULSADO MOTOR DIESEL O GASOLINA 9

RODILLOS NO VIBRATORIOS TODOS TAMAÑOS 9

EQUIPO PARA TRANSPORTE Y COLADO DE CONCRETO.

CARROS PARA CONCRETO CON MOTOR 9
CARROS PARA CONCRETO PARA REMOLCAR 9

ACCESORIOS DISTRIBUIDORES (CANALONES) 9
PLANTAS DOSIFICADORAS PARA PRODUCCION DE CONCRETO 10
TUBERIA PARA BOMBAS DE CONCRETO. 10

VIBRADORES 10

VIBRADORES PARA MAQUINAS ACABADORAS 10

EQUIPO PARA PAVIMENTACION CON MATERIALES BITUMINOSOS

BARREDORAS 11

CALDERAS PARA CALENTAR ALQUITRAN O ASFALTO 11

CALENTADORES 11

ESPARCIDORES DE PRODUCTOS ASFALTICOS LIQUIDOS 11

EXTENDEDORES AGREGADOS PETREOS 11

EXTENDEDOR Y AFINADOR. 11

PAVIMENTADORAS 12

EXTENDEDORAS AFINADORAS (MAQUINAS ACABADORAS) 12

PLANTAS MEZCLADORAS DE CONCRETO ASFALTICO
FIJAS 12
VOLUMETRICAS 12

PORTATILES 12

EQUIPO PERFORADOR DE POZOS PROFUNDOS 13

ESCREPAS 13

GUIA DE VIDAS ECONOMICAS DE MAQUINAS DE CONSTRUCCION

MAQUINA	VIDA ECONOMICA "Ve" en Horas.
ARADOS DESCARGADORES ESCARIFICADORES.	
Arados de disco	10 000
Arados de surco 68 a 144 kg. (150 a 220 libs.)	10 000
Arados montados en tractor, control hidraúlico.	
Todos tamaños.	10 000
Arados desenraizadores ( ) 126kg. (280 libs.)	10 000
Arados montados sobre ruedas (todos tamaños)	10 000
Escarificador de bloque guiable pesado	10 000
Escarificador para conformadora de caminos	10 000
Escarificador para rodillos.	10 000
Escarificador para tractor.	10 000
AUTOMOVILES.	
Ligeros	6 000
Medianos	8 000
Pesados	12 000
BANDAS TRANSPORTADORAS.	
Estacionarias	
0.46m. a 1.83,m(18"-72") de ancho,cualquier largo	6 700
Portátiles con motor.	
0.46m. a 1.22m. (18"-48") de ancho,cualquier largo	4 700
1.52m. a 1.83m. (60"-72") de ancho,carga máxima cualquier largo	5 100
Portátiles sin motor.	
0.46m. a 0.81m. (18"-32") de ancho,cualquier largo.	5 000

NOMBRE. UNIDADES DE BOMBEO.	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
Centrífugas.	
Portátiles de gasolina 38.1 a 254mm. (1½-10")	7 400
Portátiles Diesel 101.6 a 254mm. (4"-10")	6 700
Portátiles Electricas 19 a 203.2mm. (3/4"a 8")	7 400
Estacionarias eléctricas 38.1 a 254mm. (1½"-10")	6 300
Estacionaria Turbina de vapor 101.6 a 203.2mm. (4"-8")	7 100
De Diafragma	
Portátiles de gasolina 76.2 a 101.6mm. (3"-4")	6 900
Portátiles de gasolina 101.6mm. (4" doble)	6 900
Portátiles eléctricas 76.2 a 101.6mm. (3"-4")	8 200
Portátiles eléctricas 101.6mm. (4" doble)	8 200
De EMBOLO MACIZO	
Portátiles de gasolina 76.2 a 101.6mm. (3"-4")	6 900
Portátiles de gasolina 101.6mm. (4" doble)	7 800
Portátiles eléctricas 76.2 a 101.6mm. (3"-4")	8 200
Portátiles electricas 101.6mm. (4" doble)	8 200
DE Pistón	
Alta presión, vapor 227. a 454 lit./min (60-120 gal/min)	11 600
Alta presión, eléctrica 227 a 454 lit./min. (60-120 gal/min)	6 850
Baja presión, vapor 227 a 454 lit./min (60-120 gal/min.)	11 600
Baja presión, eléctrica 227 a 454 lit/min. (60-120gal/min)	6 850
Portátiles, de gasolina 151.5 a 303 lit./min. (40-80 gal/min.)	6 900
Portátiles, eléctricas 151.5 a 303 lit./min (40-80 gal/min.)	8 200
De carretera	
Alta presión de gasolina 303 a 472.5 lit/min. (80-125 gal/min.)	6 700
De Sumidero Centrifuga.	
Eléctrica o de gasolina 38.1 a 101.6mm. (1½"-4")	6 200

MAQUINARIA	NOTAS
EXCAVADORAS	
[illegible]	14
[illegible]	
EXTRACTORES DE PILOTES	16
FERROCARRILES Y VIAS	16
GATOS.	17
GENERADORES	17
GRUAS GIRATORIAS.	18
GRUAS TORRE	18
GRUAS MONTADAS SOBRE TRAILER. MOTOR DE GASOLINA O DIESEL	18
GRUAS SOBRE ORUGAS	18 y 18 A
LANZADORAS DE MORTERO	19
LAVADORAS DE GRAVA	19
MARTINETES PARA PILOTES	20
MARTINETES PARA PILOTES DE VAPOR O AIRE.	20
[illegible]	
MALACATES UNIDADES ELEVADORAS	20
MEZCLADORA PARA CONCRETO	21
PALAS CARGADORAS FRONTALES	21
PALAS Y RETROEXCAVADORAS	21-A
PLANTAS PARA CANTERAS Y MINAS PORTATILES INCL. MOTOR, ELEVADORES	
BANDAS TRASPORTADORES, TOLVAS ETC. MONTADAS SEGUN ESPECIFICACION.	[illegible]
CRIBADORA Y CARGADORA	22
QUEBRADORA Y CARGADORA	22
QUEBRADORA CRIBADORA Y CARGADORA	22
QUEBRADORAS.	22
REZAGADORAS	22
SIERRAS. ELECTRICAS	23
DE GASOLINA	23
NEUMATICAS	23
SOLDADORAS	24

TRACTORES DE ORUGAS. HP EN LA BARRA DE TRACCION CON MOTOR DIESEL

TRANSMISION DE ENGRANES. 25

TRANSMISION POWER SHIFT. (SERVO TRANSMISION) 25

TRANSMISION CON CONVERTIDOR DE TORSION. 26

CON MOTOR DE GASOLINA 26

TRACTORES DE 4 RUEDAS, LLANTAS NEUMATICAS HP. AL FRENO CON MOTOR DIESEL. 26

TRACTORES DE DOS RUEDAS, LLANTAS NEUMATICAS HP AL FRENO 26

VAGONES. CONEXION DIRECTA PARA EL ARRASTRE 27

VENTILADORES DE AIRE PORTATILES. 27

ZANJADORAS 26

Septiembre 4 de 1946

MAQUINARIA

BOMBAS. SIMOTOR.

VIDA ECONOMICA "Vé" en horas.

Centrífugas 38.1 a 254mm. (1½" ÷ 10")	10 000
De chorro (Autocebantes) 7kg/cm2 (100lbs/plg2) 1325 a 2650 lit./min. (350-750 gal/min.)	10 000
De Diafragma	
Operación manual	11 400
De Pistón	
Alta presión 170 a 454 lit./min. (45-120 gal/min.).	10 000
Baja presión., 227 a 454 lit./min. (60-120 gal/min.)	9 500
De vapor de Cilindro	
Horizontales 76.2 a 177.8 mm. (3"-7") succión	9. 500
Verticales 76.2 a 177.8 mm. (3"-7") succión.	9 500
De vapor de pulsómetro 76.2 a 177.8mm. (3"-7") succión.	9 500
BOMBAS SISTEMA De pozo de punta (Well Point.)	
Bomba de chorro De pozo de punta. (Well-Point)152.4 a 254mm. (6_-10")	9 500
Well-Point con elevador y conexión de junta ó unión giratoria.	4 200
Combinación con bomba de chorro seco (Jet-dry pump) en	9 400
De pozo de punta. (Well-Point) con manguera de succión y unión giratoria	3 800
Tubo de descarga con coples 152.4 a 254mm. (6"-10")	5 000
Tubo de bajada con coples 152.4 a 254mm. (6"-10")	5 000
Válvula de compuerta 152.4 a 254mm. (6"-10")	8 600

Septiembre 4 de 1970.
VALOR ECONOMICO.
"Ve" en horas.

MAQUINARIA.

BOMBAS PARA CONCRETO.

Sencilla, 4 ruedas, gasolina, eléctrica		
11 a 15 m3/hr. (15-20 yd3/hr)		5 700
Sencilla, con patines, de gasolina	15 a 25m3/hr.	
(20-33 yd3/hr.) Con remezcladora		5 700
Doble con patines, de gasolina.	30a 50m3/hr.	
(40-65 yd3/hr.) Con remezcladora.		6 600
Sencilla, con patines, eléctricas	11 a 25m3/hr.	
(15-33 yd3/hr.) Con remezcladora		5 100
Doble con patines, eléctricas.	30 a 50m3/hr.	
(40-65 yd3/hr.) Con remezcladora.		6 400

CAMIONES.

Con motor diesel, hasta 5 ton.)	4.5 ton. met.	12 000
Con motor diesel, más de 5 hasta 10 tons.	4.5 a9 ton. met.	16 000
Con motor de gasolina, de ½ ton.)	0.45 ton. met.	8 000
Con motor de gasolina, de 3/4 ton.	0.68 ton,met.	8 000
Con motor de gasolina, de (1 ton.)	0.9 ton. met.	8 000
Con motor de gasolina, de (1.5 a 5 tons.)	1.35 a4.5ton. met.	8 000
De servicio pesado.		
Con motor de gasolina, de más de 5 tons)	4.5 ton. met.	10 000
Con motor diesel, de (5 a 12yd3)	3.8 a 9.2 m^2	12 000
Con motor diesel, de (15 a 18yd3)	11.5 a 13.8 m^3	12 400
Con motor diesel, de más de (18yd3)	13.8 m^3	16 000

MAQUINARIA	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
COLOCADORAS NEUMATICAS DE CONCRETO	
Horizontales montadas sobre patines	
Motor de aire. 5.4 a 21.4 M3 (7-28 yd3)	7 200
Motor de gasolina. 5.4 a 12 M3 (7-14 yd3)	7 400
Motor eléctrico. 5.4 a 21.4 M3 (7-28 yd3)	8 000
COMPRESORAS DE AIRE. Con motor de gasolina o diesel, de simple o doble paso, enfriamiento por aire o agua. 7 kg/cm2 (100 libras/pulg.2)	
Portátil 0.56-5.23 M3/min. (20-185 pie3/min.)	8 500
Portátil 5.95-34 M3/min. (210-1200 pie3/min.)	8 600
Auto propulsión.	6 300
Estacionaria. Alta presión. Motor de gasolina o eléctrico, con acoplamiento de poleas o bandas.	
1.30-4.53 M3 (46-150 pies 3/cilindrada)	5 800
6.1-32.6 M3 (215-1150) pies3/cilindrada	6 400
Estacionaria Baja presión. Motor eléctrico, con acoplamiento de poleas o bandas.	
3.5 Kg/cm2 (50 libras/pulg.2) o menos	6 400
CONFORMADORAS	
De propulsión propia	
Motor de menos de 100 Hp.	9 800
Motor de más de 100 Hp.	12 000

ANEXO "A"

EQUIPO MARINO

Operación Costera

Piloteadora Flotante.	14 300
Mezcladora Flotante.	14 300
Perforadora Flotante.	27 000
Grua Flotante.	17 300
Draga de cucharón de almeja (clamshell)	23 100
Draga con Cucharón	14 300
Draga hidraúlica.	19 500
Chalán Transportador	24 300
Remolcadores.	21 700
Chalán con descarga automática	14 300

OPERACION FLUVIAL

Chalán de Acero.	27 100
Piloteadora Flotante.	10 800
Mezcladora Flotante.	13 800
Grúa Flotante.	12 300
Draga con cucharón de almeja (clamshell)	12 300
Draga con cucharón.	12 100
Draga Hidraúlica.	17 500
Lancha motor Gasolina	13 200
Chalán con descarga Automática.	10 700
Remolcador propulsión Hélice.	35 700

./.

MAQUINARIA.	Tiempo Aceptable "Vc" en horas.
EQUIPO NEUMATICO.	
MARTILLOS	
Excavador de arcilla 9 a 18 kilos (20 a 40lbs)	4 200
Azadon para arcilla, pequeño o grande	4 200
BOMBAS DE SUMIDERO, PURGA Y LODOS	
Pequeñas escalonas o en serie	3 300
CHIFLON LIMPIADOR DE CHORRO DE ARENA. De 7 a 45.7 kg/cm2 (100-650 libs/pulg.)	6 000
INYECTORES DE LECHADA Que incluye:	
Bombas, Motores, Chasis y tanques cualquier tamaño.	5.980
FONDOS DE TODOS TAMAÑOS	
Carros para perforadoras de tunel	5 000
MALACATES	
227 k.(500lbs.) Tambor sencillo	11 800
340 a 2270 k.(750 a 5000 libs.) Tambor sencillo	15 100
817 a 1090 k. (1800 a 2400 libs.) Tambor doble	15 100
1090 a 2270 k. (2400 a 5000 libs.) Tambor doble	12 900
MANGUERAS	
15.9 a 25.4mm. (5/8 a 2 pulgs) diámetro	3 900
Conexiones flexibles	3 900
MARTILLOS	
para tabla estacas 54 k. (120 libs.)	4 400
Rompedoras de pavimentos 9 a 41 k. (20 a 90 libs)	5 000
PISONES.	
Todos tamaños	3 800
PISTOLAS PERFORADORAS	
De mano, todos tamaños	4 400
Perforadora de pierna (air leg drill)	5 100

PACHUCARTA.

	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
EQUIPO NEUMATICO.	
Con malacate neumático, todos tamaños	11 700
PERFORADORAS ROTARIAS.	
Para operarse en lugares estrechos 22.2 a 25.4mm. (7/8 a 1 pulgs.) de diámetro.	3 800
Para madera 25.4 a 127mm. (1 a 5 pulgs.) de diámetro.	4 400
Para roca 6.8 a 36 k.(15 a 80 libs.)	4 200
Para metal 12.7 a 76.2mm. ($\frac{1}{2}$ a 3 pulgs.) de diámetro	3 500
Perforadoras de galerías todos tamaños (drifter)	5 100
Perforadoras de tripié	6 400

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
EQUIPO PARA COMPACTACION.	
AUTO PROPULSADO MOTOR DIESEL O GASOLINA	
Aplanadoras en todos los pesos	
Tandem. de 2 ejes.	14 000
Tandem. de 3 ejes.	14 000
Tres ruedas.	14 000
RODILLOS NO VIBRATORIOS TODOS TAMAÑOS	
Lisos	12 000
Pata de cabra o similar	12 000
Llantas neumáticas.	10 000
EQUIPO PARA TRANSTORTE Y COLADO DE CONCRETO.	
CARROS PARA CONCRETO.	
Con motor (buggies) 0.17 a 0.51 M3 (6 a 18 pies3)	
Llantas neumáticas.	4 800
Para remolcar (Carts)	
llantas metálicas o neumáticas. 0.17 a 0.31 M3 (6 a 11 pies3)	5 300
ACCESORIOS DISTRIBUIDORES (CANALONES)	
De caida, de hule (Trompa de elefante de 20 a 30 cm.	3 300

MAQUINARIA	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
Rectos (abiertos) en secciones de 3 mts. de longitud (10')	3 300
PLANTAS DOSIFICADORAS PARA PRODUCCION DE CONCRETO.	
Completas incluye elevadores, silos, Tolvas, transportadoras mezcladoras, y básculas,	6 600
TUBERIA PARA BOMBAS DE CONCRETO	
Incluyendo accesorios de 15 a 20 cm. diámetro (6" a 8")	4 700
VIBRADORES	
Con motor eléctrico o hidraúlico 1 1/4 a 6 HP 0.6 a 15.25m. (2 a 50 pies) de flecha	4 600
Con motor de gasolina 2 a 6 Hp. 3.6 a 15.25m (12 a 50 pies de flecha)	6 000
VIBRADORES NEUMATICOS	
Standard o de servicio pesado	4 500
Tipo flexible. 9 a 52k (20 a 115 libs.)	4 500
Tipo rígido todos tamaños	4 500
VIBRADORES PARA MAQUINAS ACABADORAS	
apoyo doble 3 a 10.6m. (10 a 35 pies) de ancho	3 800
apoyo sencillo	2 600

MAQUINARIA. "Vo" en horas.

EQUIPO PARA PAVIMENTACION CON MATERIALES BITUMINOSOS.

BARREDORAS	
Remolcadas, accionadas mecanicamente.	8 000
Remolcadas, accionadas con motor	8 000
Auto propulsadas	8 000
CALDERAS para CALENTAR ALQUITRAN O ASFALTO	
Estacionarias. 170 a 2271 lit. (45-600 gal.)	10 300
Portátiles, 170 a 2271 lit. (45-600 gal.)	7 800
CALENTADORES	
Con tanque de vapor circulante, montados sobre remolque o camión	9 600
Para carros tanque de 2 o 4 ruedas, capacidad para uno o tres carros	8 000
De herramientas, quemando petroleo	7 600
ESPARCIDORES DE PRODUCTOS ASFALTICOS LIQUIDOS	
Petrolizadoras, tanque de 3785 a 4731 lit. (1000 a 1250 gal.)	8 500
No montadas en camión. Con bomba de 1325 lit por min. (350 gal. por min.) Tanque de 3028 a 7570 lit. (800 a 2000 gal.)	10 000
EXTENDEDORES AGREGADOS PETREOS	
De agregados o arena 2.44 m. a 3.66m/ (8pies a 12 pies) ancho	6 400
De arena alimentados por gravedad. 2.75m. a 3.66m. (9pies a 12 pies) ancho	5 100
De piedra 2.44m. a 3.97 (8 pies a 13 pies)ancho	

Septiembre 2 de 1970.

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA. "Va" en horas.
EXTENDEDOR Y AFINADOR	
Motor de Gasolina 3.05m a 3.66m. (10 pies a 12 pies) ancho	5 100
MAQUINAS ACABADORAS.	
De propulsión propia, llantas neumáticas, diesel o gasolina 4994 a 7264 kg. (11.000 a 16.000 libs.)	5 300
9998 a 10 896 kg (22000 a 2400 0 libs.)	6 300
Con motor de gasolina todos tamaños	7 800
Con motor diesel todos tamaños	7 800
Sobre orugas autopropulsados, con motor diesel o gasolina	
4994 a 7264kg. (11 000 a 16 000 libs.)	8 300
9988 a 10896kg (22 000 a 24 000 libs.)	8500
PLANTAS MEZCLADORAS DE CONCRETO ASFALTICO FIJAS.	
Por bacha de 227 a 681 kilos (500 a 1500 libs.)	6 400
Por bacha 908 a 2270 kilos (2000 a 5000 libs.)	9 800
Por bacha 2270 a 5448 kilos (5000 a 12000 libs.)	9 900
VOLUMETRICAS	
(15 a 30 ton.) por hora 13.5 a 27 ton. met.	9 200
(30 a 50 ton.) por hora 27 a 45 ton met.	9 300
(50 a 70 ton.) por hora 45 a 63 ton.met.	10 700
(100 a más de 450 ton.) por hora 90 a 405 ton. met.	10 800
PORTATILES	
Gasolina o diesel, sin secador o unidad graduadora autopropulsada.	
0.76 a 1.15 m3 ( ) a 1½ yd3) por minuto capacidad normal	8 800
1.53 m3 (2yd3) por minuto capacidad normal	9 500

Septiembre 2 de 1970

MAQUINARIA.

VIDA ECONOMICA
"Ve" en horas.

EQUIPO PERFORADOR DE POZOS PROFUNDOS — 11 800

ESCREPAS

Autocargadora de caja. Con llantas neumaticas sin motor

Capacidades.

Al ras		Copetcada		
(2-3 Yd3)	1.53 a 2.29 m^3	(3-5 Yd3)	2.29 a 3.82 m^3	12 000
(4-36 Yd3)	3.06 a 27.5 m^3	(6-50 Yd3)	4.59 a 38.2 m^3	12 000

Excavadora de cable sin fondo

Capacidades

Al ras

.19 a 3.06 m^3	(1/4 a 4 Yd3)	8 000
4.59 a 10.7 m^3	(6-14 Yd3)	9 400

Nivoladora de cable de arrasto sin fondo

Capacidades al ras

.19 a 3.06 m^3	(1/4-4 Yd3)	8 800
4.59 a 10.7 m^3	(6-14 Yd3)	10 800

Rotatoria de arraste (Rotary Drag)

13.8 a 20.7 m^3	(18-27 Yd3)	4 500
.33.66 a 53.6 m^3	(44-70 Yd3)	6 000

./.

Septiembre 2 de 1970.

MAQUINARIA.

VIDA ECONOMICA
"Ve" en horas.

EXCAVADORAS.

Dragas sobre orugas Motor diesel ó gasolina.

0.38 m3 pluma 10 7 M. (½ yd3 pluma 35')	10 100
0.57 m3 pluma 10 7 M. (3/4 yd3 pluma 35')	11 600
0.76 m3 pluma 12.2 M. (1 yd3 pluma 40')	11 600
0.96 m3 pluma 13.7 M (1 1/4 yd3 pluma 45')	11 600
1.15 m3 pluma 13.7 M. (1½ yd3 pluma 45')	13 400
1.34 m3 a 1.53 m3 pluma 15.2m. (1 3/4 yd3 a 2 yd3, pluma 50')	13 700

Dragas sobre orugas. Motor diesel.

1.91 m3 a 2.29 m3 pluma 18.3 m. (2½ a 3 yd3 pluma 60')	16 600
2.68 m3 pluma 21.3 m. (3½ yd3 pluma 70')	16 700
3.06 m3 pluma 22.9 m. (4 yd3 pluma 75')	16 700
3.82 m3 pluma 24.4 m (5 yd3 pluma 80')	16 730

Septiembre 2 de 19..

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
	% 700
EXTRACTORES DE PILOTES	
FERROCARRILES Y VIAS	
Locomotoras de vía standard o de vía angosta.	
Motor diesel de 9 ton. met. (10 ton.)	12 000
13.5 ton. met. (15 ton.)	12 000
27 ton. met (30 ton.)	13 500
CARROS.	
Carro caja metálicas 2 compartimentos	6 000
Carro plataforma vía angosta. 1.8 a 5.4 ton.met. (2-6 ton.)	9 000
Vía standard 9 ton. met. (10 ton.)	9 000

Septiembre 2 de 1970.

VIVA BOLIVARIA
"Ve" en Minas

MAQUINARIA

GATOS

Hidraulicos

De(5 a 100 Ton.)	4.5 a 90 ton. met.	20 600
De Tornillo.		
De(10 a 50 Ton.)	9 a 45 ton. met.	9 000
De Cremallera		
De(5 a 25 Ton.	4.5 a 22.5 ton. met.	8 900
De Vía de 10 a 15 Ton. de simple acción.	9 a 13.5 ton. met.	9 300

GENERADORES

Con motor Eléctrico	1 a 8 K.W.	14 500
	12 a 100 K.W.	14 500
		9 700

100 KW - 500 KW

Con motor Diesel o Gasolina

C.A o C.D

500 - 2500 W	10 500
3000 - 100.000	8 800

Septiembre 2 de 1970.

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA. "Ve" en horas.
GRUAS.	
Giratorias.	8 500
GRUAS TORRE	
Escaladoras, todos tamaños	9 100
Estacionarias, todos tamaños	13 700
Viajeras, todos tamaños	11 700
GRUAS. Montadas sobre camión Motor de gasolina ódiesel	
3.6 a 5.4 ton. met.	
(4 a 6 ton) Radio de Giro 3.05m. (10 pies)	11 700
7.2 a 1.8 ton. met.	
(8 a 12 ton) Id. Id. Id. Id.	13 100
13.5 a 22.5 ton.met.	
(15 a 25 ton). Id. Id. Id. Id.	14 100
27 a 45ton. met.	
3.05 m. radio (30 a 50 ton. 10' radio)	17 600
45 a 63 ton. met.	
3.66 m radio (50 a 7 0 ton. 12' radio)	18 000
72 a 90 ton met.	
3.66 m. radio (30 a 100 ton. 12' radio)	22 100
GRUAS. Sobre orugas. motor diesel.	
3.6 ton met. 3 05 m. radio (4 ton, 10' radio)	11800
5.4 a 10,8 ton..met. 3.05 a 3 66 m radio (6 a 12 ton.-	
10'a 12' radio).	12 900
11.7 a 22 ton. met. 3.66 a 6.1 m. radio (13 a 24.5 ton,-	
12'a 20' radio).	13 500
18 a 45 ton. met. 3.66 a 6.1 m . radio (20 a 50 ton, --	
12'a 20' radio)	16 200
45 a 90 ton. met, 3.66 a radio (50 a 100 ton, 12' radio)	

Septiembre 2 de 1[illegible].

VIDA ECON[illegible]
"Ve" en [illegible]

MAQUINARIA.

GRUAS. Sobre orugas, motor de gasolina

3.6 a 6.3 ton. met.	3.05 m. radio (4a 7 ton. 10' radio)	7 700
7.2 ton. met.	3.05 m. radio (8 ton. 10' radio	9 700
7.2 a 9 ton. met.	3.66 m. radio (8 a 10 ton. 12' radio)	9 700
8.1 a 10.8 ton. met.	13.70m radio (9 a 12 ton. 45' radio)	9 700
11.7 a 22 ton. met.	13.7m. radio (13 a 24.5 ton. 45' radio)	9 900
13.5 ton. met.	6.1 m. radio (15 ton. 20' radio	9 900
22.5 ton. met.	6.1 m. radio (25 ton. 20' radio)	11 200

Septiembre 2 de 1970.
VIDA ECONOMICA
"Ve" en horas.

MAQUINARIA.

MANGADORAS DE MONTERO

No. 00 y No. 0 con tobera y manguera de 15 m. (50')	5 000
No. 1 y No. 2 con tobera y manguera de 15m. (50')	7 500

LAVADORAS DE GRAVA

Con criba, todos tamaños	8 000

.../...

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA "Vo" en horas
MARTINETES PARA PILOTES.	
Accesorios para tirar del Martinete	7 700
Extractor, Mediano ó pesado.	7 700
Guías para el Martinete, todos tamaños.	8 800
Martinete de caida todos tamaños.	8 800
Martinetes para Pilotes, Diesel.	5 600
MARTINETES PARA PILOTOS DE VAPOR O AIRE.	
de simple acción 7500 pies Lbs. (1036.52m.kg.)	6 900
ID. , 15 000-111,160 pies Lbs. (2178.05-15940mkg.)	8 100
de doble acción 105-400 pies Lbs. (13.539- 55.38m.kg.)	4 700
ID. , 600 pies Lbs. (83.08m.kg.)	5 700
ID. 675-2500 pies Lbs. (93.47- 346. m.kg.)	6 900
ID. 2900- 10850 pies Lbs. (401.56- 1501 kgm.	7 800
ID. 13,160-24 450 pies Lbs. (1820 - 3385. m.	8 900
MALACATES UNIDADES ELEVADORAS.	
De cadena.- Operación Manual 1 a 12 Ton.	14 900
12 - 16 Ton.	14 200
Eléctricos.(Control eléctrico Tambor, alta resistencia al arranque.)	
de un tambor 3 HP.	9 500
de un tambor 10 HP.	11 300
de un tambor 20- 112 HP.	14 900
de dos tambores 10 HP.	11 300
de dos tambores 20- 112 HP	13 600
112- 137 HP	13 300

MAQUINARIA.

		VIDA ECONOMICA "Ve" en horas
MEZCLADORA PARA CONCRETO		
Con motor de gasolina		
	(3½ S) .099 M3	5 700
	(6 S) .17 M3	6 000
	(11S) .3113 M3	6 200
	(16 S) .4528 M3	6 200
	(28 S y 35 S) .7921 M3 y .991	6 200
	(56 S y 84 S) 1.604 M3 a 2.3772	6 200
Con motor eléctrico		
.099 M3 (3½ S)		7 600
.17 M3 (6 S)		8 000
.3113M3 (11S)		8 500
.4528M3 (16 S)		8 800
(28 S y 35 S) .7921 M3 y .991		8 800
(56 S y 84 S) 1.604 M3 a 2.3772		7 400
PALAS CARGADORAS FRONTALES.		
Sobre tractor de Orugas.	(½ a 1 1'8 yd3) 0.38 a 0.86 M3	8 900
	(1½ a 3½ Yd3) Cucharón Normal	9 200
1.15 a 2.674 M3		
Mayores de (3½ Yd3)	2.674 M3	9 300
Sobre Tractor de Ruedas		
.283- .4952 M3	(10 - 17½ pies 3)	8 100
.573- .859 M3	(3/4 1 1/8 Yd3)	8 900
.955- 1.337 M3	(1 1/4 1 3/4 Yd3)	9 500
1.528 - 2.29 M3	(2 - 3 Yd3)	8 800
2.29 - 3.82 M3	(3 - 5 Yd3)	7 500
3.82 - 5.34 M3	(5 - 7 Yd3)	7 500
Para Trozas de madera trabajo, regular o pesado.		8 500

Septiembre 2 de 1970.

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA. "Ve" en horas.
PALAS Y RETROEXCAVADORAS.	
Sobre orugas. Motor diesel ó gasolina	
0.29 m3 (3/8 yd3)	10 000
0.38 m3 (½ yd3)	10000
0.57 m3 (3/4 yd3)	10 000
0.76 m3 (1 yd3)	10 000
0.96 m3 (1 1/4 yd3)	12 000
1.15 m3 (1 ½ yd3)	12 000
Sobre orugas. Motor diesel	
1.34 a 1.53 m3 (1 3/4 yd3 a 2 yd3)	14 400
1.72 a 1.91 m3 (2 1/4 a 2½ yd3)	14 500
2.68 m3 (3½ yd3)	16 400
3.06 m3 (4 yd3)	17 600
3.06 a 4.59 m3 (4 a 6 yd3)	17 300

Septiembre 4 de 1970.

VIDA ECONOMICA
"Ve" en horas.

MAQUINARIA.

PLANTAS PARA CANTERAS Y MINAS

PORTATILES INCL. MOTOR, ELEVADORES, PALAS TRASPORTADORES, BOMBAS, ETC. MONTADAS SEGUN ESPECIFICACION.

Cribadora y Cargadora

Liviana de poca Capacidad.	5 400
Servicio pesado de gran capacidad.	8 000
QUEBRADORA Y CARGADORA.	
Liviana de poca capacidad.	5 400
Servicio pesado de gran Capacidad.	7 500
Quebradora. Cribadora y Cargadora.	
Una quebradora de poca capacidad.	5 400
Una quebradora de gran capacidad.	8 000
Unidad de dos quebradoras.	6 700
Unidad de dos quebradoras grandes.	8 000
QUEBRADORAS.	
De Conos.	14 400
De Martillo 20", 30", 40" (50.8cm., 76.20cm., 101. 6 cm)	9500
De Quijadas, sin accesorio, sin Motor, abiertas, todos tamaños.	9 500
De rodillos s/accesorios sin motor, todos tamaños	9 500
Giratorias.	12 800
REZAGADORAS de tunel.	
Neumática.	8 000
Eléctrica.	8 500

Septiembre 2 de 1970.

	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas
MAQUINARIA	
SIERRAS ELECTRICAS.	
Oscilante 1 1/4 a 9 H.p. 30.5 cm. a 40.7 cm. (12" a 16"diam.)	5 500
Hojas fijas o inclinables 254 a 483mm. (10 a 19 pulg).	7 000
De mano, hojas de 101 a 330 mm. (4 a 13 pulgs.)	5 100
De cadena de 30 cm. a 182 cm. (12 a 72 pulg.) para desmonte.	6 000
Para mamposteria	6 800
DE GASOLINA	
Fija o inclinada de mesa con hoja de 254 a 508 mm. (10"-20")	7 600
De cadena para desmonte 46cm. a 213 cm. (18 a 84 pulg.)	6 000
Para mañposteria	6 800
NEUMATICAS	
Rotatorias de mano todos\tamaños	4 500

Septiembre 4 de 1970.

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
SOLDADORAS. De arco.	
C.A. (75-175Amp)) hasta (750 a 1000 amp.) electrica.	12 000
C.D. (150-250 Amp.) hasta (500 a 700 Amp.) Motor gasolina.	12 000
C.D. (150-250 Amp.) hasta (700-900 Amp) Motor -- electrico.	12 000
C.D. (200-350 Amp.) hasta (350-500 Amp.) Motor-- Diesel.	12 000

Septiembre 1 de 1970.

MAQUINARIA	VIDA ECONOMICA "Va" en horas
TRACTORES.	
TRACTORES DE ORUGAS. HP EN LA BARRA DE TRACCION CON MOTOR DIESEL.	
TRANSMISION DE ENGRANES.	
de 20 a 52 HP.	10 000
de 53 a 265 HP.	12 000
de 266 a 500 HP.	12 000
TRANSMISION POWER SHIFT. (SERVO TRANSMISION)	
de 70-164 HP	10 000
de 165-400 HP	10 000

/./././

MAQUINARIA.	VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
TRANSMISION CON CONVENTIDOR DE TORSION.	
de 30 - 331 Hp.	12 000
de 332-500 Hp.	10 000
CON MOTOR DE GASOLINA.	
de 20-32 HP.	10 000
de 33-41 Hp.	10 000
de 42-52 Hp.	10 000
de 53-66 Hp.	10 000
de 67- 105 Hp.	10 000
de 106-200 Hp.	10 000
TRACTORES DE 4 RUEDAS, LLANTAS NEUMATICAS.	
HP AL FRENO	
CON MOTOR DIESEL	
Transmisión Directa.	
de 35 a 47 HP	10 000
de 48 a 60 HP	10 000
de 93 a 160 HP	12 000
Transmisión Power Shift con convertidor de Torsión de 160 a 600 Hp.	9 000
Transmisión con convertidor de torsión de 220 a 700 HP	9 500
Con motor de Gasolina	
de 10 a 16 Hp.	7 000
de 17 a 24 Hp.	8 000
de 25 a 33 Hp.	8 500
de 34 a 45 Hp.	9 000
de 46 a 60 Hp.	10 000
de 61 a 75 Hp.	10 000

	VIDA ECONOMICA. "Va" en horas.
MAQUINARIA.	
Con motor Diesol.	
de 30 a 300 HP.	10 000
de 301 a 600 HP.	10 000
Tractores de Ruedas Pequeñas con Motor de Gasolina.	6 000
VAGONES.	
CONEXIÓN DIRECTA PARA EL ARRASTRE	
Tanque regador, de acero	
450 - 2000 Gal. (1601-756.1.)	7 300
2000-8000 Gal. (756- 1134 1.)	7 600
Carro tanque de acero	
450-600 Gal. (1601- 2268 1.)	9 700
De descarga de Fondo	
Rasado 3-25 Yd3 (2.295-19.125m3) Copeteado 4-30 Yd3 (3.06-22.95m3)	9 700
De Descarga Lateral Hidraulica	
Rasado 8-15 Yd3 (6.12-11.475m3) Copeteado 11-18 Yd3 (8.415m3- 1377m3)	8 500
De descarga lateral operación manual	
Rasado 8-15 Yd3 Copeteado 11-18Yd3	8 500
Tipo Remolque 15-30 Yd3 (11.475m3- 22.95m3)	9 400
Volteo de Acero 2-6 Yd3 (1.53- 4.6m3)	9 700
Volteo de Acero Llantas Neumaticas 6-19 Yd3 (4.6m3-14.536m3)	9 700
Volteo de Acero, de Vía 5-15 Yd3 (3.825- 11.475m3)	9 700
VENTILADORES DE AIRE PORTATILES.	5 100

Septiembre 2 de 1970.

MAQUINARIA

ZANJADORAS.

Tipo de Rosario o Aquilon Vertical.

Diesel.

Profundidad Máxima			ANCHO Máximo		VIDA ECONOMICA "Ve" en horas.
3.05 M.	(10')	= 106.66cm.		(42")	7 800
4.27 M.	(14')	= 106.66 cm.		(42")	9 700
5.185 M	(17')	= 137.16 cm.		(54")	10 600
6.405 M	(21')	= 132.08 cm.		(52")	11 100
7.93 M	(26')	= 132.08 cm.		(52")	11 600

GASOLINA.

3.05 M	(10')	= 106.68 cm.	(42")	7 800
4.27 M	(14')	= 106.68 cm.	(42")	9 700
5.185 M	(17')	= 137.16 cm.	(54")	10 600
6.405 M	(21')	= 132.08 cm.	(52")	11 100
7.93 M	(26')	= 132.08 cm.	(52")	11 600

TIPO DE RUEDAS

DIESEL.

2.13 m.	(7'0")	91.44 cm.	(36")	8 800
2.59 M	(8'6")	228.60 cm.	(90")	7 800

GASOLINA.

2.13 M	(7' 0")	91. 44 cm.	36"	8 700
2.59 M	(8'6")	213.5 cm.	84"	7 300

./.

CAPITULO V

OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

CAPITULO V

OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

SIGNIFICADO DE LA OPTIMIZACION.

Al hablar en este capítulo de "optimización", no nos referiremos a la mejor forma de operar una máquina o la mejor forma de desarrollar una labor individual. Deseamos referirnos más bien a procesos de complejidad variable en que intervienen diversos recursos, es decir, diferentes máquinas, diferentes fuentes de aprovisionamiento de materiales o diferentes cuadrillas de personal. El problema consiste en determinar la combinación óptima de dichos recursos, que minimice el costo del proceso constructivo. Se trata, por lo tanto, de optimizar dicho proceso mediante una planeación estratégica de las diversas operaciones que lo configuran. Dentro de este plan estratégico se puede hacer una planeación táctica de cada operación en particular. Este último tipo de planeación es, desde luego, muy importante, pero perdería totalmente su valor si no se emarcara en una planeación más amplia que abarque el conjunto de operaciones por realizar.

En capítulos precedentes se describió el uso del modelo CPM (método de la Ruta Crítica) para planear y ptimizar una obra compl. Dicho modelo permite programar los tiempos de ejecución de cada a vidad, identificar las actividades críticas que requieren control más

cuidadoso, programar el uso de los diferentes recursos dentro de los límites de disponibilidad respectivos, hacer una estimación de costos ligada al programa de obra y elaborar un plan financiero. Esta es la planeación estratégica de más alto nivel en el ámbito del sistema obra.

La planeación estratégica a que se refiere este capítulo se desarrolla en un segundo nivel, que se identificaría con las actividades más complejas, o grupos de actividades de la red CPM. En este segundo nivel, la planeación está orientada al máximo aprovechamiento de los recursos, dentro de los tiempos y demás restricciones que se fijan en el primer nivel.

Los modelos denominados "curva de aprendizaje" y "curva de experiencia" que se explicaron en uno de los capítulos anteriores pertenecen a este segundo nivel de planeación, en este caso, con miras a obtener el óptimo aprovechamiento de la mano de obra. En este capítulo se estudiarán dos modelos que son especialmente aplicables a los trabajos de construcción de caminos.

OPTIMIZACION DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Una de las partes más importantes, y con frecuencia la más costosa, de la construcción de un camino es el movimiento de tierras necesario para conformar la rasante del mismo. Dicho movimiento de tierras se denomina "terracerías" y comprende los cortes y los terraplenes; éstos últimos pueden formarse, sea con el material proveniente de los

cortes, o con material de "bancos de préstamo" próximos al eje de vía, a lo largo de éste.

Los cortes y los bancos de préstamo pueden considerarse como orígenes o fuentes de suministro de material, mientras que los terraplenes pueden considerarse como lugares de destino del material. El problema que se plantea es determinar las cantidades de cada fuente que se deben transportar a cada lugar de destino, para que el costo total de transporte sea mínimo, sujetándose a las restricciones impuestas por los volúmenes disponibles en las fuentes y los volúmenes requeridos en los destinos. Este problema es el problema clásico de transporte, para cuya solución se emplea el algoritmo matemático de programación lineal.

En el artículo denominado "Movimiento de Terracerías a Costo Mínimo", que se incluye como Anexo "A" de este capítulo se describe una aplicación práctica de la programación lineal a la optimización de las terracerías de un camino.

OPTIMIZACION DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y TRANSPORTE DE TIERRA.

Cuando se usan camiones para el transporte de tierra, el constructor se enfrenta al problema de "balancear" su flotilla de transporte con su equipo de carga, de tal manera que los tiempos de espera, tanto de los camiones como del equipo de carga, se reduzcan al mínimo.

Con un criterio determinista, es decir, suponiendo que el tiempo

de recorrido de los camiones y el tiempo de carga de los mismos sean constantes y determinables con certeza, el problema es sencillo. Si t_r es el tiempo que emplea un camión, desde que termina de ser cargado, para hacer su recorrido hasta el punto de descarga, descargar y volver al punto de carga; y si t_c es el tiempo que emplea la máquina cargadora para llenar un camión:

$t_c + t_r$ = tiempo necesario para un viaje redondo del camión (p.e.), y el número teórico de camiones necesario para mantener la máquina cargadora constantemente ocupada será:

$$n = \frac{t_c + t_r}{t_c} \qquad (1)$$

los tiempos de carga y de recorrido pueden calcularse como sigue:

$$t_c = \frac{Cv}{Cc} \cdot t_{cm} \cdot \frac{1}{e} \qquad (2)$$

siendo C_v = capacidad del vehículo (m3)

Cc = capacidad del cucharón de la máquina cargadora (m3)

t_{cm} = tiempo empleado por la máquina cargadora en un ciclo de carga (min)

e = eficiencia de producción de la máquina cargadora ($e < 1$)

$$t_r = \sum_{i=1}^{m} \frac{L_i}{V_i} \times 60 + t_d \qquad (3)$$

siendo L_i = longitud del tramo "i" del recorrido de los camiones (Km)

m = número de tramos considerados en el recorrido de ida y vuelta

v_i = velocidad media de los camiones en el tramo "i" (Km./hora)

t_d = tiempo empleado en la descarga (min)

En general, n resulta fraccionario y es necesario redondearlo al número entero inmediato inferior o superior "N".

Si $Nt_c > t_c + t_r$, la diferencia entre los dos miembros de esta desigualdad representa el tiempo perdido por los camiones;

Si $Nt_c < t_c + t_r$, la diferencia entre los dos miembros de esta desigualdad es el tiempo perdido por la máquina cargadora.

En el primer caso, la productividad del conjunto está determinada por la máquina cargadora:

$$P = \frac{60}{t_c} \cdot C_v \qquad (3)$$

siendo P = productividad (m3/hora)

En el segundo caso, la productividad del conjunto está determinada por los camiones y es igual a

$$P' = \frac{60}{t_c} \cdot Cv \cdot \frac{N}{n} \qquad (4)$$

siendo $N < n$

En la realidad, los tiempos t_c y t_r son variables aleatorias, por lo cual invariablemente se presentan tiempos de espera mayores que los obtenidos con el criterio determinista, y la productividad calculada con este criterio es mayor que la real.

Se puede obtener una mejor estimación de la productividad y un mejor balance entre la unidad cargadora y la flotilla de vehículos con un enfoque probabilista, aplicando la teoría de las líneas de espera o teoría de colas. La figura No. 34 ilustra el ciclo típico de operación, que es idéntico al antes descrito, excepto que se considera que se forma una cola de vehículos delante de la máquina cargadora.

La llegada de camiones a la cola no ocurre con regularidad, sino en forma aleatoria. El modelo probabilístico que más se ajusta a la realidad es la distribución de Poisson, cuya hipótesis básica es la siguiente:

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{de que una llegada ocurra entre}\\ \text{el tiempo } t \text{ y el tiempo } t+\Delta t\\ \text{dado que } (N-i) \text{ unidades están en}\\ \text{tránsito durante este intervalo.}\end{array}\right\} = (N-i)\lambda\,\Delta t$$

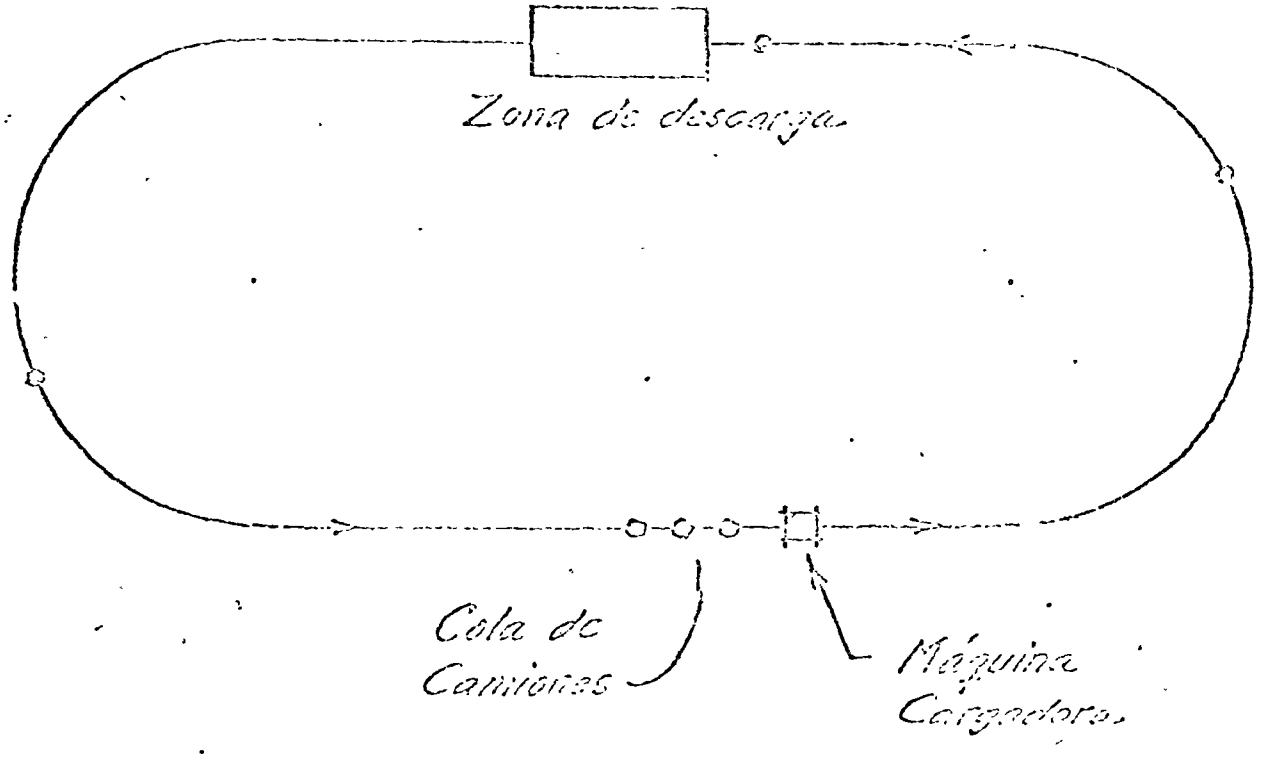


Fig. 34.- MODELO DE LINEA DE ESPERA.

siendo N = número de camiones en la hilera

i = número de camiones en la cola o cargando

λ = tasa media de llegadas de un camión en tránsito

Δt = intervalo de tiempo

El valor de λ sería:

$$\lambda = \frac{60}{t_r} \qquad \text{(llegadas por hora)}$$

Para la tasa de servicios (salidas) de la máquina cargadora puede suponerse una distribución exponencial, semejante a la de Poisson, basada en la hipótesis:

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{de que se termine la carga de un camión}\\ \text{en el intervalo de tiempo } (t\ ,\ t+\Delta t)\ ,\\ \text{dado que un camión está siendo cargado}\\ \text{en el tiempo } t\end{array}\right\} = \mu \cdot \Delta t$$

siendo μ = tasa media de cargas (salidas), es decir, número esperado de cargas por hora, dado que siempre se esté cargando un camión.

$$\mu = \frac{60}{t_c} \qquad \text{(salidas por hora)}$$

Los posibles estados del sistema serían:

S_o = ningún camión en la cola o en carga.

S_1 = un camión en la cola o en carga.

S_2 = dos camiones en la cola o en carga

S_n = N camiones en la cola o en carga.

Las probabilidades de que en el instante t el sistema se encuentre en cualquiera de dichos estados se designará por:

$$P_i(t), \quad \text{siendo} \quad \sum_{i=1}^{N} P_i(t) = 1$$

La solución del modelo está dada por las ecuaciones:

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{n} \frac{N!}{(N-i)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \right]^{-1} \qquad (5)$$

$$P_i = \frac{N!}{(N-i)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i P_0 \qquad (6)$$

de las cuales se deriva la siguiente expresión para la productividad de la flotilla:

$$P = \mu \cdot C_v \, (1 - P_0) \qquad (7)$$

El factor $(1 - P_0)$ representa la probabilidad de que al menos un camión esté en la cola o cargando y se denomina "índice de producción". El factor $\mu \cdot C_v$ es el producto de la tasa media de salidas de camiones de la posición de carga, por la capacidad de cada camión, y representa la tasa de producción teórica, suponiendo que nunca faltan camiones qué cargar. Los índices de producción para diferentes valores de N y de λ/μ se han tabulado y graficado.

En el artículo intitulado "Pronósticos de Producción en Trabajos de Construcción" que constituye el Anexo "E" de este capítulo, aparecen las gráficas mencionadas y se dan algunos ejemplos de aplicación. Se incluye el caso de 2 ó más máquinas cargadoras dando servicio a una flotilla y el caso en que existe una tolva de carga entre la máquina cargadora y los camiones.

Como se señala en el artículo mencionado, este modelo probabilístico es aplicable a muchos otros procesos constructivos en los que una o varias máquinas (u operarios) sirven o son servidos por una flotilla de otras máquinas (o cuadrillas de trabajadores).

MODELOS DE SIMULACION.

El modelo probabilístico antes descrito se basa en ciertas hipótesis simplificatorias que no siempre son válidas. Por ejemplo, se podrían usar camiones de 2 ó 3 tamaños diferentes y se podrían estipular interrupciones en el trabajo, a horas fijas, para comidas o cambios de turno. La introducción de estos requisitos en el modelo prababilístico haría éste demasiado complicado e inmanejable. En estos casos resultan útiles las técnicas de simulación.

La simulación matemática de un sistema dinámico consiste en seguir los cambios que sufre éste a lo largo del tiempo, a través de un modelo matemático. Las técnicas de simulación no tratan de resolver analí-

ticamente las ecuaciones del modelo, por lo que éste adopta una forma diferente al usado con técnicas analíticas. Los modelos de simulación constan típicamente de una serie de partes que corresponden a un diagrama de bloques.

El algoritmo de simulación consiste en la aplicación repetida de los siguientes 5 pasos, que se ilustran en la figura 35 ;

1.- Encontrar el siguiente evento potencial

2.- Seleccionar una actividad

3.- Probar si el evento se puede realizar

4.- Cambiar la imagen del sistema

5.- Recopilar las estadísticas.

La simulación se lleva a cabo en la computadora, usando lenguajes especiales de programación, tales como el GPSS o el SIMSCRIPT. Para una aplicación de la simulación al acarreo de terracerías, consúltese el artículo "Estimating Costs of Earthwork via Simulation", por Jack H. Willenbrock, en el Journal of the Construction Division, ASCE, Vol. 98, No. CO.1, Marzo 1972, pp. 49-60.

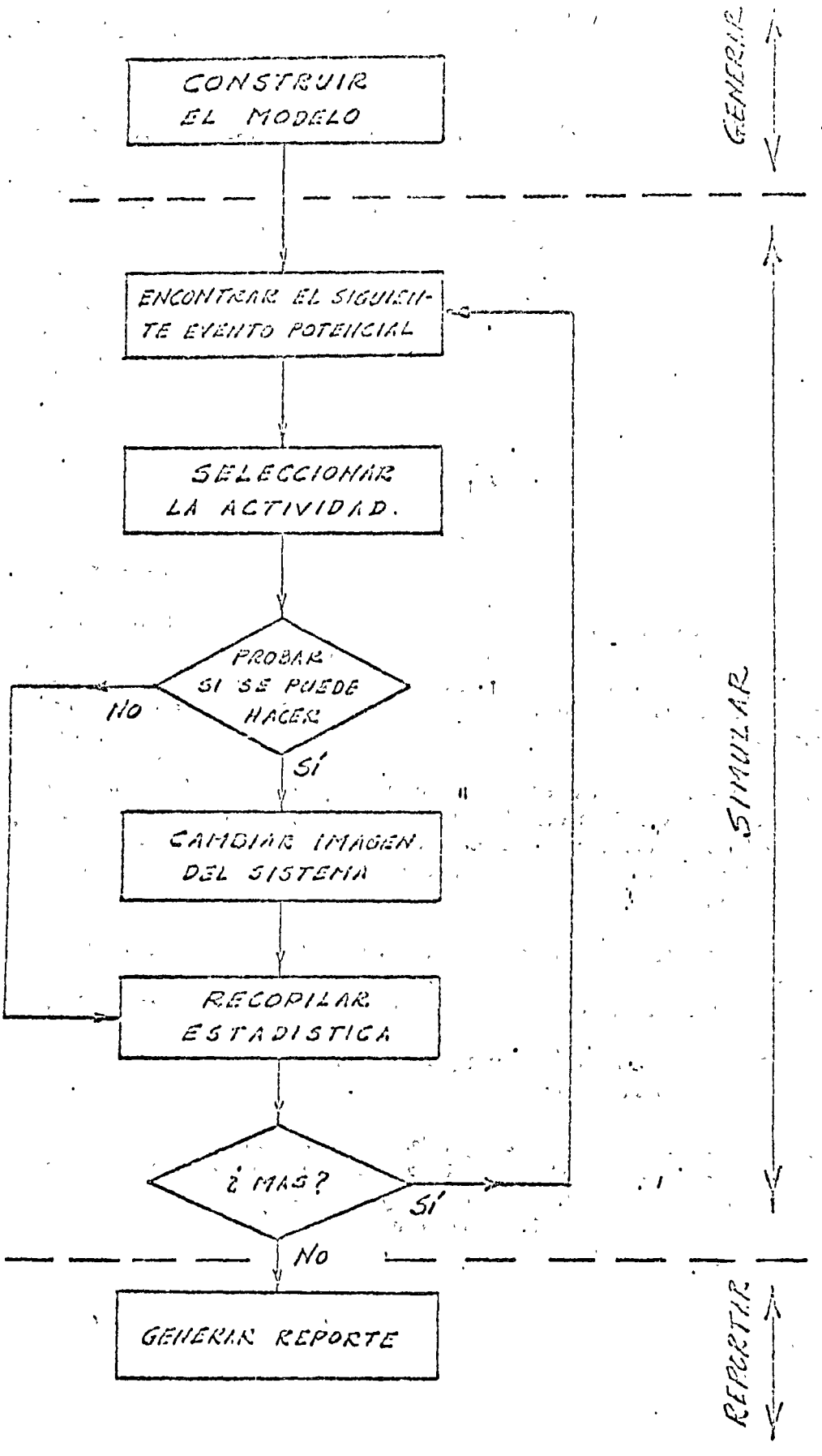


Fig. 35 - ALGORITMO DE SIMULACION.

CAPITULO — V
ANEXO "A"

Movimiento de Terracerías a Costo Mínimo

INTRODUCCION

En las dos últimas décadas los avances en el procesamiento electrónico de información y en la tecnología asociada al tema, han sido fundamentales para el desarrollo de nuevos procedimientos de solución de problemas en infinidad de actividades relacionadas con el trabajo intelectual, siendo la Ingeniería uno de los campos en que su influencia es de la mayor trascendencia.

Con objeto de señalar una de las innumerables formas en que la Investigación de Operaciones y el Cómputo Electrónico, pueden intervenir en la consideración de decisiones de una Empresa Constructora se presenta una metodología en la selección del equipo necesario para efectuar movimientos de terracerías en la construcción de un camino.

Se pretende con ello despertar inquietudes para utilizar estas técnicas que representan ventajas económicas de fundamental importancia; las referencias bibliográficas que se citan al final del texto fueron elegidas bajo el mismo criterio.

En la presentación de esta metodología se ha seguido el siguiente esquema que consta de cuatro capítulos:

1) Se plantea formalmente el "problema de transporte" que consiste en determinar las cantidades de objetos que es necesario enviar desde cada uno de los puntos donde se obtienen o producen, hacia cada uno de los puntos donde se requieren o utilizan, de tal forma que el costo total de transporte sea el mínimo posible.

2) Se plantea el problema de la determinación de los movimientos de terracerías en la construcción de un camino en términos del problema de transporte, por lo que su solución óptima se encuentra en la solución al mencionado problema de transporte.

3) Para aclarar el procedimiento anterior se muestra un ejemplo para un tramo del camino Tijuana--Matamoros y se compara con los resultados obtenidos por los métodos tradicionales.

4) Finalmente se plantea en base a la aplicación ordenada y sistemática de la solución anterior, un procedimiento para determinar el equipo de movimientos de terracerías en la construcción de un camino de tal forma de encontrar el que ocasione el menor costo posible.

En el desarrollo de este artículo se ha procurado omitir notaciones y procedimientos matemáticos complicados con objeto de lograr una mayor facilidad en la comprensión del concepto que se desea exponer.

1) Problema de Transporte.

El planteamiento del problema de transporte es el siguiente:

a) Se dispone de un total de unidades de un determinado artículo localizados en n diferentes orígenes,

b) Existen en cada uno de esos orígenes las siguientes cantidades de ese artículo: $a_1, a_2, \ldots, a_i, \ldots, a_n$;

c) Los artículos se enviarán a diferentes destinos,

d) Requiriéndose en cada uno de esos destinos las cantidades $b_1, b_2, \ldots, b_j, \ldots, b_m$;

e) Además se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de producir y/o enviar un artículo de cada origen i a cada destino j, esto es, se conoce lo que cuesta obtener un artículo en cada uno de los m destinos según cada uno de sus n orígenes posibles.

La solución al problema consiste en:

f) Determinar las cantidades x_{ij} de ese artículo que se deben enviar de cada uno de los orígenes y a cada uno de los destinos.

g) De tal manera que el costo total de transporte sea mínimo, o sea, que el problema consiste en minimizar la "función objetivo":

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} \quad x_{ij}$$

sujeta esta solución a las siguientes hipótesis o restricciones:

h) Hay una variación lineal en el costo de transporte en función del número de unidades transportadas, o sea que el costo de enviar una unidad del origen i al destino j es c_{ij}, entonces el costo de enviar x_{ij} unidades será $x_{ij} \quad c_{ij}$.

i) El total de artículos disponibles en los n orígenes debe ser igual al total de artículos requeridos en los m destinos, éste es:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j \quad \text{y en consecuencia}$$

m) La cantidad enviada desde cada origen i será igual a la cantidad a_i disponible, y la cantidad recibida en cada destino j será igual a la cantidad b_j requerida.

El problema de Transporte planteado por Hitchcok (1941) e independientemente por Koopmans (1947) y resuelto por G. B. Dantzig (1947) queda enmarcado dentro de los problemas de programación lineal relativos a la distribución o uso eficiente de un conjunto de recursos limitados y relacionados entre sí, buscando generalmente maximizar los beneficios derivados de su utilización o minimizar los costos de su aprovechamiento; se caracterizan por el gran número de soluciones que satisfacen las condiciones básicas planteadas, debiéndose seleccionar entre ellas a la que, de mejor manera, satisface el objetivo deseado.

Para un problema de esta naturaleza la cantidad de soluciones posibles y la dificultad para evaluarlas en forma adecuada, impide pensar en aplicar las técnicas de programación lineal para obtener su solución, si no se cuenta con un computador electrónico que realice este trabajo; las primeras soluciones favorables para problemas de este tipo se obtuvieron en 1952 con el uso de la máquina SEAC del National Bureau of Standards (E.U.A.), a partir de entonces esta técnica se ha convertido en una importante herramienta de las matemáticas modernas, aplicable a una gama amplísima de actividades y el algoritmo que la resuelve se ha programado para una gran cantidad de computadores.

2) Movimiento de Terracerías como un Problema de Transporte.

Analizando el problema de movimiento de terracerías se observa que puede ser planteado como "Problema de Transporte" de acuerdo con las siguientes consideraciones siguiendo cada uno de los incisos presentados en el capítulo anterior.

En efecto:

a) El artículo que va a ser transportado son m^3 de tierra que se encuentran en cada uno de los cortes del camino a construir, así como también en "todos" los posibles bancos de material con lo que se integran los n orígenes de nuestro problema.

b) Se conoce el volúmen de m^3 disponibles tanto en cada uno de los cortes por efectuar, como en cada uno de "todos" los posibles bancos, esto es, se conocen las cantidades a_i de m^3 disponibles en cada origen i.

c) Los m^3 de tierra servirán para la construcción de terraplenes, por lo que serán requeridos en cada una de la m secciones de terraplén que se presentan en el proyecto.

d) Se conocen las cantidades b_j de m^3 que se necesitan en cada una de las m secciones de terraplén.

e) Se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de enviar un m^3 de tierra de cada corte i (o sección de corte) a cada una de las secciones de terraplén j y además puede evaluarse el costo de obtención y envío de un m^3 de tierra de cada banco también a cada sección de terraplén. Obsérvese que este costo está en función del equipo que pretende emplearse en la construcción del camino y de la distancia que existe entre el punto de origen y el de destino del material; a reserva de abundar posteriormente en estos temas, para efecto de continuar la exposición supóngase que el costo de recibir un m^3 de tierra en cada sección de terraplén según cada uno de sus n posibles orígenes puede obtenerse fácil y rápidamente.

La solución de nuestro problema de movimiento de terracerías consiste entonces en:

f) Determinar las cantidades x_{ij} de m^3 de tierra que hay que enviar y/o obtener de cada corte y cada banco de material i, a cada sección de terraplén j.

g) De tal manera que el costo total de transporte sea mínimo o sea hacer mínima la función objetivo.

Por otra parte, se observa con ciertas tolerancias razonables y de acuerdo con las consideraciones que a continuación se indican, que nuestro problema cumple con las hipótesis y restricciones del problema de transporte ésto es:

h) Dentro de las limitaciones del análisis, podemos considerar que si el costo de enviar un m^3 de tierra del origen i al destino j es c_{ij} el costo de enviar x_{ij} m^3 será $c_{ij}\ x_{ij}$

i) Como el total de m^3 de tierra disponible en los cortes y en los bancos siempre será superior a los m^3 de tierra requeridos para la formación de terraplenes, se crea un terraplén ficticio para lograr que:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j ;$$

asignándole costos nulos de transporte a ese terraplén con lo cual se incluye en la solución la posibilidad de no utilizar material proveniente de los bancos, a menos de que sea conveniente, puesto que si la solución indica el envío de material de bancos a este terraplén ficticio, ello implica que esos volúmenes no son utilizados. Para cubrir la posibilidad de desperdiciar material de corte y compensar esos volúmenes con material de bancos, pueden crearse tantos terraplenes ficticios como desperdicios posibles existan, cumpliendo siempre con la restricción de igualdad entre oferta y demanda y asignando los costos de transporte por acarreo de desperdicio que procedan, si el material proviene de cortes en cajón, y costos nulos para material proveniente de cortes en balcón y de bancos:

m) Entonces la cantidad de m^3 por enviar de cada origen i será igual a la cantidad a_i disponible y la cantidad recibida en cada sección de terraplén j será igual a la cantidad requerida b_j.

El planteamiento del movimiento de terracerías en esta forma parece ser bastante laborioso y tal vez incosteable, pero si enmarcamos esta solución dentro del método Fotogramétrico Electrónico para proyecto de Vías Terrestres existentes en la Secretaría de Obras Públicas y también desarrollado en diversas empresas consultoras, observamos que la mayor parte de los datos son ya obtenidos a través de proceso de computo electrónico y que quedan almacenados en memorias auxiliares (discos o cintas magnéticas) para su procesamiento posterior con los datos complementarios proporcionados por el proyectista de vías terrestres o el contratista de construcción. En realidad la única información que necesita proporcionarse, es la relativa a los costos de transporte tal como se indican en la Fig. No. 1 y la ubicación y el volúmen disponible de todos los posibles bancos de material así como también la ubicación y el volúmen máximo depositable de las zonas de posible desperdicio; datos que en cualquier caso tanto el proyectista como el constructor deben conocer para orientar en forma adecuada sus decisiones.

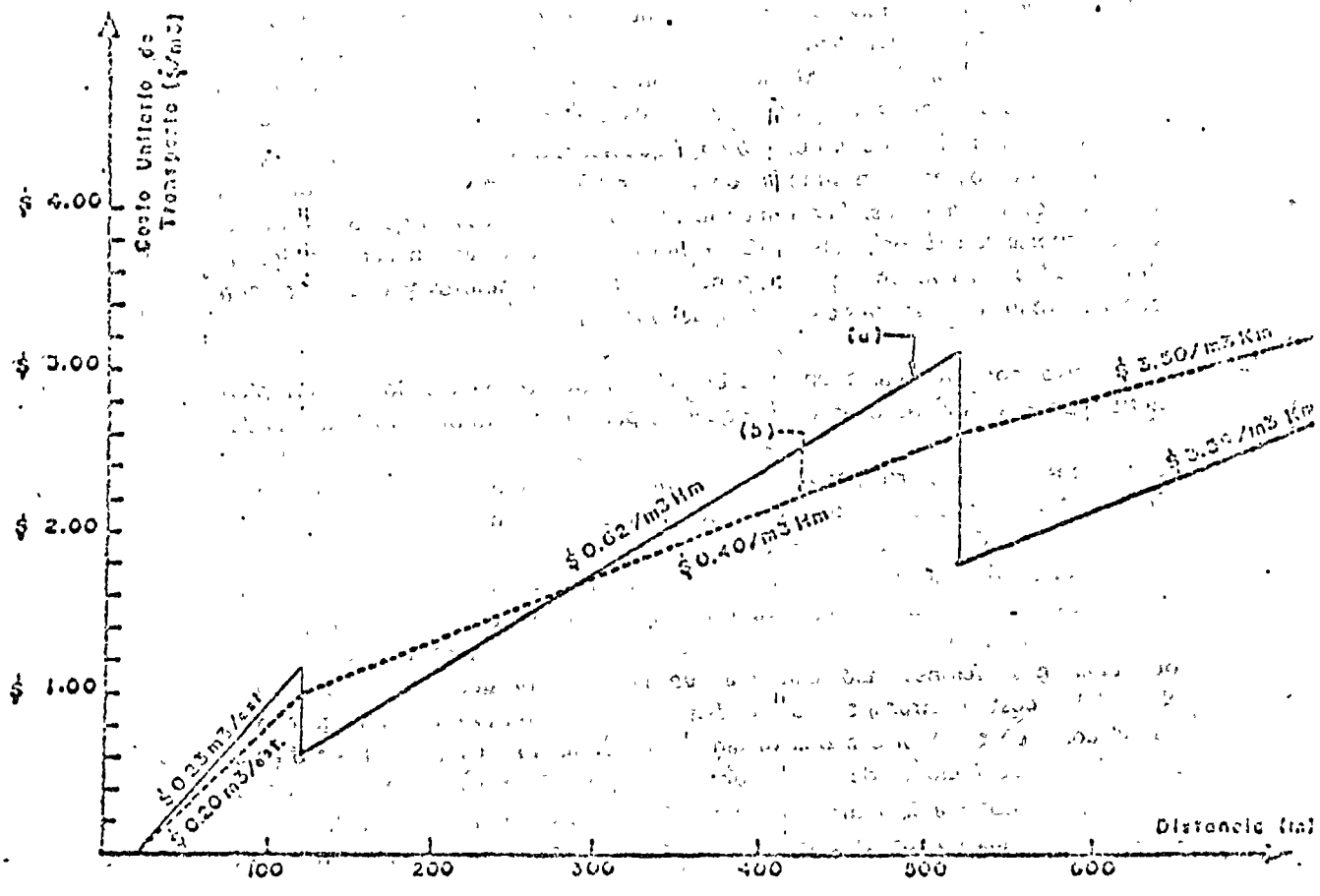


Figura 1.— Costos Unitarios de transporte de terracerías

3) Ejemplo.

Para ilustrar el procedimiento descrito se desarrolla a continuación un ejemplo tomado del proyecto del camino Tijuana–Matamoros, tramo El Porvenir–Ojinaga, del Km. 28 + 800 al Km. 29 + 640.

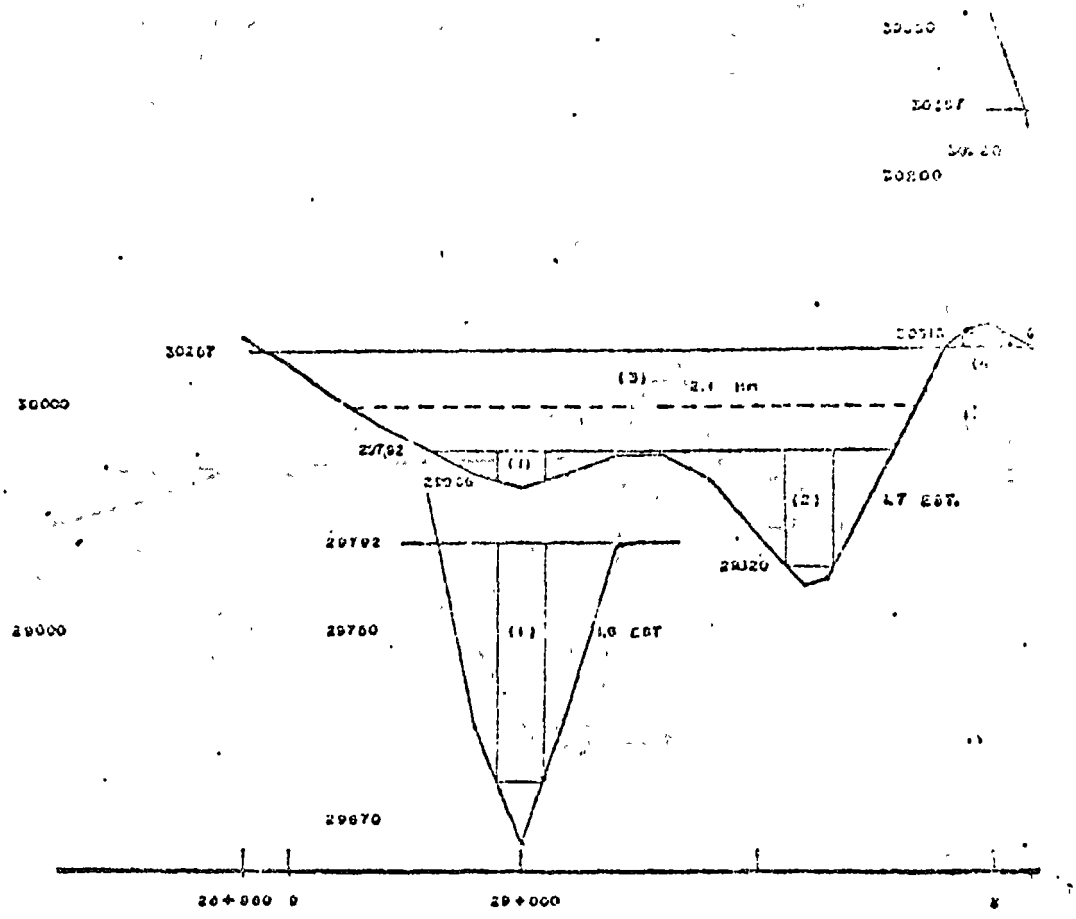
En la Fig. No. 2 se muestra el diagrama de curvas masa que contiene además los movimientos definidos por el proyectista así como los volúmenes de corte y terraplén. Como complemento a lo anterior el proyectista indicó que se podría disponer de material de un banco ubicado a 500 m. der. de la estación 33 + 000. Los volúmenes disponibles en los cortes y en el banco, así como los requeridos para terraplén se muestran en la tabla No. 1.

Se observa que arbitrariamente cada estación de corte ha sido considerada como un origen y cada estación de terraplén como un destino; mientras mayor sea el número de cortes y terraplenes, mayor será la precisión de los resultados, pero también será mayor el costo de su procesamiento, dependiendo del computador disponible para efectuar el proceso y de los costos asociados a su operación, podrá definirse fácilmente el número en el que habrá de dividirse cada corte y cada terraplén para obtener en función de la precisión recomendable la solución al problema de movimientos. Para dimensionar esta idea cabe aclarar que un problema de transporte con 75 orígenes y 75 destinos se resuelve en un computador de "mediana" capacidad en un tiempo no mayor de 15 minutos y que cubre con buena aproximación un tramo de 5 Km. de longitud.

Se observa por otra parte en la tabla No. 1 que se ha creado un terraplén ficticio de 4712 m³ de capacidad requerida para igualar la oferta y la demanda.

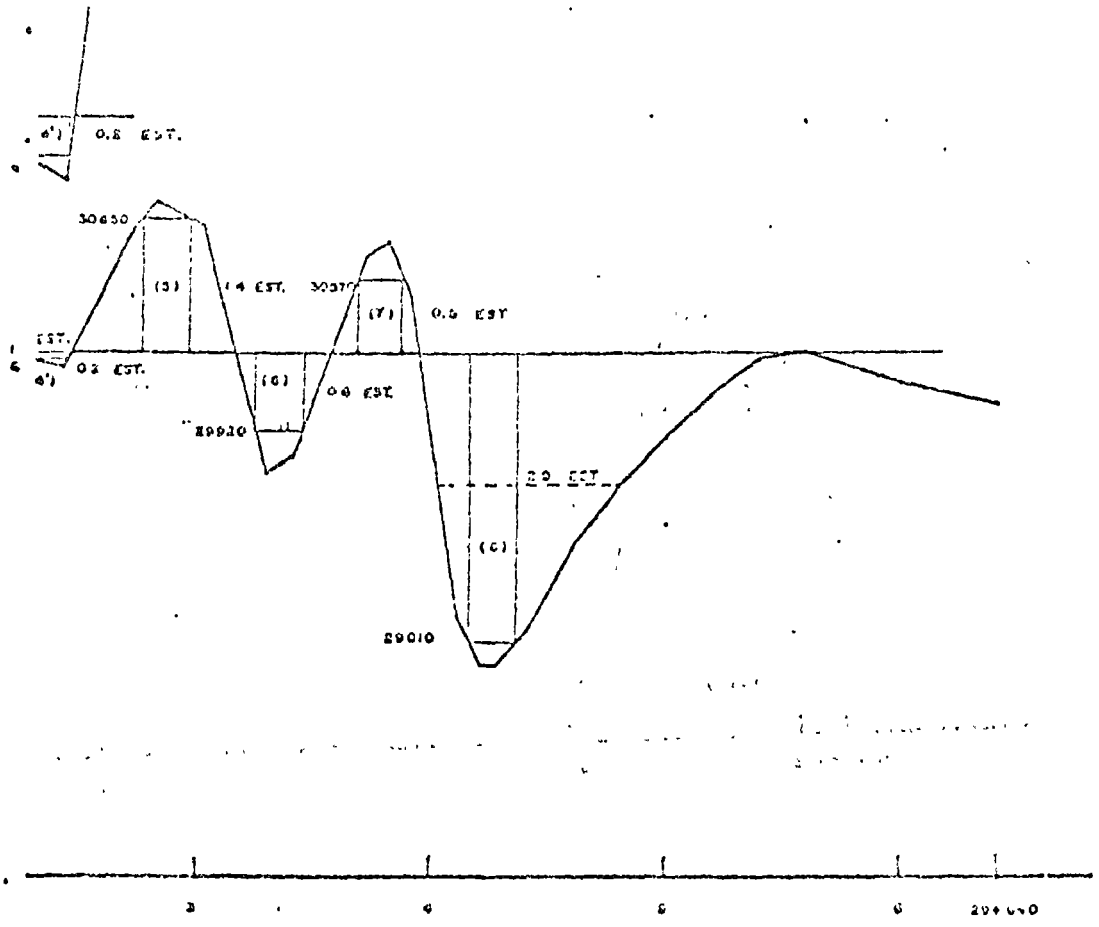
Los costos de transporte proporcionados por el proyectista son indicados en la Fig. No. 1 (a) correspondientes a los precios unitarios según las Especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas. Estos costos fueron modificados según se indica en la Fig. No. 1 (b) para ser congruentes con el proyecto convencional, toda vez que los precios S.O.P., simplificados para su fácil aplicación y que consideran implícitamente el procedimiento tradicional para determinar movimientos de terracerías, ocasionarían soluciones incorrectas ya que, como puede deducirse de la gráfica No. 1 (a) el costo de transporte a una distancia de 130 m. (por ejemplo) es menor que el costo de transporte a una distancia de 90 m., lo cual es cierto solo bajo determinadas condiciones de utilización de equipo. De estos costos unitarios de transporte se obtiene la matriz de costos C que se muestra en la Tabla No. 2; obsérvese que los costos de transporte asociados al terraplén ficticio son nulos.

Figura 2.– Curva masa y Movimiento de terracerías (Convencional)



Con estos datos se procedió a su procesamiento en un computador CDC 3300 mediante la programación del algoritmo "de la esquina noroeste" de Dantzig, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla No. 3 y que representan gráficamente en la Fig. No. 3.

Camino Tijuana Matamoros, tramo el Porvenir—Ojinaga Km. 23 - 000 al 29 - 040



Se observa de estos resultados que las diferencias son poco significativas, al respecto es necesario considerar que los volúmenes de movimientos de tierra son mucho mayores que las del ejemplo y que una comparación rigurosa de costos implicaría la realización de un estudio estadístico de cierta importancia para determinar cual es el porcentaje promedio de "deficiencia" del proyectista con respecto al óptimo.

TABLA No. 1.– VOLUMENES DE TERRAPLEN, CORTE Y BANCOS

UBICACION		CORTE		TERRAPLEN	
		Origen No.	Volumen	Destino No.	Volumen
28+860 a	28+900			1	134
28+900	28+920			2	154
920	940			3	116
940	960			4	110
960	980			5	102
28+980	29+000			6	90
29+000	29+020	1	57		
020	040	2	70		
040	060	3	2		
060	080			7	87
28+080	29+100			8	214
29+100	29+120			9	217
120	140	4	203		
140	160	5	406		
160	180	6	302		
29+180	29+200	7	126		
29+200	29+220			10	142
220	240			11	26
240	260	8	386		
260	280	9	344		
29+280	29+300			12	122
29+300	29+320			13	760
320	340			14	217
340	360	10	580		
360	380	11	350		
29+380	29+400			15	985
29+400	29+420			16	849
420	440	12	161		
440	460	13	367		
460	480	14	252		
29+480	29+500	15	201		
29+500	29+520	16	189		
520	540	17	136		
540	560	18	34		
560	580			17	67
29+580	29+600			18	60
29+600	29+620			19	47
29+620	29+640			20	52
Acc a 500 m. der. de est. 33+000		19	5000		
Terraplen ficticio				21	4712
Sumas iguales			9265		9265

FUNCION OBJETIVO 433526

TABLA No. 2.– COSTOS UNITARIOS DE TRANSPORTE

Terraplén/Corte	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	124	100	104	116	144	156	164	172	196	204	236	244	267	274	284	296	296	302	308	1004
2	154	80	100	108	140	148	156	164	188	196	228	236	260	267	276	284	288	294	300	1076
3	118	60	80	100	132	140	148	156	180	188	220	228	252	260	267	276	284	288	294	1068
4	110	40	60	80	124	132	140	148	172	180	212	220	244	252	260	267	276	284	288	1060
5	102	20	40	60	116	124	132	140	164	172	204	212	236	244	252	260	267	276	284	1053
6	50	0	20	40	108	116	124	132	156	164	196	204	228	236	244	252	260	267	276	1045
7	87	40	20	0	40	60	80	100	124	132	164	172	196	204	212	220	228	236	244	[illegible]
8	244	60	40	20	20	40	60	80	116	124	156	164	188	196	204	212	220	228	236	1037
9	217	80	60	40	0	20	40	60	108	116	148	156	180	188	196	204	212	220	228	1029
10	112	132	124	116	60	40	20	0	20	40	108	116	140	148	156	164	172	180	[illegible]	1013
11	26	116	108	100	60	60	40	20	0	20	100	108	132	140	148	156	164	[illegible]	156	1005
12	132	164	156	148	116	108	100	80	20	0	40	60	108	116	124	132	140	148	156	997
13	746	172	164	[illegible]	124	116	[illegible]	100	30	20	20	40	100	108	116	124	132	140	[illegible]	[illegible]
14	217	140	172	164	132	124	116	108	60	40	0	20	80	100	108	116	124	132	[illegible]	[illegible]
15	985	204	196	188	156	148	140	132	108	100	20	0	20	40	60	80	100	108	[illegible]	[illegible]
16	849	212	204	196	164	156	148	140	116	108	40	20	0	18	40	60	80	100	[illegible]	[illegible]
17	67	274	267	260	228	220	212	204	180	172	140	132	108	100	80	60	40	20	0	[illegible]
18	60	284	274	267	236	228	220	212	188	180	148	140	116	108	100	80	60	40	20	[illegible]
19	47	288	284	274	244	236	228	220	196	188	156	148	124	116	108	100	80	60	40	[illegible]
20	52	295	[illegible]	284	252	[illegible]	236	228	204	196	164	156	132	124	116	108	100	80	60	[illegible]
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	[illegible]
	9265	57	70	2	200	400	300	120	340	311	560	350	161	307	252	201	160	135	25	[illegible]

FUNCION OBJETIVO 433626

TABLA No. 3.– SOLUCION AL PROBLEMA DE TRANSPORTE

Terraplén/Corte		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	124	0	0	0	0	0	43	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	154	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	118	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	110	0	0	0	0	38	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	102	7	70	2	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	87	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	244	0	0	0	0	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	217	0	0	0	116	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	112	0	0	0	0	0	0	80	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	122	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	789	0	0	0	0	0	0	0	368	222	199	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	359	161	0	100	0	0	103	0	129
16	819	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	367	92	201	159	0	0	0
17	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	34	0
18	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
19	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
20	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4712
	9765	57	70	2	203	406	393	126	365	344	550	359	161	367	292	201	159	136	34	5000

4) Determinación del Equipo de Transporte.

El método descrito puede ser importante para el proyectista de Vías Terrestres, pues le permite encontrar la solución óptima en base a los datos de que dispone, pero puede ser mucho más significativo para el constructor si procede iterativamente proporcionando diferentes datos de costos semejantes a los indicados en la Fig. No. 4 representativos de un determinado conjunto de equipo para realizar el movimiento de terracerías.

En efecto, en un momento dado y en función de un contrato específico de construcción, un conjunto de cargadores y camiones, pudiera ser más conveniente que un conjunto de motoescrepas y los costos para el primer caso son menores en distancias relativamente grandes que los correspondientes para el segundo caso y viceversa si las distancias son menores. Esto, aunado a las muchas combinaciones que pueden formarse de acuerdo con la disponibilidad de maquinaria, los criterios de depreciación establecidos en la empresa, la alternativa de comprar, rentar o rentar con opción a compra, integra nuevamente una infinidad de posibles soluciones de las que hay que encontrar la mejor. Para ello podría plantearse un método de selección basado quizá en los principios de la Programación Dinámica que, por sencillez de exposición, se omite, pero que para efectos de comprensión del concepto basta con mencionar la posibilidad de comparar el costo que resulta de utilizar diversos equipos de construcción, encontrándose para cada conjunto de equipo la mejor forma de efectuar ese movimiento, que lógicamente será distinto al propuesto en el proyecto.

A este respecto cabe mencionar los comentarios del Ing. Fernando Espinosa (†) en cuanto a la conveniencia de la Secretaría de Obras Públicas para no presentar en los proyectos de Caminos y Ferrocarriles los procedimientos de construcción para movimientos de terracerías, dejando en libertad al contratista de someter a la consideración de la S.O.P. los que más le convinieran, y que serían aprobados con el único requisito de garantizar la calidad de los materiales. Estas ideas enfocadas en las Especificaciones de Construcción por unidad de obra terminada, pueden repercutir trascendentalmente en los conceptos de construcción ya que las empresas que cuenten con la tecnología necesaria estarán en condiciones ventajosas para presentar mejores proposiciones económicas.

Se espera que las ideas expresadas puedan inducir una mayor utilización de las técnicas de investigación de operaciones y finalmente solo cabe una invitación a consultar las referencias bibliográficas.

Figura No. 3.— Compensación de terracerías por medio del problema de transporte

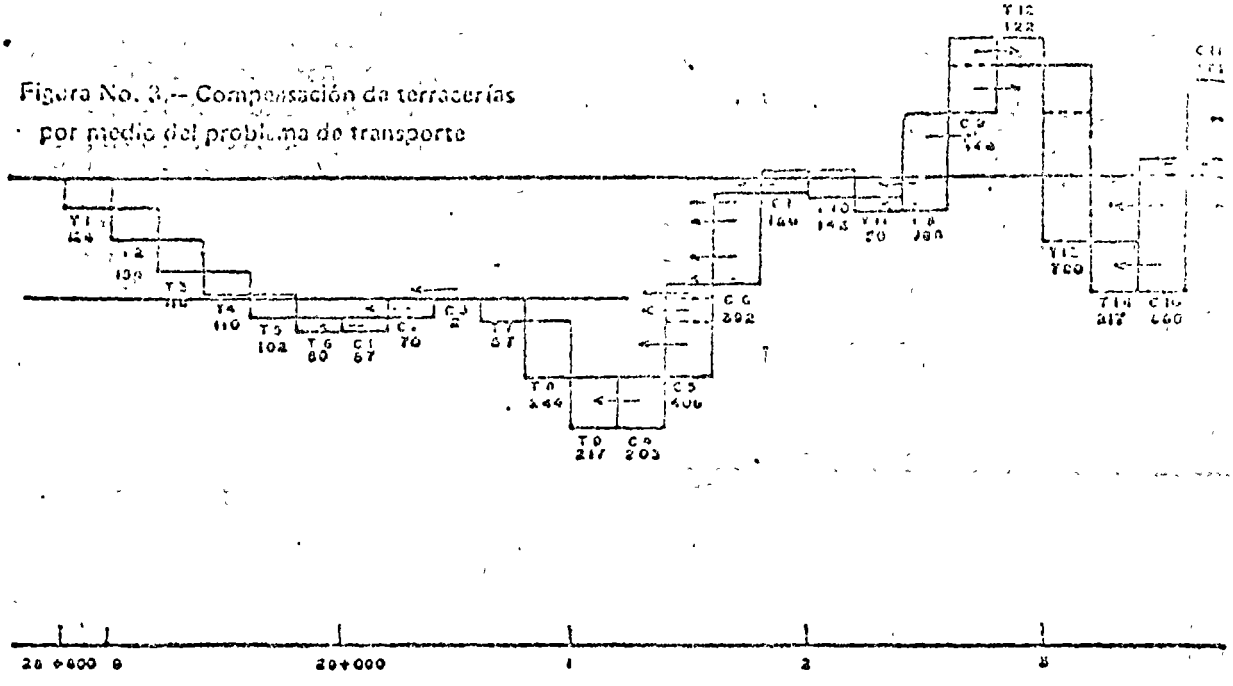
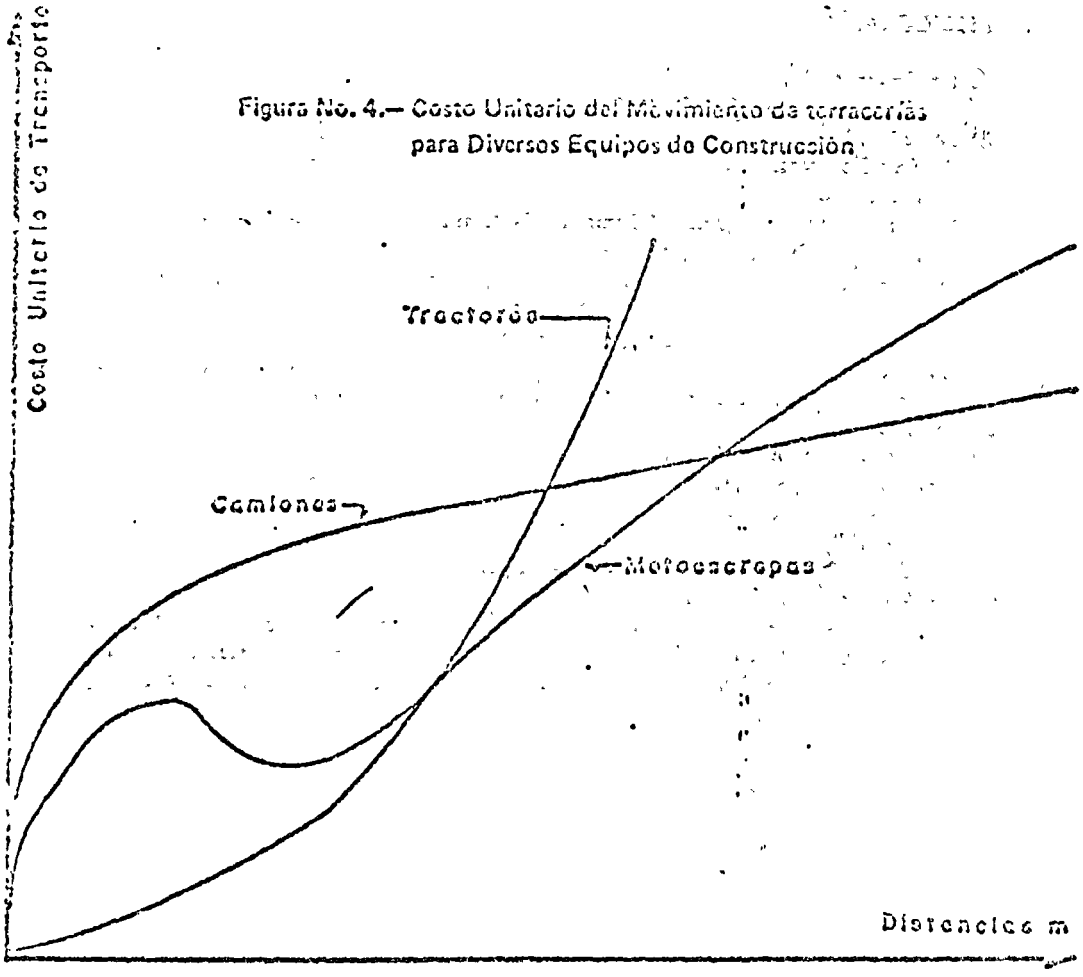
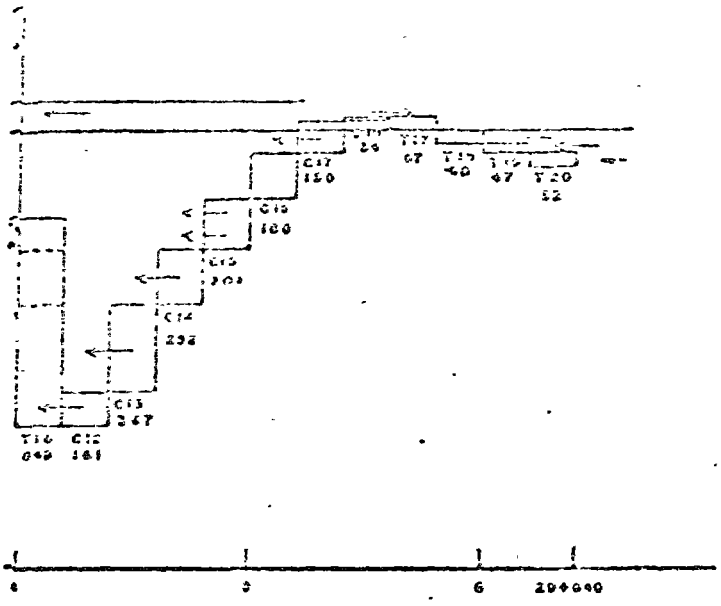


Figura No. 4.— Costo Unitario del Movimiento de terracerías para Diversos Equipos de Construcción





Se agradece al Ing. A. Casimiro Z., a Departamento de Vías Terrestres de ICATEC Consultores, así como al Ing. Dagoberto Flores de PSI la colaboración prestada en la elaboración de este artículo.

José Pina Garza.

BIBLIOGRAFIA

1) Kaufmann A, Ford
"Invitación a la Investigación de Operaciones".

2) Schreiber, J. J.
"El Desafío Americano".

3) Hertz David B.
"New Power for Management"(Computer Systems and Management Science)

4) Villasana Lyon Alberto Ing. Ayala S. Carlos Ing.
"Fotogrametría y Cómputo Electrónico para Proyecto de Vías Terrestres" (Revista Ingeniería Vol. XXXIV No. 4 de Octubre 1964)

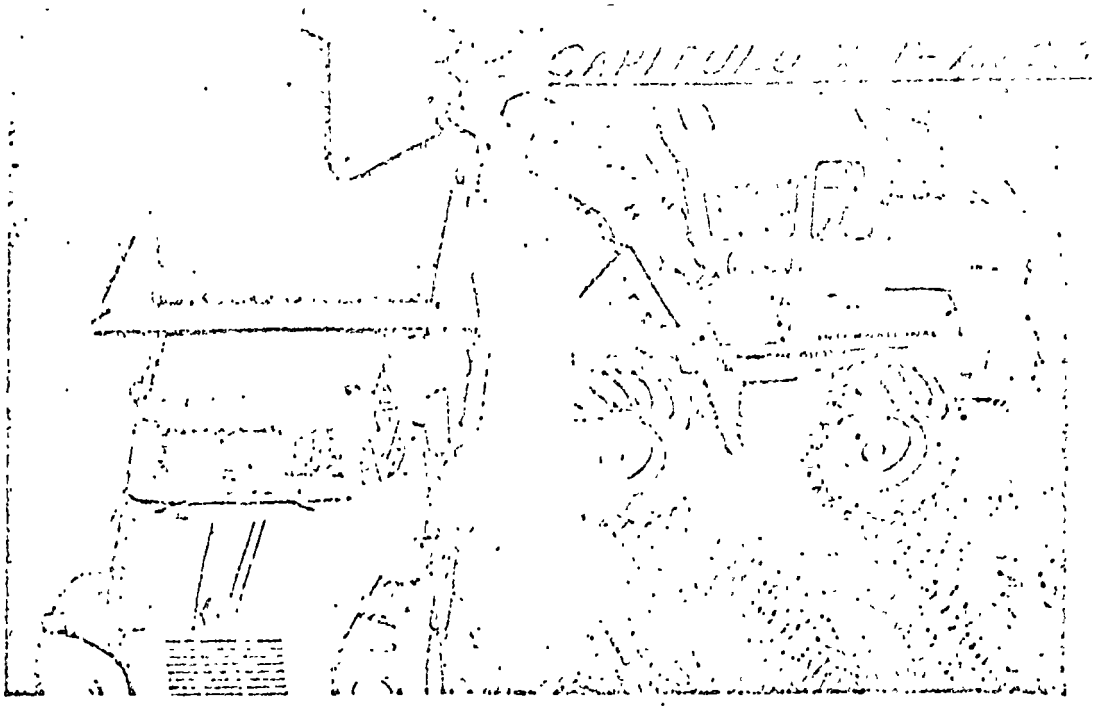
5) Salazar Aguilar Sergio Ing., Cabrera Bulmaro Ing.
"Proyecto de Carreteras por el Método Fotogramétrico–Electrónico" (Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, Vol. XLVII de Septiembre de 1967).

6) Gass Saul I.
"Linear Programming. Methods and Applications".

7) Charnes A., Cooper W. W.
"Management Models and Industrial Applications of Linear Programming"

8) Kaufmann A.
"Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones".

9) Cruickshank García Gerardo Ing.
Las Técnicas Modernas de Fotogrametría y Computación Electrónica, Aplicadas al Diseño de Carreteras en México. (Revista Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia No. 2, Nov–Dic. 1970. Organo oficial de la Soc. Mex. de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia, A. C.)



...PRODUCE con esta tolva y los ... camiones de tierra como en el en que una pala se carga de cuatro camiones por hora. En este ejemplo hipotético, la capacidad máxima de la tolva (TxSAP) es de 21 cargas contenidas, si hay siempre un camión listo para ser cargado. La capacidad máxima de acarreo de cada camión (TxSAC) en la fórmula es de 6 que representa el número de veces que cada camión puede llegar a la pala en una hora cuando no se tiene en cuenta el tiempo de espera y de carga. Vea en la Fig. 1 la solución al problema de pronóstico.

Pronósticos de producción en trabajos de construcción

Tomando una teoría como base, los investigadores la simplifican para que sea más práctica y útil

EL EXITO DE la planificación de una obra depende grandemente de lo bien que los contratistas hayan pronosticado las tasas de producción de diferentes combinaciones de equipos para la ejecución de los distintos trabajos que requiera el proyecto.

Por supuesto que existen muchas reglas empíricas y fórmulas que se basan en la tasa de producción de una sola unidad de equipo teniendo en cuenta el tiempo de carga, la distancia de acarreo y factores similares. Desgraciadamente, se ha comprobado que estos métodos empíricos adolecen de muchos defectos y no pueden usarse con exactitud.

Por ejemplo, un estudio reciente reveló que una de tales fórmulas había dado un promedio de tasas un 12.5% más elevadas que las obtenidas verdaderamente. Es más, hubo casos en que el pronóstico era un *40% menor* que la producción lograda y en otro, 85% *mayor* que la anticipada. (La operación estudiada era de una dragalina y ocho a 12 camiones de volteo.)

¿Existe un medio mejor de hacerlo? Investigadores—A.C. Brooks y R. Shaffer—de la Universidad de Illinois sugieren que sí. Lo han llamado "método de modelos de filas generales" desarrollándolo en un informe de 60 páginas titulado "Queuing Models for Production Forecasts of Construction Operations."*

Su método se basa en una teoría sueca de filas limitadas que tiene más de 25 años y que se aplicó por primera vez en la construcción en 1962. Al parecer la teoría no fue bien comprendida o las matemáticas demasiado complicadas ya que los contratistas nunca llegaron a aceptarla generalmente.

Sistema de una sola unidad

Los Sres. Brooks y Shaffer nos ofrecen ahora 34 nomogramas que facilitan obtener una respuesta más exacta y en menos tiempo. Se afirma que el método es muy exacto y permite utilizar un modelo matemático para predecir la producción de toda clase de operaciones ya sea colocar ladrillos, colar hormigón para pisos, roseado de tuberías, esparcir asfalto o desescombrar. Solamente cambian los parámetros de acuerdo con la operación de que se trate.

Los nomogramas de este artículo corresponden a tres de los sistemas de filas ciclicas de carácter limitado, es decir: 1) el sistema sencillo de una sola unidad sirviendo; 2) el sistema sencillo de filas de múltiples unidades sirviendo; y 3) el sistema de filas de una sola unidad de tolva. O sea, uno utiliza una operación importante como base de referencia, es decir, excavación de tierra con pala(s), camiones, y una tolva.

La mayoría de los trabajos de la industria de construcción pueden representarse con el sistema sencillo de filas de una unidad, como, por ejemplo, una sola pala cargando con frecuencia una flotilla de camiones. O pensemos en una que descarga paneles de hormigón prefabricados transportados desde el patio de acopio en los camiones del proveedor. Y el esparcidor de asfalto que alimentan como doce camiones haciendo el recorrido desde el mismo sitio, la planta de asfalto.

Para hacer el pronóstico de un trabajo de excavación en que se asigna una pala de una capacidad dada a un número de camiones de capacidad dada, es necesario determinar la relación que existe entre la capacidad máxima de la pala y la capacidad máxima de acarreo de los camiones. Lo que no se sabe, por supuesto, es el tiempo muerto de ambos.

La teoría de filas reconoce la relación que existe entre la unidad que

---

**Este informe también lleva la designación Construction Research Series No. 16 del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Illinois y puede obtenerse dirigiendose al: Engineering Documents Center, 208 Engineering Hall, Urbana, Illinois 61801, EUA, al costo de US$3.50 el ejemplar, más franqueo.*

trabajo y los equipos que sirve y tiene en cuenta el tiempo adicional debido. Reconoce todos los puntos de actividad, desde, por ejemplo, el punto en que todos los camiones—en una situación en que trabajan tres camiones y una pala—se encuentran en camino hasta aquel en que todos esperan en fila para ser cargados. También tiene en cuenta los estados intermedios cuando hay dos camiones en tránsito y otro espera, así como la situación en que uno está en tránsito y dos esperan. La teoría presupone que una vez que se ha establecido la pauta, continuará a la misma tasa indefinidamente.

Lo que los Sres. Brooks & Shaffer han hecho es formular las relaciones para determinar el tiempo empleado en los distintos estados de actividad preparando un gráfico con los resultados para facilitarles los cálculos a los contratistas.

En la Fig. 1, se indica que una pala y tres camiones de acarreo pueden producir 12,6 cargas de camión por hora. ¿Valdría la pena añadir otro camión en este trabajo?

Una ojeada al nomograma indica que la producción con cuatro unidades de tránsito sería de 15.5 cargas-camión/hora. El contratista tendrá que decidir si las tres cargas adicionales justifican el gasto extra. Algo que el gráfico indica claramente es que el Indice de Producción tiende a aumentar a una tasa más lenta con la adición de cada camión a la flotilla.

Este nomograma puede aplicarse a cualquier operación en que una sola unidad sirva a varias, como por ejemplo, el trabajo de asfalto que requiera una subbase de 25 cm. Doce camiones habrán de transportar el asfalto al esparcidor. El tiempo empleado en las operaciones ha sido calculado en la forma siguiente: tiempo de volteo, 5 min., recorrido a la planta de asfalto, 22 min., carga, 3 min., y recorrido al esparcidor, 25 min. Un pronóstico de producción para las cargas de camión colocadas por el esparcidor, sería:

Paso 1: El esparcidor es quien sirve y el camión de 20 t de capacidad, la unidad de tránsito.

Paso 2. Hay una unidad que sirve y 12 de tránsito.

Paso 3 El tiempo de volteo es 5 min y el de tránsito (22 + 3 + 20), 50 min., así que la tasa de la pala (TASAP) es 60 ÷ 5 = 12 servicios/hora y la de los camiones (TASAC) 60 ÷ 50 = 1.2 llegadas/hora.

Paso 4: TASAC ÷ TASAP = 0,1

Paso 5: De la Fig. 1, para 0,1 y 12 unidades de tránsito, índice de producción, IP = 0,86.

Paso 6. Pronóstico de producción = 10,8 cargas-camión/hr.

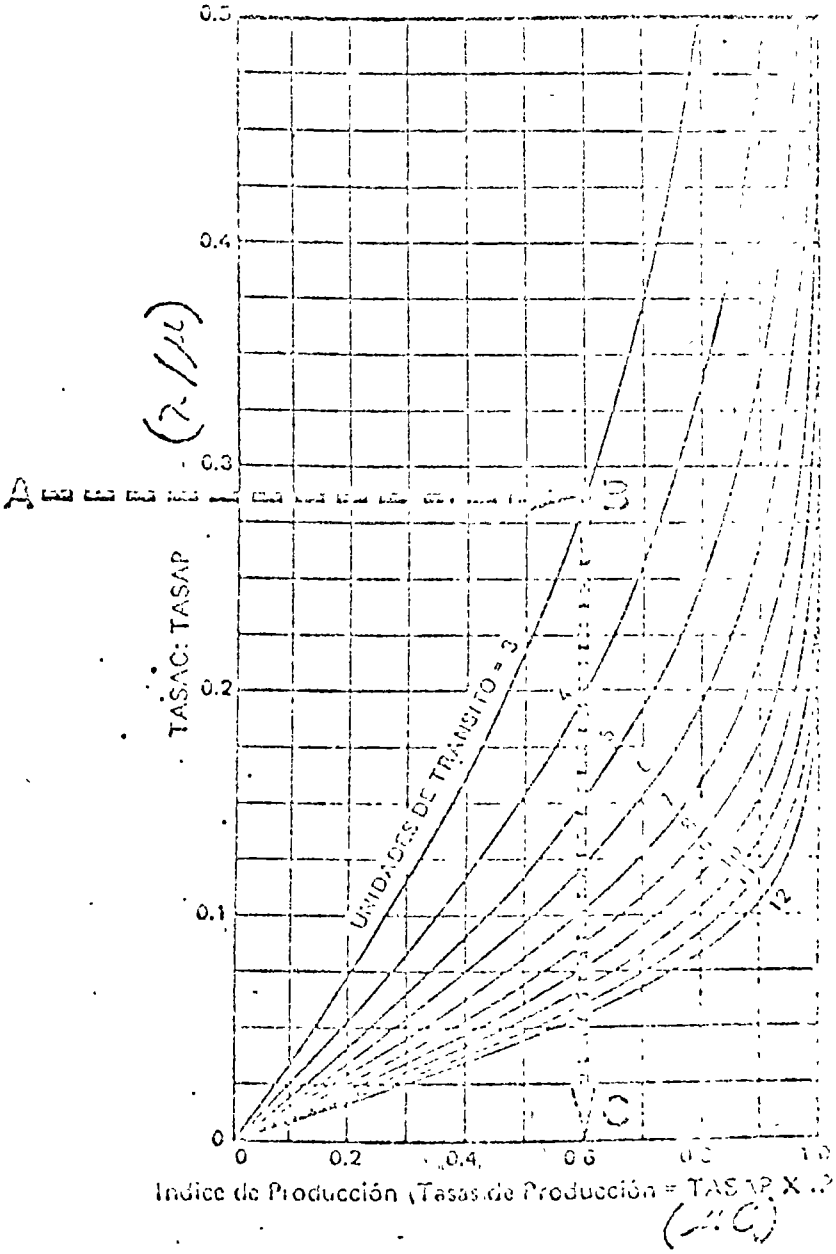
El sistema sencillo de flotas con una sola unidad sirviendo se usa para representar operaciones con una unidad sirviendo y varias de tránsito. Pueden representar operaciones [illegible] con el sistema sencillo de [illegible] múltiples unidades de servicio.

Múltiples unidades sirviendo

Un trabajo de excavación con dos palas que cargan los camiones directamente sirve de ejemplo de esta operación

Fig. 1

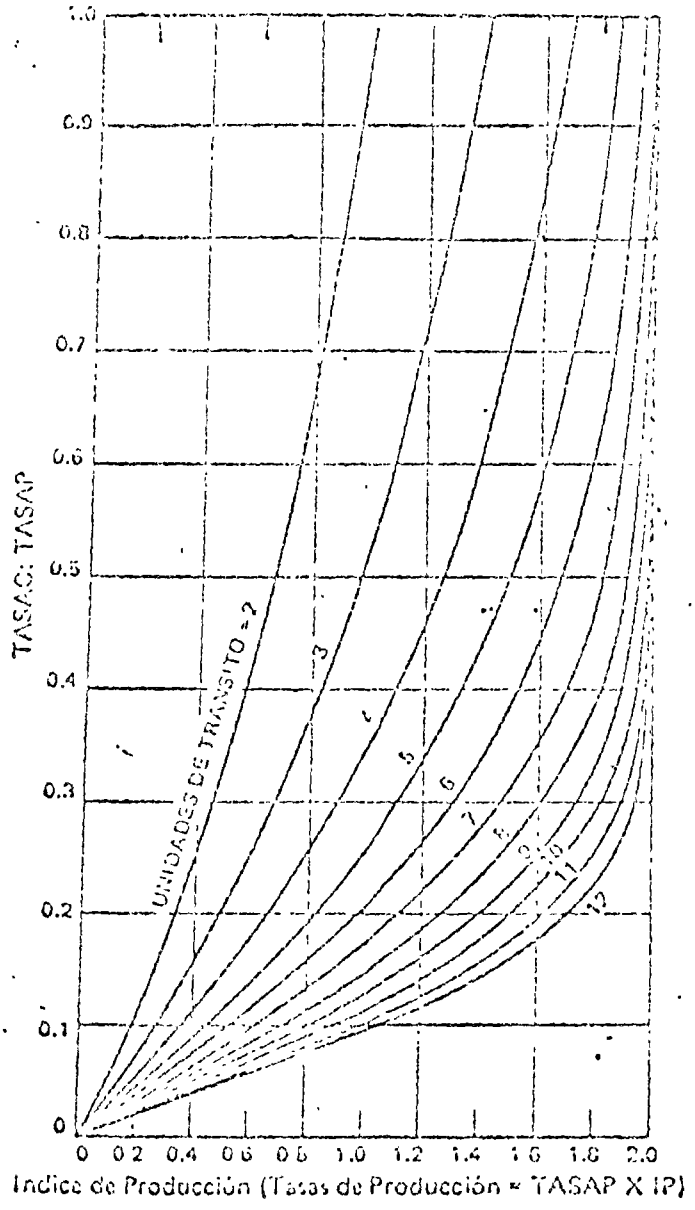
FACTORES DEL PRONOSTICO DE PRODUCCION CON UNA SOLA UNIDAD SIRVIENDO



LA RESPUESTA al problema esbozado en la fotografía que aparece al principio de este artículo, es 12,6 cargas camión/hr. Este es el planteo. Empiece dividiendo las 6 llegadas por hora (TASAC) por la capacidad máxima de la pala 21 (TASAP) = es decir, 6 ÷ 21 = 0,286. Localice este valor en el eje vertical a la izquierda (A) y haga un trazo horizontal sobre la curva para (C) unidades de tránsito (B) y después hasta el eje horizontal (C) para obtener un IP aproximado de 0,6 Multiplique 21 × 0,6 y el pronóstico será de 12,6 cargas-camión/hr.

Fig. 2

FACTORES DEL PRONOSTICO DE PRODUCCION
DOS UNIDADES SIRVIENDO



UN EJEMPLO del nomograma de varias unidades sirviendo. Hay gráficos para la situación de 3, 4, 5, 6 y 7 unidades sirviendo. La solución se obtiene de la misma manera que la indicada en la Fig. 1.

ción que puede representarse por el sistema ideal de filas con múltiples unidades sirviendo.

Es el mismo ciclo típico de un trabajo de pala y camión descrito anteriormente excepto la coordinación que haya entre la pala y los camiones, pudiendo darse tres casos: que las dos palas estén inactivas por faltar camiones, que una esté activa y la otra no o que las dos estén activas. También hay que suponer que las dos palas habrán de trabajar independientemente todo el tiempo, es decir que cualquier camión puede ser cargado por la pala que esté disponible pero que una sola pala habrá de cargar cada camión.

[illegible] la produc-

ción en relación con la capacidad máxima de excavación de la pala o la capacidad máxima de acarreo de los camiones. El problema de calcular la producción en base a la máxima capacidad de acarreo es el mismo del caso anterior pero con ciertas variaciones. La producción máxima de las palas se lograría si siempre hubiera por lo menos dos camiones para ser cargados por las palas. Así que para determinar la relación máxima de capacidad para esta operación, el problema estaría en calcular el porcentaje de tiempo muerto de las dos palas y el de la que se mantuviera inactiva.

Considere el problema presentado en el pie de grabado de la foto que [illegible] el [illegible] de la capacidad [illegible] para [illegible] [illegible] que TASAP [illegible] y TASAC [illegible].

Para esta operación [illegible] de producción de las palas (2 veces TASAP, 2% cargas/camión/hr) [illegible] solo puede cuando se disponga de 3 y 3 camiones para las palas, relacionado a una vez TASAP o 12 cargas/camión/hr siempre que haya todo el [illegible] camión y llegando a cero cuando no se disponga de camiones. Cuando se dispone de uno, dos o tres camiones, las condiciones son productivas para una o dos palas y la producción es proporcional a la capacidad máxima de acarreo y siempre que no sea limitada a las instalaciones de excavación. Esto que cuando la pala o palas de 2, 3 ó 0 camiones, éstas son [illegible] productivas para 1, 2 ó 3 camiones respectivamente.

El pronóstico de producción cíclico es proporcional a la capacidad máxima de excavación es 5,38% veces TASAP. Y esto resulta en un pronóstico de producción de 11,76 cargas-camión/hr para las dos palas.

El pronóstico de producción es de 100,37% veces TASAC o 11,76 cargas-camión/hr cuando es proporcional a la capacidad máxima de acarreo.

La Fig. 2 forma parte de una serie de gráficos de soluciones cuando sirven unidades múltiples y que ayudarán a los contratistas a hacer sus pronósticos. En este caso, TASAC = TASAP = 6 ÷ 12 = 0,500. Lleve este valor a la línea que represente [illegible] unidades de tránsito y a la [illegible] del IP para obtener 0,97 que es [illegible] el 97%.

Por lo tanto, el pronóstico de producción es TASAP x IP ó 11,6 cargas-camión/hr.

Sistema de tolva y un servidor

Otra variación del trabajo con una unidad sirviendo a las [illegible], especialmente en relación con palas, requiere el empleo de una tolva. Para su representación se ha creado un tercer sistema comprendiendo [illegible] excavación con camiones, una pala y una tolva con la capacidad de una carga de camión y una posición de carga.

En este caso, un camión va a la zona de relleno, descarga, regresa a la excavación y espera a que esté libre la única posición de carga debajo de la tolva. Entonces, el camión se coloca debajo de la tolva, el fondo se abre y empieza la carga. La pala excava y vuelca el material excavado en la tolva. La tolva descarga en el camión una carga completa de camión. Cuando el camión se coloca debajo de una tolva vacía, la pala descarga el material excavado directamente en el camión sirviendo la tolva de embudo para el traslado del material excavado.

La producción de una sola pala y

(TASA) y la flotilla de camiones, para calcular el correspondiente factor de eficiencia (TASAT) y pico (TASAP) que se usarán en el servicio.

Si hubiera siempre camiones disponibles y la tolva nunca estuviera vacía, la producción máxima sería la máxima capacidad de servicio de la tolva. Pero cuando no hay camiones disponibles, la tolva permanece inactiva hasta que llegan los hay, la tolva no puede servir al máximo de su capacidad si no se dispone de material "almacenado", es decir, si la tolva está vacía, por lo que la tasa a que pueden servirse los camiones depende de la capacidad máxima de producción de la pala. Por eso, el problema está en calcular la producción cuando es proporcional a la capacidad máxima de la pala y tolva, determinando 1) el porcentaje de tiempo cuando no hay camiones disponibles, 2) el porcentaje de tiempo cuando se dispone de camiones y la tolva contiene material almacenado y 3) el porcentaje de tiempo cuando se dispone de camiones pero la tolva está vacía.

El problema en calcular la producción en [illegible] camiones [illegible] de acuerdo [illegible] determinando el porcentaje de tiempo que se [illegible] espera y siendo esperado. No es fácil determinar el tiempo de carga de un camión por de pala y del porcentaje de tiempo en cuanto encontrará con una tolva vacía en contraposición a una llena.

En este caso, el símbolo TASAP es la tasa de servicio máxima de la pala—suponiendo que la tolva no está vacía. El símbolo TASAC es la tasa máxima de llegadas que pudiera esperarse para un solo camión en la flotilla excluyendo el tiempo de espera y de carga.

El símbolo TASAT es la tasa máxima de servicio de la tolva, es decir, la tasa de servicio suponiendo que los camiones están siempre en disponibilidad de ser cargados y hay material almacenado en la tolva. Por ejemplo, un valor de 30 para TASAT indica que la tolva sirve 30 camiones/hr cuando hay camiones disponibles para carga con material previamente almacenado; y un valor de 12 para TASAP indica que la pala le suministra a la tolva 12 [illegible] por hora cuando la tolva [illegible] necesidad de [illegible]

[illegible] camiones, TASAT igual a 12, TASAT igual a 30, y TASAC igual a 6. Cuando hay disponibles uno o más camiones y la tolva está vacía, puede lograrse una producción de pala y tolva igual a la capacidad máxima de excavación de la pala. Aún cuando se dispone de 1, 2 ó 3 camiones y la tolva está vacía, las condiciones de la pala y tolva son productivas cuando la producción es proporcional a la capacidad máxima de excavación de la pala, es decir 12 cargas-camión/hr.

La condición en que no hay camiones disponibles y la tolva está vacía, es una condición improductiva de la pala y la tolva ya que la tolva o la pala no están cargando camiones. Sin embargo, cuando existe esta situación, la pala puede usarse para almacenar una carga de camión de material excavado de manera que cuando se disponga de uno o más camiones, pueda continuar el servicio a los camiones a la TASAT, es decir, 30 cargas-camión/hr. Por consiguiente, cuando se almacena 1 ate. al en la tolva y se logra disponer de 1, 2 ó 3 camiones, las condiciones de la pala y tolva son productivas cuando la producción es proporcional a la capacidad máxima de servicio de la tolva.

El pronostico de producción, cuando es proporcional a la capacidad máxima de la pala y la tolva, es de 1/2 veces TASAP más 0,60% veces TASAT, ó 10,06 cargas-camión/hr.

El pronóstico de producción cuando es proporcional a la capacidad máxima de acarreo de un camión es 167,05% veces TASAC ó 10,06 cargas-camión/hr.

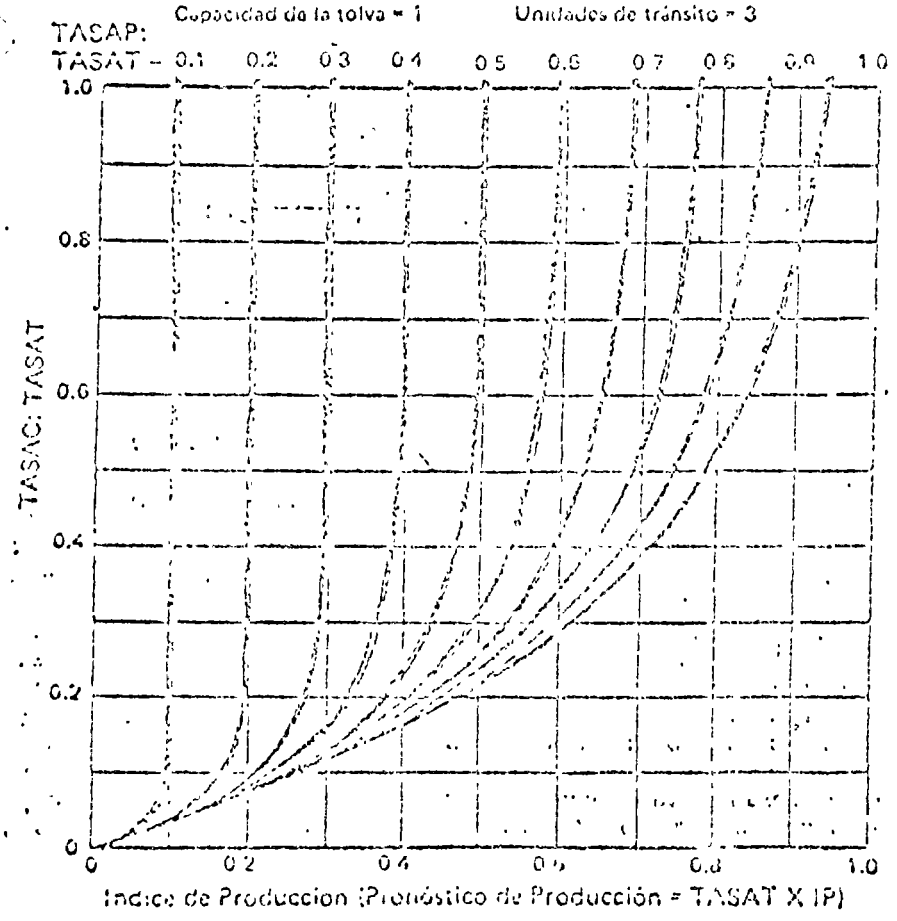
La Fig. 3 provee el medio de resolver este problema por la aplicación del sistema de filas con una sola tolva sirviendo. En este caso en particular, TASAC = TASAT = 6 ÷ 30 = 0.2. Y TASAP = TASAT = 12 ÷ 30 = 0.4. (El nomograma mismo se aplica solamente a una tolva de capacidad de una sola carga de camión acoplada con 3 unidades de tránsito.)

Primero, determine el valor de TASAC = TASAT = (0.2) en el eje vertical; entonces haga el trazo horizontalmente sobre la curva para obtener TASAP ÷ TASAT = 0,4 y después hacia abajo hasta el eje horizontal para obtener un valor aproximado de IP de 0,835 o 83,5%. Por tanto, el pronóstico de producción es TASAT veces IP ó 10,05 cargas-camión/hr.

Este enfoque a la teoría de filas permite al contratista su aplicación a muchos de los problemas prácticos que se le presenten sin requerir grandes conocimientos de matemáticas. El método es rápido, seguro y a la disposición de quienes deseen aplicarlo.

Fig. 3

FACTORES DEL PRONOSTICO DE PRODUCCION
UNA SOLA TOLVA SIRVIENDO



EL TERCER sistema parece muy sencillo pero requiere gráficos distintos dependiendo de la capacidad de la tolva así como del número de unidades de tránsito servidas.

CAPITULO VI

CONTROL DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

CAPITULO IV

CONTROL DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

EL SISTEMA "OBRA"

El control de los costos de construcción es parte integral del control general de la obra, por lo cual analizaremos ésta desde el punto de vista de sistemas.

Los componentes del sistema "obra", que se ilustra en la figura No. 16, son: el conjunto de equipos de construcción que operan coordinadamente de acuerdo con un programa y que denominaremos la "planta"; los grupos de operarios, operadores de equipo y trabajadores que realizan las labores de construcción y las auxiliares necesarias; y la gerencia de la obra que planea, dirige y controla las operaciones. Los insumos consisten en materiales, equipo, personal, energía e información. El producto del sistema es la obra ejecutada, que avanza de acuerdo con el proyecto.

Este esquema sistémico no es muy diferente del de una fábrica; la principal diferencia estriba en que el producto de la construcción es único, y la planta se proyecta e instala en función de las características de la obra. El ambiente incluye, como parte muy importante, al cliente del sistema, es decir, el dueño de la obra, según se muestra en la figura 16. El cliente impone restricciones sobre el producto, mientras que otros factores del ambiente imponen restricciones principalmente a los insumos.

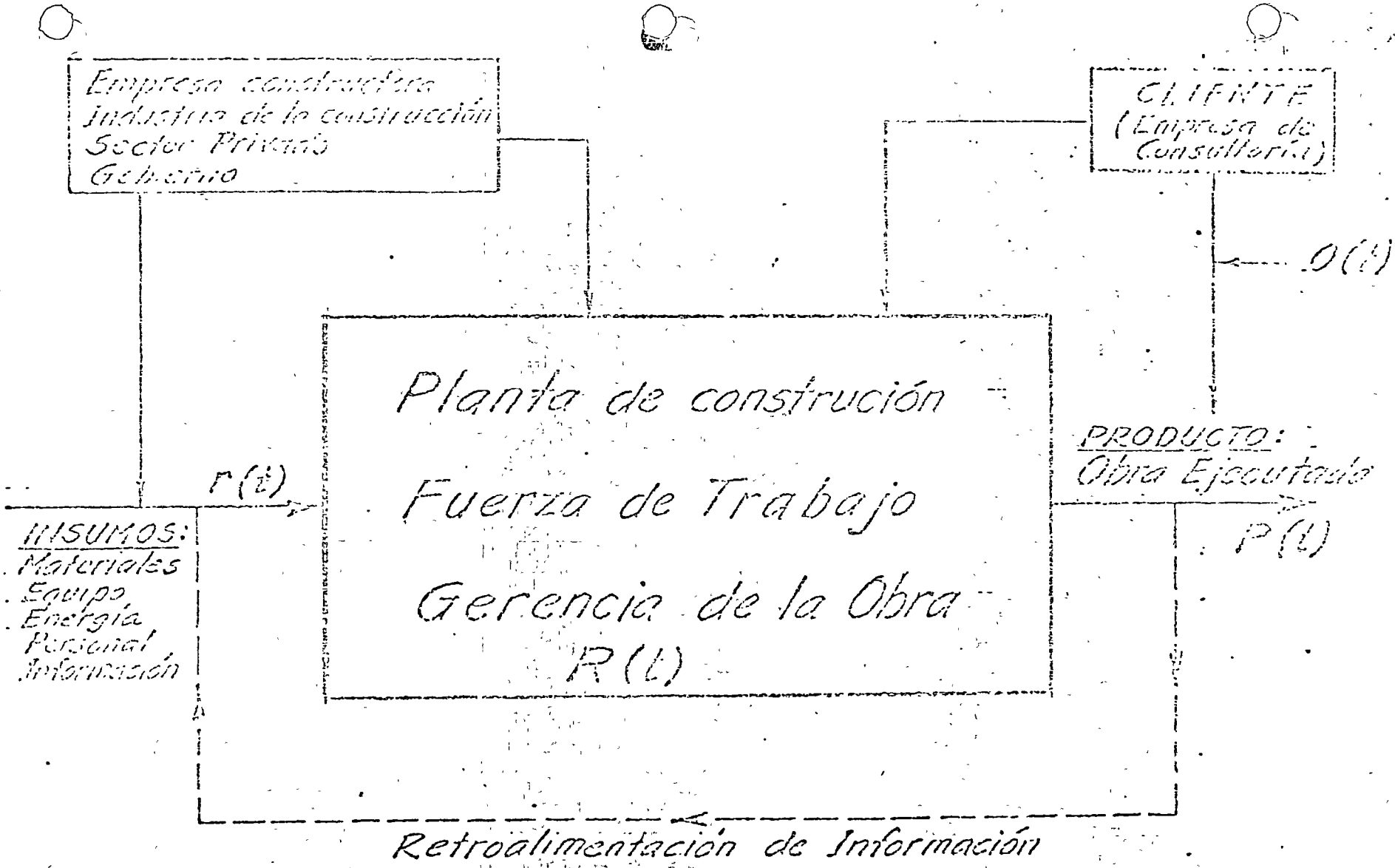

Empresa constructora
Industria de la construcción
Sector Privado
Gobierno
CLIENTE
(Empresa de
Consultoría)
O(t)
Planta de construción
Fuerza de Trabajo
Gerencia de la Obra
R(t)
r(t)
INSUMOS:
. Materiales
. Equipo
. Energía
. Personal
. Información
PRODUCTO:
Obra Ejecutada
P(t)
Retroalimentación de Información

Fig No. 16

Se ha dicho que los sistemas tienen un carácter eminentemente dinámico. En el sistema "obra" es especialmente importante este carácter. Tanto la "planta" como la fuerza de trabajo son esencialmente variables, de acuerdo con las diferentes etapas de construcción. Esta variabilidad de los recursos es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la gerencia de una obra, y que exige un gran esfuerzo de programación y control. El flujo de productos, que se van acumulando para integrar la obra, debe ajustarse a las exigencias del programa convenido con el cliente. Los objetivos también pueden cambiar cuando se pactan con el cliente cambios en el proyecto o en el programa. En el sistema "Obra" es típica la inversión de las corrientes de recursos: la obra empieza en cero recursos y termina necesariamente en cero recursos, después de alcanzar un máximo en alguna etapa intermedia.

Desde el punto de vista empresarial, es conveniente considerar los recursos humanos que componen el sistema "obra" distinguiéndolos de los recursos físicos y de otra índole, para enfatizar la importancia de los primeros. Se puede así visualizar la obra en los siguientes términos:

a). - Un grupo de miembros que poseen diferentes tipos y grados de competencia y habilidad; diferentes valores, metas personales y compromisos; y diferentes grados de contacto impersonal, cooperación e influencia.

b).- Dichos miembros disponen en forma inmediata, o potencialmente, de un conjunto de recursos: capital, instalaciones y posición en la empresa y en la industria.

c).- Los miembros que operan sobre los recursos dentro de un ambiente que provee oportunidades a la gerencia de la obra para proporcionar al cliente el servicio pactado en condiciones favorables, y que impone ciertas exigencias sobre la efectividad del sistema.

Nótese que, dentro de las muchas oportunidades que provee el ambiente, los recursos de la empresa determinan las posibilidades de ésta, pero sólo la voluntad del grupo humano determina lo que la empresa hace en la realidad.

LOS OBJETIVOS Y TAREAS DEL SISTEMA "OBRA".

Puesto que la estructura y acción de un sistema dependen fundamentalmente de los objetivos de éste, la ingeniería de sistemas pone énfasis especial en la definición clara y precisa de los mismos. La fijación de objetivos involucra dos aspectos diferentes: 1o) una definición formal del sistema físico deseado, incluyendo una lista de los insumos y productos deseados, de las condiciones limitantes y de las necesidades que se desea satisfacer; y 2o) el establecimiento de un sistema de valores que permita juzgar los méritos de los sistemas físicos alternativos y optimizarlos. Ambos aspectos son inseparables y deben

contribuir en forma equilibrada y ordenada a la realización de la tarea primaria.

Los sistemas de tareas constituyen sub-sistemas del sistema total. Para que puedan considerarse como sistemas, cada uno de ellos debe estar constituído por tareas interdependientes en mayor o menor grado, gozar de cierta autonomía respecto a otros subsistemas y tener fronteras definidas, caracterizadas por discontinuidades, que lo separen de los demás subsistemas. La función de organizar consiste fundamentalmente en determinar las fronteras de los subsistemas relevantes de la organización, de tal manera que se satisfagan las condiciones antes señaladas.

Los sistemas de tareas son de tres tipos, que corresponden respectivamente a las actividades operativas, de mantenimiento o apoyo y de regulación y control. Las actividades operativas son aquéllas que contribuyen directamente a la tarea primaria de la organización. Las actividades de mantenimiento o apoyo son las que proveen y mantienen los recursos que realizan las actividades operativas. Incluyen por lo tanto, no solamente la adquisición y conservación de maquinaria y equipo de todas clases, sino también el reclutamiento, inducción entrenamiento y motivación de los trabajadores y empleados de la empresa. Las actividades de regulación y control son las que gobiernan las relaciones entre las actividades operativas, entre éstas y las de mantenimiento y

entre el conjunto de las actividades internas del sistema y las del ambiente.

En una obra, las principales actividades serían las siguientes, que se ilustran en la Fig. No. 17:

I.- Actividades Operativas (Construcción)

a).- Proyecto de la planta, en función del programa de obra.
b).- Proyecto y control de los espacios destinados a operaciones, almacenamientos e instalaciones temporales, de acuerdo con el programa de obra.
c).- Instalación de la planta, incluyendo adquisición de equipo.
d).- Operación de la planta, buscando su aprovechamiento óptimo. Incluye la operación de talleres de pre-fabricación.
e).- Asignación del personal a las diferentes fases de la obra, dirección de las operaciones, y control del tiempo laborado y de la productividad de la mano de obra.
f).- Coordinación del trabajo de los subcontratistas y vigilancia del cumplimiento de los contratos respectivos.
g).- Control del uso y manejo de los materiales y equipos que integran la obra, así como de los materiales de consumo.

II.- Actividades de Mantenimiento o Apoyo.

a).- Adquisición de materiales y equipo, incluyendo solicitudes de cotización, trámites de compra, recepción y control de almacen.
b).- Abastecimiento de energía eléctrica, combustibles, agua y otros servicios que se requieran en la obra, incluyendo los sistemas de distribución y medición.
c).- Mantenimiento de la planta (equipo de construcción), tanto en el campo como en los talleres de mantenimiento.
d).- Servicios de personal: selección, contratación, inducción, entrenamiento, aplicación del contrato de trabajo y relaciones con el sindicato.
e).- Servicios administrativos, incluyendo servicios secretariales, comunicaciones, contabilidad, pagaduría y vigilancia.

EL SISTEMA "OBRA"

RESTRICCIONES IMPUESTAS POR: EL AMBIENTE:
Leyes y Reglamentos
Normas Sindicales
Disponibilidad de Recursos
Disponibilidad de Técnicas
Políticas de la empresa.
Influencias políticas
Fuerzas económicas
Presiones sociales
Ambiente físico de la Obra

RESTRICCIONES IMPUESTAS POR EL CLIENTE:
Contrato de obra
Proyecto.
Ordenes de cambio

REGULACION Y CONTROL:
Inspección de calidad y de seguridad.
Control de relaciones con el cliente.
Control de relaciones con el Gobierno.
Control de contratos y servicios.
Control de tiempos
Control de costos

CONSTRUCCION:
Proyecto, instalación y operación de la planta
Programación, dirección y control de personal.
Coordinación y control de subcontratistas.
Proyecto y control de utilización de espacios
Utilización de materiales.

ACTIVIDADES DE APOYO:
Adquisición de materiales y equipo
Abastecimiento de energía, agua y otros servicios
Mantenimiento de la planta
Contratación de personal y relaciones industriales
Servicios administrativos

INSUMOS:
Materiales
Equipo
Personal
Energía.
Información

PRODUCTO:
Obra ejecutada

INFORMACION

Fig. No. 1

III.- Actividades de Regulación y control.

El control intra-sistémico incluye las siguientes actividades:

a).-Inspección y control de calidad de la obra y de los materiales que intervienen en la misma.
b).-Inspección y control de seguridad en la obra.
c).-Programación y control de los tiempos de ejecución, con la participación de los superintendentes de construcción.
d).-Programación y control de los recursos, con la participación de los superintendentes de construcción.
e).-Estimación y control de los costos de la obra.

El control de las relaciones extra-sistémicas incluye:

f).-Control de las relaciones con el cliente: cambio y adiciones al proyecto, estimaciones y cobros, recepción de la obra y liquidación correspondiente.
g).-Control de las relaciones con el Gobierno: obligaciones fiscales y ordenamientos legales, en particular las leyes de seguridad social.
h).-Control de las relaciones con entidades privadas: contratistas de servicios, subcontratistas, financieras, afianzadoras y aseguradoras, mediante la celebración y vigilancia de los contratos respectivos.

Puede apreciarse que la estimación y el control de los costos de construcción quedan ubicados dentro de las actividades de regulación y control del proceso constructivo, a cargo de la gerencia de la obra.

CONCEPTOS SOBRE CONTROL.

Al considerar a la obra en construcción como un sistema dinámico, hemos logrado precisar las actividades de control que son necesarias para regular el proceso constructivo y orientarlo hacia sus objetivos. Antes de abordar más detenidamente algunos aspectos del con-

trol de costos es conveniente señalar las características más importantes de la función de control.

El control es una de las funciones primordiales que componen el ciclo administrativo. Controlar implica, en general, medir lo logrado en relación con un plan, forma o estándar pre-fijado, y corregir las desviaciones observadas para asegurar la consecución de los objetivos y metas de la empresa.

Debe observarse la íntima relación que existe entre las funciones de planeación y de control, ya que de hecho son inseparables. En efecto, si no existe un plan, no hay forma de evaluar la ejecución, es decir, no hay nada que controlar; y si no existe el control, los planes tienen escaso valor, puesto que no podemos advertir las desviaciones de dichos planes ni podemos asegurar que aquéllos se cumplan. Por ello, muchas técnicas que se presentan como herramientas de planeación deben también considerarse como herramientas de control, y viceversa; tal es el caso de las técnicas de planeación de proyectos a base de redes de actividades como PERT, CPM y otras. Cuando estas técnicas se utilizan únicamente para formular un plan inicial, sin que se aprovechen posteriormente para llevar un control continuo y sistemático del proyecto, pierden casi totalmente su valor.

Hemos visto que el control se visualiza como una retroalimentación que introduce los datos relativos a los resultados o salidas del sis-

toma a los datos de entrada para que el subsistema de regulación y control pueda percibir las desviaciones y ejercer la acción conveniente. Por ejemplo, en un sistema de piloto automático, cualquier desviación del rumbo se percibe a través de instrumentos que hacen actuar a los mecanismos de control, para corregir automáticamente la posición del timón y mantener a la nave en el rumbo prefijado.

Es necesario enfatizar que el control implica corrección de las desviaciones. Hay muchos casos de ejecutivos que piensan que tienen control de las operaciones por el simple hecho de estar informados respecto las mismas, aunque la información que reciben no les permita tomar ninguna acción. En realidad dicha información sólo es útil cuando se recibe oportunamente y está presentada en tal forma que se pueda comparar con un estándar, permitiendo así aplicar las medidas correctivas necesarias.

Lo ideal sería evitar cada una de las posibles desviaciones de los planes mediante una acción previsora adecuada; si ésto no fuera posible, convendría corregir las desviaciones a medida que ocurren; y sólo en última instancia deberían hacerse las correcciones después de ocurridas las desviaciones. En realidad, los proyectos están constituídos por cadenas o redes de actividades, en tal forma que al presentarse una desviación en alguna de ellas, puede preverse el efecto que la misma tendrá sobre las demás y sobre la meta final, lo cual permite a su vez hacer

los ajustes convenientes en las siguientes actividades, para lograr la meta final con la desviación mínima y sin perturbaciones inaceptables del sistema.

Los sistemas de control siempre tienen un determinado "tiempo de respuesta", es decir, un tiempo que media entre el instante que se produce la desviación y el instante en que se aplica la acción correctiva. Lo importante es que este tiempo de respuesta sea suficientemente corto, y la acción suficientemente frecuente para que las correcciones puedan efectuarse sin afectar la meta última y sin que se produzcan desviaciones exageradas o inaceptables. Volviendo al ejemplo del piloto automático, diríamos que el servo-mecanismo de control debe tener un tiempo de respuesta tal, que las desviaciones respecto al rumbo prefijado puedan corregirse sin producir desviaciones o bandazos exagerados y sin poner en peligro el destino de la nave.

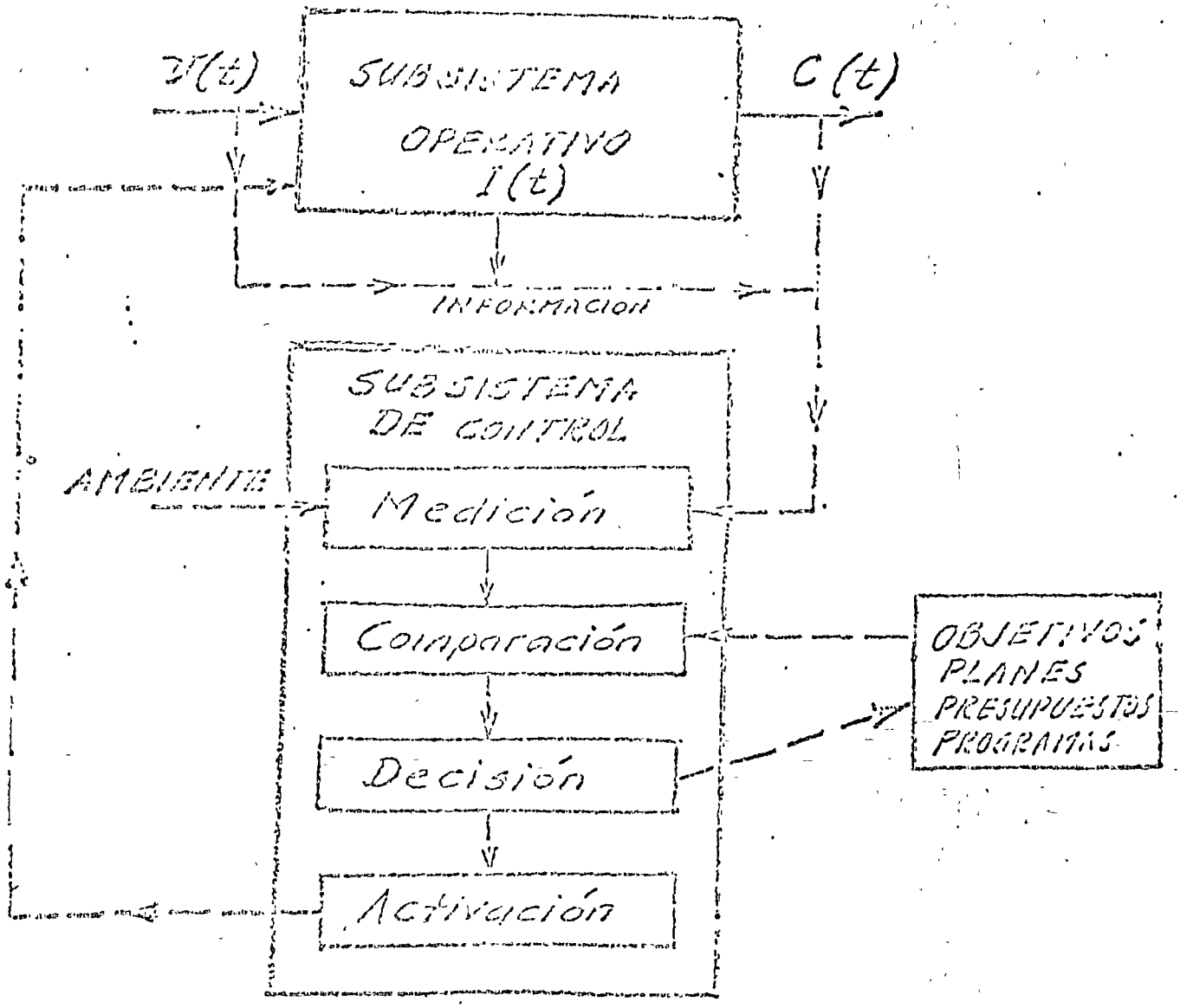
Nótese, por lo tanto, que controlar implica:

1o).- Fijar un plan, norma o estándar.

2o).- Diseñar un sistema de medición de los resultados; y

3o).- Establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los resultados respecto a los planes o estándares.

En la figura 18 se ilustra el ciclo de medición, evaluación, decisión y acción que caracteriza al control, señalando a éste como un subsistema que interacciona con el subsistema operativo.



SISTEMA DE CONTROL

Fig. 18

CONTROL DE LÓS COSTOS EN UNA OBRA.

En el caso particular del control de los costos, los estándares están constituídos por estimados de costo, que pueden referirse a la obra completa, a una fase de la misma, a un conjunto de operaciones o a una operación aislada. Hemos visto que los costos constituyen variables aleatorias, que no pueden analizarse y preverse más que en función de los datos aportados por experiencias pasadas. Qué tan buena sea la extrapolación de los datos derivados de dichas experiencias para aplicarlos a la obra por ejecutar, depende fundamentalmente de las correlaciones que puedan establecerse entre los costos observados y los parámetros significativos que afecten el valor de los mismos.

En muchas ocasiones se pone en duda la utilidad de los métodos estadísticos como medio para prever los costos de obras futuras. En realidad, lo que resulta de validez dudosa es la aplicación de promedios ciegos, que no tienen en cuenta las características y circunstancias en que se realizaron las obras respectivas, y que se aplican indiscriminadamente a las obras futuras.

Se dijo anteriormente que controlar implica diseñar un sistema de medición de los resultados. Es esencial que al realizar observaciones de costos en las obras, se busquen las correlaciones ya mencionadas entre dichos costos y los parámetros numéricos que midan fielmente los diversos factores que influyen en los mismos. El establecimiento

de correlaciones estadísticas de esta clase; para las diferentes etapas de un proyecto, constituye un campo fértil y poco explorado de la ingeniería de costos.

De lo anterior puede concluirse que el control de costos y la estimación de costos constituyen un ciclo cerrado, con interacciones mutuas. No puede formularse un estimado de costo aceptable si no se cuenta con datos significativos derivados del 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 razonablemente 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.

La tercera etapa del control de costos, que consiste en establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estimados o presupuestos, puede realizarse en diferentes formas. La empresa contratante de la obra puede modificar las bases del proyecto, hacer cambios de diseño, suprimir partes no indispensables del mismo, o modificar los métodos de contratación, administración y control de los proyectos. La empresa contratista puede mejorar sus sistemas y procedimientos de construcción, cambiar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de las actividades, o modificar los sistemas de dirección de la empresa, incluyendo una mejor selección y entrenamiento de personal, mejores procedimientos administrativos y mejores sistemas de información y control.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar una obra se ha basado en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de éstos generalmente revela prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna reevaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costos, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

Los textos de administración señalan diversas exigencias para que un sistema de control opere adecuadamente. Se analizará cada una de ellas con referencia especial al control de los costos.

1.- Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. El sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas e instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los costos de producción en serie. Por lo tanto, los catálogos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de obras.

2.- Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones. Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta excesivamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y reportar únicamente transacciones completamente terminadas y debidamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es lento y un tanto inflexible. El control de los costos requiere el establecimiento de un sistema de información más ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida. Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementación entre ellos.

3.- Los controles deben mirar hacia adelante. A este respecto debe también señalarse que los sistemas contables están generalmente orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.

4.- Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos. Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquéllos en que lo logrado se aparta de las normas ó planes establecidos. Los sistemas de programación por ruta crítica, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta pre-fijada, facilitan la identificación de los puntos estratégicos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis

de las secuencias de operaciones por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuándo el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares prefijados.

5.- Los controles deben ser objetivos. Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.

6.- Los controles deben ser flexibles. Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben poder adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se pretende darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios impuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse consecuentemente actualizados para que siempre señalen en forma realista las metas alcanzables.

7.- Los controles deben reflejar el modelo de organización. En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control provean a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así por ejemplo, el reporte que reciba el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que reciba el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y menos general que el que se dé al gerente de la empresa constructora.

8.- Los controles deben ser económicos. Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Dar mayor número de datos no significa necesariamente mejorar la información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso

de información provoca incertidumbre, indecisión e incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto, hay que establecer un equilibrio adecuado entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones que le competen.

9.- Los controles deben ser comprensibles. Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en forma inmediatamente utilizable. Resultan de poca utilidad los datos de costos que el ejecutivo deba todavía procesar y analizar para que adquieran significado.

10.- Los controles deben indicar una acción correctiva. Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe control. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que puedan adoptarse para corregirlas.

RELACIONES DEL CONTROL DE COSTOS CON LA CONTABILIDAD.

Anteriormente se hizo referencia a las limitaciones que los sistemas de contabilidad tradicionales presentan como sistemas de control de costos. Para evitar la duplicidad de sistemas, muchas empresas progresistas han hecho esfuerzos en los últimos años para modernizar sus sistemas contables e integrarlos a un sistema general de información, diseñado para servir de base a las decisiones de los ejecutivos. He aquí algunos de los conceptos expresados por un autor a este respecto: "... La contabilidad se ha convertido a través de los años en un sistema integrado de información. Los datos (generados por los centros de trabajo) son de uso múltiple en contabilidad, admi-

nistración e ingeniería, y deben por lo tanto, formar parte de un sistema que provea el flujo ordenado y la utilización de la información... Mucha de la información requerida por la gerencia y por los técnicos para la operación de la empresa está disponible en alguno de los registros contables.

El problema consiste en hallar formas de hacer llegar esa información a los ejecutivos, lista para su uso y a tiempo de ser utilizada... Con el doble propósito de acelerar el flujo de información y de reducir el costo de obtenerla, se ha encontrado ventajoso mecanizar el sistema contable... Las computadoras han absorbido las tareas rutinarias de procesamiento y comunicación de los datos contables. En cada nueva planta la computadora realiza, además, el control rutinario del proceso, y al mismo tiempo genera datos de control e información gerencial que introduce al sistema".

Otro autor asegura que "el mayor servicio que los contadores pueden brindar al futuro de su profesión es prescindir de considerarse exclusivamente como contadores y asumir en cambio el papel de técnicos en información". Por último, el Secretario del Instituto Mexicano de Contadores Públicos declaró en una ocasión: "Hace 10 ó 15 años, un contador era apenas un empleado más en la compañía. Ahora se le considera un elemento necesario dentro del personal ejecutivo. La dificultad está en lograr que nuestros contadores avancen al mismo ritmo que está marcando el desarrollo de los negocios en México".

La integración del sistema de control de costos y del sistema contable en un sistema de información total y unificado en el que se aprovechan las ventajas del procesamiento electrónico de datos, ofrece grandes posibilidades de economías para la empresa moderna. Para aprovechar más íntegramente los datos que aportan estos sistemas, es necesario desarrollar nuevas técnicas de ingeniería de costos que conduzcan a mejores estimados, presupuestos más realistas y evaluaciones económicas más significativas.

CUT/elz

Oct. 17/73

CAPITULO VII

CONTROL DE OBRAS POR CPM

CAPITULO V

CONTROL DE OBRAS POR CPM

EL CPM COMO SISTEMA DE CONTROL.

Es frecuente considerar al CPM (Método de la ruta crítica) como un método de programación, más que como un sistema de control. Su aplicación se ha orientado en la mayor parte de los casos a la programación de tiempos de ejecución únicamente, desaprovechando así su gran potencial como herramienta de programación y control general de la obra. En realidad el CPM es un sistema procesador de información, con varios niveles de aplicación, que puede usarse para producir la información necesaria para la mayoría de las decisiones gerenciales, tanto en la empresa constructora como por parte del dueño de la obra.

Las decisiones de la empresa constructora comprenden tres niveles: 1) Objetivos y metas a largo plazo; 2) Obras en ejecución; y 3) Contratación de nuevas obras. El primer nivel se refiere a las decisiones estratégicas de la empresa, que definen el lugar que ésta desea ocupar en la industria, el tipo de obras en que desea competir, la capacidad de ejecución, etc. El segundo nivel de decisiones se refiere a la operación de la empresa en su conjunto, la fijación de metas a corto plazo y el control de las obras para asegurar la consecusión de los objetivos acordados. El tercer nivel comprende las decisiones de participar en concursos, la elaboración de propuestas y el control de cada obra en especial. En cada uno

de estos niveles de decisiones el sistema CPM proporciona información relevante a la gerencia de la empresa.

En cuanto al contratante o dueño de la obra, sus decisiones pueden referirse a los siguientes niveles:

1o). - Planeación y programación de conjuntos de obras y de los recursos necesarios para proyectarlas, construírlas y ponerlas en operación.

2o). - Planeación y programación más detallada de cada obra; evaluación de las propuestas recibidas y adjudicación.

3o). - Control de la ejecución, en relación con lo estipulado en el contrato y el programa de construcción convenido; cambios al programa, imposición de penas, evaluación de trabajos extraordinarios, etc.

En todos estos niveles de decisión el CPM sirve como herramienta valiosa de información gerencial.

PROGRAMACION DE TIEMPOS Y DE RECURSOS.

La figura 1.9 ilustra el papel central que puede desempeñar el CPM en el control de una obra. Con base en los requisitos del proyecto puede elaborarse un plan general de construcción de la obra. El siguiente paso sería la construcción del modelo CPM, comprendiendo la definición de actividades a desarrollar, las relaciones secuenciales entre ellas, las decisiones respecto a recursos básicos a utilizar y la estimación

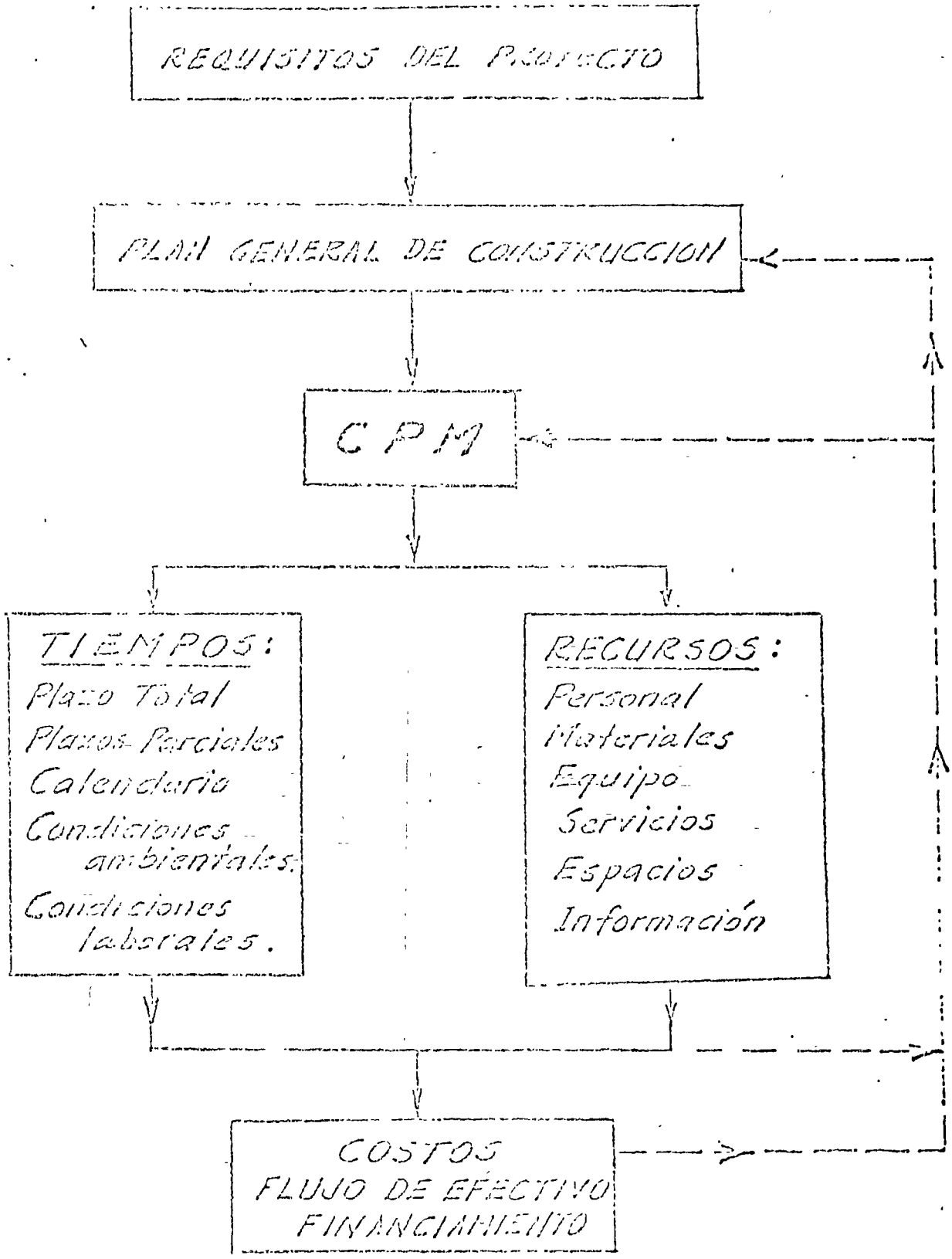


Fig. 19 - CONTROL DE LA OBRA POR CPM.

del tiempo de ejecución de cada actividad. A partir de este punto se debe llevar paralelamente la programación de tiempos y la de recursos.

La programación de tiempos comprende:

a).- el cálculo del plazo total de construcción y la determinación de las actividades críticas.

b).- la determinación de plazos parciales correspondientes a fases de obra significativas y la fijación de puntos de control,

c).- la conversión del programa a fechas de calendario, tomando en cuenta una fecha de iniciación fija y los días de descanso reglamentarios.

d).- la revisión del programa en relación con las fechas en que se realizará cada operación, tomando en cuenta factores tales como condiciones climatéricas probables y eventos económicos, sociales o políticos previsibles.

e).- la revisión del programa calendarizado en relación con las condiciones laborables previsibles: revisión de contratos colectivos y cambios de salarios mínimos, equipos de protección y seguridad que serán necesarios en la obra, etc.

La programación de recursos comprende:

a).- La determinación del personal de cada especialidad requerido en cada una de las actividades y del personal total requerido en cada día de calendario; observación de los máximos y mínimos y de las fluctuaciones

b).- Consumos de materiales por períodos, fechas obligadas de entrega de equipos y programación de compras y de inventarios, de acuerdo con las condiciones del mercado.

c).- Requerimientos de equipo; fechas de disponibilidad en la obra y períodos de uso; fluctuaciones en la cantidad de unidades en la obra.

d).- Programas de subcontratación; programación de servicios tales como agua, energía eléctrica y transportes.

e).- Programa de utilización de espacios para operación de la maquinaria, almacenamiento de materiales, talleres de fabricación y mantenimiento, oficinas, servicios, habitación y otros. A veces, los espacios disponibles son críticos para la planeación de las operaciones.

f).- Programa de recepción de proyectos, de datos de instalación de maquinaria, planos de proveedores y demás información necesaria para la ejecución de la obra.

Claramente, la programación de tiempos y la de recursos son dos procesos inter-dependientes que no pueden llevarse a cabo en forma separada. Por ello, se requieren numerosos ajustes antes de llegar a un programa congruente y satisfactorio. Las líneas punteadas de la figura 19 representan los ciclos de retroalimentación y revisión que son necesarios.

PROGRAMACION ECONOMICA DE LA OBRA.

Como resultado de la programación de tiempos y de recursos, puede evaluarse el costo de la obra. El costo directo de cada actividad puede estimarse en función de las unidades de obra por ejecutar:

$$C = \sum (\text{unidades de obra}) \times (\text{costo unitario})$$

o bien en función de los recursos insumidos:

$$C = \sum (\text{cantidad de c/ recurso}) \times (\text{costo por u. del recurso})$$

Este último procedimiento es el más recomendable, cuando se dispone de estadísticas de consumo de recursos por unidad de obra, es decir, de rendimientos de mano de obra, equipo y materiales. Estos rendimientos son menos variables que los costos unitarios, puesto que están menos sujetos que éstos a factores exógenos de variación.

Los costos indirectos pueden calcularse en función de los tiempos de construcción y los costos por unidad de tiempo de los recursos fijos que requiere la obra; dichos costos deben sumarse a los directos para obtener el costo total de la obra.

La estimación de costos por recursos permite una congruencia absoluta del programa con el estimado. Nótese que tanto el CPM como la estimación de costos son procesos de división y agregación; la compatibilidad entre ambos se logra a través de un catálogo de cuentas orientado a "actividades" y no sólo a recursos (cuadrillas o especialidades de la mano de obra). En este sentido, el modelo matricial de costos que se describió en el Capítulo III puede servir de base para un catálogo de cuentas idoneo. Este mismo catálogo servirá para el control de los costos a través del CPM.

Cuando se relaciona el consumo de recursos en cada período (día, semana, mes) con el costo unitario de dichos recursos se obtiene el flujo de egresos en efectivo ligado al programa de ejecución. Para ello deben tomarse en cuenta los programas de adquisición y las condiciones

de crédito pactadas o esperadas. Si además se calculan los pagos, por parte del cliente, de los trabajos ejecutados en cada período, de acuerdo con lo que estipula el contrato, se obtiene el flujo de ingresos en efectivo. La suma algebraica de ambos flujos (ingresos y egresos) constituye el flujo de efectivo que sirve de base para la planeación financiera de la obra.

SISTEMA CPM HOMBRE-MAQUINA.

La elaboración de un programa integrado de tiempos, recursos, costos y flujo de efectivo, que satisfaga los objetivos de la empresa y se ajuste a las restricciones impuestas por el cliente y por el ambiente de la obra, constituye un proceso iterativo y, por lo tanto, requiere de varios ciclos de ajustes y cálculos. Las líneas interrumpidas de la figura 19 representan los ciclos de retroalimentación de nuevos datos, requisitos o hipótesis y el reprocesamiento correspondiente. El número de operaciones rutinarias que es necesario ejecutar en cada ciclo es es por lo general muy grande, por lo cual resulta indispensable el uso de la computadora.

Puede apreciarse además que el CPM, concebido como un sistema integrado, requiere una interacción rápida y directa entre el programador y la computadora, operando en línea a través de una consola terminal. De esta manera el programador puede formular hipótesis y probarlas por medio de la computadora para apreciar sus efectos sobre el

programa. Hombre y máquina forman así un sistema operando en modo conversacional. Desde luego, no sería económico "acaparar" la computadora para un sólo problema, ya que la operación del hombre es muy lenta comparada con la de la máquina y ésta permanecería ociosa una gran parte del tiempo empleado para la resolución del problema. Se requiere por consiguiente la operación de la computadora en tiempo compartido.

La poca aplicación que hasta la fecha ha tenido el CPM como sistema de control integrado se debe más que nada a las siguientes dificultades operativas:

1o). - Se ha usado generalmente el procesamiento "en baches" y no "en línea". Ello rompe la relación directa entre el que toma las decisiones y el instrumento (computadora) de que éste se vale para tomarlas. La retroalimentación para control se vuelve lenta y rígida.

2o). - Se han desarrollado alrededor del CPM algoritmos independientes, y a menudo conflictivos, para asignación o nivelación de recursos intercambios tiempo-costo, minimización de costos, etc. Estos algoritmos de computación están basado en hipótesis simplificatorias y reglas rígidas que no siempre reflejan la realidad compleja de una obra especifica. Se pierden así los beneficios potenciales del juicio, la experiencia y la intuición del hombre. La tendencia actual es hacia el desarrollo de programas heurísticos que permitan la participación del hombre en los procesos lógicos de decisión.

CONTROL DE LA EJECUCION.

Durante la ejecución de la obra y a medida que ésta avanza, pueden irse suministrando en el "sistema CPM hombre-maquina" los datos reales de tiempos, recursos y costos, y reprocesando ésta información para evaluar los efectos de las desviaciones respecto al plan original. Como en la etapa de programación, se podrán ensayar diferentes medidas correctivas, a fin de incorporar al programa las más convenientes. Se logra de esta manera un sistema de control que satisface todos los requisitos señalados en el capítulo precedente.

El sistema debe ser capaz de producir informes a diferentes niveles de detalle, para uso de los correspondientes niveles gerenciales, en sus respectivas areas de responsabilidad. El sistema de control de una obra en particular puede integrarse a los de otras obras, quedando así ligada la contabilidad general de la empresa al sistema CPM. La figura 20 ilustra este proceso de integración de información por CPM a los diferentes nieveles de decisión en una empresa constructora. Nótese que el sistema es capaz de ir formando una biblioteca de costos históricos, que sirva de base para estimados de obras futuras. Igualmente es capaz de formar una biblioteca de sub-redes CPM, típicas de operaciones repetitivas, que permitan simplificar la programación de obras nuevas.

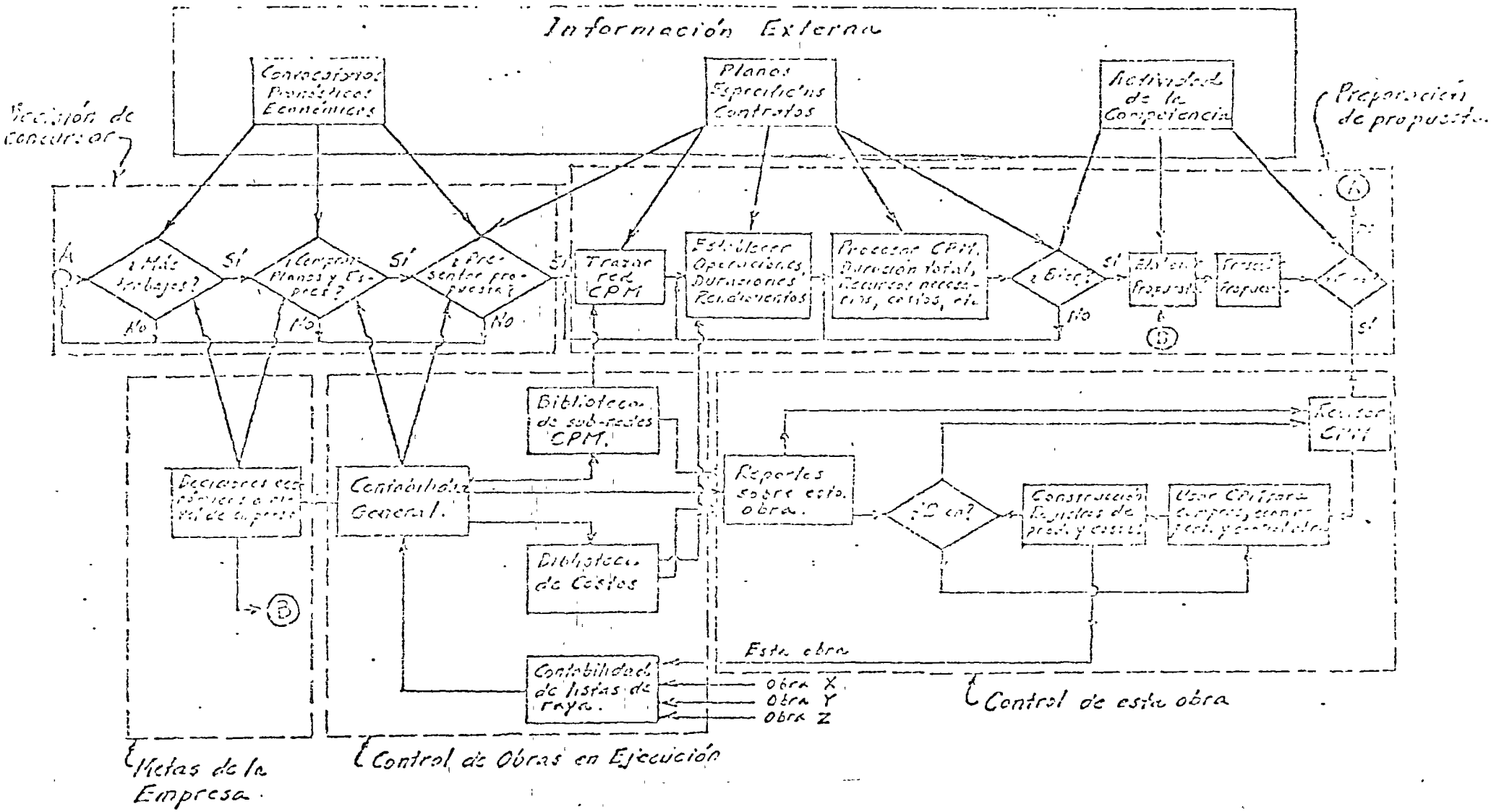


FIG. 20.- FLUJO DE INFORMACION Y DECISIONES EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

CONCLUSIONES.

Un sistema CPM como el descrito es capaz de integrar en forma lógica y congruente las siguientes actividades:

1).- Programa calendarizado de tiempos de ejecución.

2).- Programación del uso de recursos, incluyendo:

2.1.- Programa de contratación de personal.
2.2.- Programa de compra de materiales.
2.3.- Programa de utilización de equipo de construcción.

3).- Estimado de costos por computadora, ligado en forma lógica al programa de construcción.

4).- Flujo de efectivo de la obra y programa financiero.

5).- Control ejecutivo de cada uno de los cuatro factores anteriores: tiempos, recursos, costos y efectivo.

6).- Formulación de listas de raya.

7).- Contabilidad general y sistema de información gerencial de la empresa.

8).- Estadística de costos uso y, rendimiento de recursos, etc.

Desde el punto de vista del dueño de la obra o dependencia contratante, estos sistemas tienen gran interés, aunque en un menor nivel de detalle, para la programación y el control presupuestal de inversiones, la selección de concursantes, la elaboración de bases para cada concurso, el análisis de las propuestas de los contratistas, el control de las obras y la resolución de solicitudes y reclamaciones de los contratistas en cuanto a plazos, precios y ejecución de trabajos extraordinarios. En el artículo que se anexa como apéndice de este capítulo ("MDC Creates

a discipline for Construction Management") se describe la aplicación de un sistema integrado de control por CPM, por parte de las autoridades de la ciudad de Nueva York. Se anexa también el Apéndice No. 1 del Instructivo de Control de obras de la Secretaría de Recursos Hidráulicos relativo al "Programa y Control Mensual de Avance de Obras y de Ejercicio del Presupuesto."

MDC Systems a lifeline for construction management

Seven years ago, New York City administrators watched helplessly as the sheer size and complexity of the city's mushrooming multimillion-dollar capital construction program dragged projects into a tangle of red tape, uncoordinated planning, poor scheduling and escalating costs.

To get things unsnarled, the city turned to a then-budding professional management consultant firm, now called MDC Systems Corp., Cherry Hill, N.J., a subsidiary of American Stock Exchange-listed MDC Corp.

MDC is now working as a consultant to Turner Construction Co., New York City, to develop and implement a management information control system for the General Services Administration's (GSA) $100 million systems-oriented Social Security Administration Program Centers project. And last year it began to develop a massive facilities management system to schedule and control the U.S. Postal Service's multibillion-dollar construction program.

All these efforts have a common objective: to give decision-makers total visibility over the planning and construction of building programs and projects within them. This was a capability that was conspicuously absent in New York City municipal government in 1966.

Removing bottlenecks. When we came aboard in 1967, recalls MDC's president, Thomas J. Driscoll, the city was burdened with a mammoth backlog of projects for which funds had been appropriated but which would have taken more than 10 years to convert to brick and mortar at the 1966 rate of starts. (The city was then spending at an annual rate of $100 million for new construction even though $300 million had been budgeted.) Symptomatic of the problem, claims Driscoll, was the huge time gap between site selection and project award. For many projects it was five years, but for projects as uncomplicated as fire and police stations, and libraries it was four. And on larger projects, subcontractor disputes alone were causing delays of up to a year in construction.

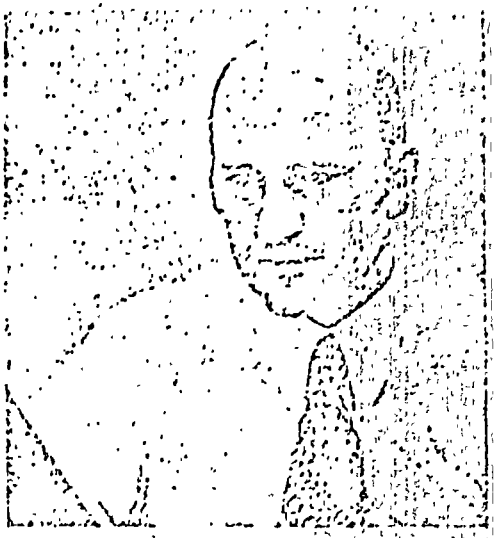
Many of the problems, says Driscoll, could be traced to bottlenecks in administrative functions relating to design, review and approval activities in the preconstruction phase.

"Some people with these responsibilities hadn't the foggiest idea of where to turn next in terms of priorities," says Driscoll. "There was an almost complete absence of written policies and procedures that could define priorities in terms of individual projects, between similar projects, or among various types of projects. There also was a lack of coordination between design review functions, which might involve several disciplines, and action by up to a dozen regulatory agencies needed to keep a single project moving."

After convincing agency officials that a reform of preconstruction activities would mean getting projects to construction sooner, and huge savings in terms of cost escalation, MDC recommended several changes in site selection, acquisition, design review and bidding procedures. These were adopted by agencies.

Computerized CPM. And working with city administrators, MDC developed and implemented computerized CPM and management information systems through which various levels of agency management could compare scheduling goals with current progress, pinpoint potential problem areas, and determine the amount of resources needed, by function, by individual project and by department so that personnel could be shifted to where they were needed most (see chart, below).

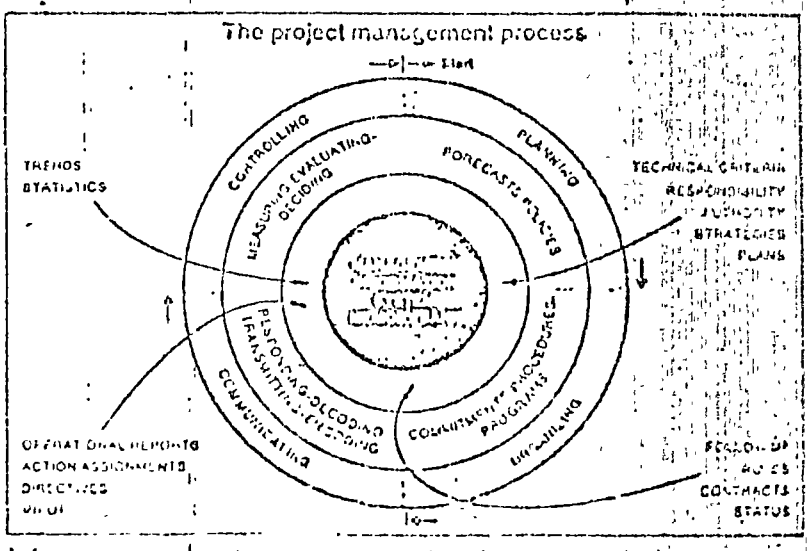
A year later, in 1968, the city-wide project management information system was monitoring the status of more than 1,200 major construction projects.



Driscoll replaces confusion with control.

Design time for many projects had been cut in half and the value of new construction starts had more than doubled! Later, Mayor John V. Lindsay (D), defending the use of outside consultants, claimed the system had saved the city "hundreds of millions of dollars in cost escalation alone." Constantly refined and updated since, the system, now monitored by building agency officials, rides herd on the bulk of projects that make up the city's fiscal 1973 $8-billion program, including new starts that are expected to climb over the $1-billion mark for the first time.

A mixed bag. Like New York City, several federal and municipal agencies and private owners have since turned to MDC Systems to engineer management information and scheduling systems that can monitor all or separate aspects of planning, design and construction. Drawing on a 75-man staff which includes architects, engineers, systems analysts, computer programmers, cost accountants and CPM technicians, MDC has provided on-site management ser-



Information system keys assignment goals as to hourly data.



"Problems need new answers."

administrative machinery of a city's [illegible] program or providing [illegible] cost control system for [illegible] project, MDC's objective, says Driscoll is the same, to give management the tools it needs to effectively manage and control the interdependent elements of planning, design and construction. "Our approach," he explains, "is to get at the roots of new problem areas where no textbook solutions exist, and then provide innovative concepts and the appropriate mix of management tools and techniques that leads to a workable solution."

Seasoned talent. In command of MDC Systems is a nucleus of seasoned engineering, construction and systems talent, some of whom were previously involved in this country's initial efforts to develop a space program in the early 1960s and now hold key positions in the organization.

Driscoll himself is a former construction engineer and area superintendent for Catalytic, Inc., of Philadelphia, a major design-construction firm, and later, with the organizational forerunner of MDC, acted as project manager of a field group charged with developing an information system for scheduling the construction of the Apollo Launch Complex 39 at Cape Kennedy. On this two-year assignment, Driscoll's team prepared specifications for the contractor scheduling requirements, coordination of contractors, change order and claim procedures, top management briefings and training of government personnel in construction management systems. When MDC Systems, formerly a management services arm of Philadelphia-based Meridian Engineering, was acquired by MDC Corp. in 1968, Driscoll continued as a consultant to New York City.

MDC's vice president of engineering and construction services, John Orr, worked 14 years managing the design, engineering and construction of aerospace research and development facilities for New York City-based General Electric Co.'s space division. Still another officer, vice president and chief engineer Joseph Rizzo, before joining MDC, designed and supervised installation of support structures for a moon-landing simulator for the National Aeronautics and Space Administration.

What this alliance has achieved says Driscoll, is a blending of "the best experience management knows and practical construction experience that can maximize the benefits of project and construction management. "We've been in all aspects of the wood-to-be and our overriding strength comes from operating and implementing our systems within a brick and mortar context. Many of our software system competitors have a huge stable of technical writers that can turn out an impressive array of computer programming, but we can, our systems to the client, not the computer, and by incorporating construction industry know-how, can produce more effective results."

Flexible application. The project and management information systems that MDC uses derive from techniques long used by the aerospace industry to plan, schedule and control projects. Basically they are computerized, modular, network-based systems that can be applied to total program management, multi-project scheduling or to individual projects. Essentially its purpose is threefold: the effective use by management of time, cost and manpower. The entire system, therefore, is divided into three subsystems, one containing progress relative to proposed schedules, another comparing budget and actual cost information and the third, providing information that relates manpower needs to time and cost developments.

This interlocking network of computer subsystems is geared to giving the client a:

- Continuous and accurate projection of physical and financial requirements.
- Clear picture of the total program and progress on a project-by-project basis.
- Review of all projects on a "by-exception" basis that zeroes in on projects or phases of projects that face potential operating or fiscal problems requiring management decisions.

Toughest assignments in progress. While MDC has developed construction management information systems for a variety of clients, including utilities, airports, [illegible] and malls, some of its most challenging projects have come from federal agencies such as the Veterans Administration (VA), the GSA and the country's largest real estate firm, the U.S. Postal Service (USPS).

Two years ago the VA, one of the biggest builders of medical and hospital facilities in the world and operating 166 hospital complexes across the country, hired MDC to develop a nationwide information control system for its hospital construction program. Now operational, the system monitors and coordinates all VA central office and field construction activities, from the determination of facility needs, through design and construction, to the occupancy date. The VA is currently considering supplementing its basic scheduling system with resource planning procedures.

Working in association with Turner Construction Co., the construction manager for GSA's Social Security Administration Program Centers' systems project, MDC has prepared CPM logic networks for a master plan of the three buildings in Philadelphia, Chicago and San Francisco as well as for each individual project. One of the biggest challenges on this pioneering systems project, Driscoll claims, will be to identify, coordinate and control the interfacing of out-of-system and in-system contractor activities when construction gets under way.

Perhaps MDC's most staggering undertaking is its contract to design and integrate into the USPS a comprehensive facilities management system geared to programming and controlling a $5-billion building program which includes construction of 575 major postal facilities and 1,335 new regional facilities. Not only must MDC develop a system that can monitor all aspects of the program from initial planning to occupancy, but it must devise policies and procedures through which USPS personnel can administer the program on a national, regional and individual project basis. This is particularly critical, says Driscoll, since the Office of Management and Budget ordered the Corps of Engineers earlier this year to give back total construction responsibility to the USPS.

As a preliminary step, MDC is now working on an audit of USPS' existing organizational policies and procedures in planning, investment and decision making from which it will develop a long-range program for systematizing the planning of USPS' building program in terms of operational needs on a national and a regional basis.

APENDICE Núm. 1

PROGRAMA Y CONTROL MENSUAL DE AVANCE DE OBRAS Y DE EJERCICIO DEL PRESUPUESTO

I. ELABORACION DEL PROGRAMA

Antes de iniciar la obra se elaborará el Programa de ejecución utilizando la Forma APA-110 P si dicha obra es de Agua Potable, APA-111 P si es de Alcantarillado, o APA-112 P si es de Drenaje Pluvial.

Cuando por su magnitud o por la urgencia de su terminación, la obra requiera control local con más detalle de actividades, se elaborará un programa de ejecución utilizando los sistemas de Programación de Ruta Crítica ya establecidos.

Las formas de Programa se llenarán de acuerdo con las instrucciones que se dan más adelante, y se acompañará a la Solicitud de Agua Potable y Alcantarillado para que en su oportunidad la pueda surtir efecto tanto el avance de la obra como el ejercicio del presupuesto. El Programa de Construcción comprenderá la siguiente documentación:

a) Programa Gráfico de Avances Mensuales de Obras, en los planos del proyecto.

b) Programa de Ejecución Mensual y Ejercicio del Presupuesto, en las Formas APA-110 P, APA-111 P y/o APA-112 P.

c) Calendario de Suministros.

En la Sección II. que sigue, se desarrollará sólo lo referente al punto *b)*.

II. DESCRIPCION Y USO DE LAS FORMAS DE PROGRAMA P.

Estas tres Formas: 110 P, 111 P y 112 P, comprenden un Diagrama (A) de Rutas; una Tabla (B) de Programa Avance Mensual y Ejercicio del Presupuesto clasificado por conceptos de actividad o de obra, y una Tabla (C) de dicho Ejercicio pero clasificado de acuerdo con la procedencia de los fondos. En la esquina superior derecha de estas formas se pondrá el

año al que corresponda el programa y los nombres y firmas del Residente que lo formuló y del Gerente General que lo aprobó.

Para la Forma 110 P, que es la aplicable a obras de agua potable, además de la hoja en vacío se acompaña otra llena con un ejemplo ilustrativo que complementa lo que enseguida se dice. Para las formas 111 P y 112 P no se han acompañado, pues su llenado es muy semejante al de la 110 P.

Diagrama A. Rutas. En este Diagrama (ver Forma con ejemplo) se han indicado esquemáticamente las relaciones que normalmente pueden presentarse en las obras, de acuerdo con la secuencia de su ejecución. Las líneas con rayas interrumpidas representan actividades ficticias de hora cero, que no tienen duración, pero sí tienen orden temporal. Antes de llenar esta forma, que representa cada actividad se enlistarán de la siguiente manera:

Cuando por las características especiales de la obra no se puedan llenar estas formas, se elaborarán otras similares que se adapten al caso.

En los rectángulos de la izquierda (ver Forma con ejemplo) se numerará el número de días en que se programa ejecutar la actividad, incluyendo en todos los días laborables como los no laborables, y los de la derecha se dejarán vacíos. Aquellas actividades que no correspondan a la obra de que se trate se suprimirán simplemente tachando las y sus dos rectángulos se dejarán vacíos, aquellas que no se requieran, por haberse terminado en años anteriores, se numerarán también con cero, el año en el que se inicie la obra se anotará en el rectángulo de la izquierda y el año en el que se termine en el de la derecha. Esto deberá hacerse en el ejemplo.

Siguiendo en el Diagrama del ejemplo el sendero de las flechas, del círculo 0 al 20, se puede observar que la secuencia de actividades aquélla que da el mayor tiempo acumulado, o sea la que tiempo de ejecución de las actividades en esa secuencia (227 días en el ejemplo), será la Ruta Crítica y deberá señalarse en el diagrama con línea gruesa.

La duración máxima de ejecución de la obra no deberá exceder al tiempo que comprende la Ruta Crítica.

Tabla B. Programa de Ejecución y de Ejercicio del Presupuesto. Esta Tabla se llenará como sigue (ver Forma con ejemplo):

Col. 1. En esta columna se identificarán las actividades con los números inicial y final que les correspondan en el Diagrama A, y se ordenarán por sus números iniciales en orden creciente y, si éstos son iguales, por sus números finales.

Ejemplo: 0-1, 0-3, 0-4, 1-17, 2-10, etc.

Col. 2 Se llenará con el nombre de la actividad o de la obra, según aparezca en el Diagrama A.

Col. 3. Se pondrá la cantidad de obra programada, expresada en la unidad que se anote en la Col. 4.

Col 4. Se llenará con las unidades de obra o de actividad: metros, kilogramos, pesos, lotes, etc.

Col 5 Contendrá el Importe de la obra o de la actividad, en miles de pesos. En el renglon de Totales se pondrá el Importe Total programado para la Obra

Col. 6 Esta columna no se utilizará en las formas de Programa, sino solo en las de Control, según se explicara en la Sección III.

Col. 7. Se indicará en ella la fecha programada para la iniciacion de la obra o actividad. Al pie, en el renglon de Totales, se repetirá la fecha más anterior entre las anotadas en esta columna

Cols. 8. Bajo el encabezado común: A EJERCERSE EN estas columnas corresponden a los 12 meses del año, y en ellas se anotará el programa de barras: hachuradas para las actividades comunes, y llenas con linea gruesa, para las actividades criticas. Sobre las barras se indicarán las respectivas erogaciones mensuales programadas, en miles de pesos. Las barras correspondientes a las actividades 6-1 y 10-20 no llevan cifras encima porque sus erogaciones se cargan a gastos indirectos, que no forman parte de las programadas: la 1-17, Operación Previa, tampoco las lleva porque esos gastos corren a cargo del Organismo Operador que recibe las obras, y la 20-19 tampoco, porque el costo de las pruebas y arreglos finales ha quedado incluido en los costos de instalación de tuberia, accesorios o equipo, pero si se hubiese construido mobiliario comparativo (lo que no se hizo en el caso del ejemplo) se tendría que asentar su costo bajo este concepto, como el de un arreglo final

En estas columnas las cifras corresponden a las erogaciones totales programadas para el mes de que se trate, y el total de ellas es la erogación total programada para el año, que aparece al pie de la Col. 5 (1 millón 313 mil pesos)

Col 9. Se indicarán en ésta las fechas en que se programe terminar la respectiva obra o actividad. Al pie, en el renglón de Totales, se repetirá la fecha mas posterior entre las anotadas en esta columna. El número de dias transcurrido entre las fechas al pie de las Cols. 7 y 9 debe ser igual al que comprende la ruta critica (257).

Cuando la obra no haya sido programada para terminarse en el año de que se trate, se hará la anotación respectiva en las Observaciones.

Tabla C. Programa de Ejercicio del Presupuesto según la Procedencia de los Fondos. Se llenará como sigue:

Col 1. En esta columna se pondrá la clase de fondos disponibles que, según su origen, pueden ser: Fiscales, que se dividen en Fondos de Construcción y Reservas de la Secretaría en la ciudad de México; Crédito interno, que puede provenir de los fabricantes de tuberías o de los Contratistas; Crédito Internacional, y Fondos de Cooperación que puedan provenir del Gobierno del Estado, del Municipio, de los Usuarios de la Junta de Mejoras, o de otras fuentes.

Col 2. Se anotarán en ellas las asignaciones correspondientes, en miles de pesos. El total de esta columna debe ser igual al de la Col 5 de la Tabla B.

Col 3 Corresponden cada una de las Cols. 3 de la Tabla B, a los 12 meses del año. En el renglón correspondiente a cada fuente se anotarán las erogaciones programadas, en miles de pesos. Los totales mensuales deben ser iguales a los respectivos de la Tabla B.

Observaciones. En este espacio se pondrán las que haga la Gerencia General respecto al Programa y monto y forma en que en revisó el Programa en el Depto de Supervisión y Control de Obras.

Sello. En la parte superior se encontrarán los nombres completos de esta Secretaría, y de la Jefatura y Departamento correspondientes. En la parte central, el nombre de la Población Municipio o Entidad Civil de Obra (Ciudad Petrolera en el caso de la Forma 110 P), y el título común a las tres Formas de Programa: PROGRAMA DE EJECUCION MENSUAL Y DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO.

Formas III P y 112 P. Estas Formas de Programa, para cuya elaboración se debe haber terminado el programa según la 110 P, sirven en el caso de Ciudad Petrolera, para el Jefe y personal inmediato en el Campamento, para que en todo tiempo, algunas actividades en proceso de ejecución, como partes materiales, equipo y obra civil, difieran en su duración relativa normal de las actividades de construcción en tubería diferente.

Como antes se dijo, de estas Formas no se incluyen ejemplos ilustrativos, pues su llenado es virtualmente igual al de las Formas 110 P.

III. DESCRIPCION Y USO DE LAS FORMAS DE CONTROL C.

Para el Control de Ejecución Mensual y de Ejercicio del Presupuesto se utilizará alguna de las tres Formas APA-110 C, APA-111 C, o APA-112 C, que son muy semejantes a las respectivas Formas P, de Programa, cuya descripción y uso se trató en la Sección II. Las diferencias, en las Formas mismas y en su uso, se derivan fundamentalmente de que una cosa es tratar de prever cómo y cuándo se va a ejecutar una obra y cuánto se va a gastar en ella, y otra es asentar cómo y cuándo se ejecutó y cuánto se gastó. Por otra parte, en las tablas de Programa se asientan cifras parciales correspondientes al mes de que se trate, en tanto que en las tablas de Control se deben asentar cifras acumuladas hasta el fin de dicho mes.

Diagrama A. Barras. Este Diagrama, APA-110 C es copia del APA-110 P que se utilizó para el Programa, con todas sus indicaciones, a las cuales se irán agregando, inscribiéndolos en los respectivos rectángulos derechos, los números de días laborables y no laborables, en que efectivamente se ejecutaron las actividades de que se trate. Así, un rectángulo derecho con número de días inscrito indicará que la correspondiente actividad ha sido terminada.

En la Forma con ejemplo que se adjunta, se notará que entre las actividades que han sido terminadas, las 0-3 y 5-9, que no forman parte de la Ruta Crítica, y las 0-1 y 4-11 que sí la forman, fueron concluidas en un tiempo mayor del programado, en tanto que sólo la 4-6 fue terminada en un tiempo menor.

Tabla F. Control de Ejecución y de Ejercicio del Presupuesto. Esta Tabla se llenará como sigue:

Cols. 1, 2 y 4. Se pondrán los mismos datos que aparecen en estas columnas de la Tabla B, de Programa.

Col. 3. En esta columna se actualizarán a la fecha de la Forma (Jul de 19xx en el ejemplo) las cifras de aquellas partidas tales como la longitud de las obras de construcción o de distribución, o el número de tomas domiciliarias que, siendo susceptibles de haber sufrido modificación, la hayan efectivamente tenido; las que no hubieren cambiado se copiarán de la Tabla de Programa. (No ha habido cambios hasta julio.)

Col. 5. Caso semejante y con mayor motivo que para la Col. 3 podría ocurrir en la Col. 5, cuyas cifras son susceptibles de variar no sólo por cambios en los de la Col. 3, sino también por variaciones en los precios unitarios. Los renglones de esta columna se llenarán con los importes actualizados a la fecha de la Forma. Al pie de esta columna deberá aparecer el costo actualizado total de la Obra.

No ha habido aún cambios en esta columna pero va a haberlos en la Forma correspondiente a agosto, según se explicará al hablar de las Cols. 8 y, posteriormente, en las Observaciones.

Col. 6. Se anotarán en esta columna las cantidades de obra ejecutada, acumuladas hasta el fin del mes de que se trate, expresadas en las correspondientes unidades de la Col. 4 cuando su magnitud sea fácilmente susceptible de cuantificación absoluta, tales como longitudes, número de piezas, etc. En el caso de unidades tales como lotes, casetas, equipos, etc., el avance se expresará en %. La columna muestra que las actividades 0-3, 0-1 y 4-6 han sido terminadas. (Ver 2º párrafo *Cols. 5.*)

El % de avance en la actividad de 0-1 será estimado por la persona a cuyo cargo esté, dentro de un 20% de aproximación, de acuerdo con el plan que se haya formado dicha persona para el desarrollo de tal actividad.

Col. 7. Se anotarán en ésta las correspondientes fechas, día y mes, en que efectivamente se iniciaron las respectivas obras

o actividades. Al pie, en el renglón de totales, se repetirá la fecha más anterior entre las anotadas en esta columna.

En el ejemplo, la actividad 0-3 fue iniciada con poco más de un mes de retraso; la 1-17 lleva ya un mes de retardo, la 3-7 lleva 4 meses, la 3-8 lleva 5; la 4-11 se inició con más de 2 meses de retraso pero ya se terminó; la 8-16 tiene ya también 4 meses de retardo y la 11-12 se inició 3 meses después. Solo las actividades 0-1, 0-4, 2-10, 4-6 y 5-9 se empezaron conforme al programa.

Cols. 8. Bajo el encabezado común EJERCIDO HASTA en el programa de barras, que debe copiarse en estas columnas tomándolo de la Forma APA-110 P (ver Sección II, Cols. 8), se marcarán, por encima de las barras y con línea interrumpida, los períodos efectivos de trabajo, por meses completos, y sobre ellas se anotarán las erogaciones efectivas correspondientes, acumuladas hasta el fin del mes, en miles de pesos.

En el caso de las actividades 0-4 y 4-6, y 4-11 y 11-12, que están divididas en dos etapas, la cifra anotada en el primer mes de la segunda etapa incluye la anotada en el último mes (en el caso actual único) de la primera etapa. Así la cifra de $251 mil de la etapa 4-6 erogados hasta fin de marzo incluye los $120 mil de la etapa 0-1 erogados hasta fin de febrero, y los $93 mil de la etapa 4-11 que se gastaron en mayo, están incluidos en los $191 mil de la etapa 11-12 erogados hasta fin de junio.

Cuando una actividad ha sido terminada, en cuyo caso debe haber una fecha en la Col. 9 y en la Col. 5 debe aparecer 100% o repetida la cifra de la Col. 3, la última cifra del renglón correspondiente anotada encima de la línea interrumpida debería ser igual a la que aparezca en la Col. 5 si el importe hubiere sido exactamente previsto. En el ejemplo, puede verse que de las 4 actividades ya terminadas, la 0-3, con importe programado de $61 mil, costó sólo $17 mil; que el suministro 0-4 fue por $120 mil en vez de $127 mil, y la actividad 5-9 costó $70 mil en vez de $83 mil; en cambio, la 4-11, que costó $90 mil en vez de los $34 mil programados, indica que se alargó en ella más de lo previsto en esa primera etapa.

Cuando en estas columnas no aparezca raya interrumpida quiere decir que la correspondiente actividad no ha sido iniciada, bien porque lleva retraso o, como en el caso de las 16-19 y 19-20, no les corresponde empezar aún.

En estas columnas las sumas corresponden a la erogación total hecha en la Obra hasta el fin de mes de que se trate, así que la suma correspondiente al mes en que tal Obra hubiere sido terminada representará un costo total y debería ser igual a la que aparezca al pie de la Col. 5. Cuando la obra no se haya terminado en el año de que se trate, se anotará ese hecho en las Observaciones.

Col. 9. Se indicarán en ésta las fechas en que hubieren sido terminadas las respectivas obras o actividades. Al pie, en el

renglón correspondiente a Totales, se repetirá la fecha más posterior entre las anotadas en esta columna. Así el número de días transcurridos entre las fechas al pie de las Cols. 7 y 9 corresponderá a la duración efectiva de ejecución de la Obra.

Tabla C. Control de Ejercicio del Presupuesto según la procedencia de los Fondos. Se llenará como sigue:

Col. 1. Será igual a la Col. 1 de la Forma APA-110 P.

Col. 2. También igual a la Col. 2 de la APA 110 P, salvo que durante el año en cuestión hayo habido cambios en las asignaciones, en cuyo caso deben corresponder a cambios en la Col. 5 de la Tabla B. Los totales de estas dos columnas deben ser iguales.

Col. 3. A diferencia de los totales mensuales de estas columnas deben ser iguales a los de la Cols. 8 de la Tabla B que, según se ha dicho, no estarán cifrados acumuladas. Cuando la obra haya sido terminada, todas las cifras del último mes deben ser iguales a las correspondientes de la Col. 2.

Observaciones. En este espacio deben aparecer las que la Gerencia General haya juzgado pertinente hacer, relativas a cambios en la obra, en su avance, en el ejercicio del presupuesto, o en las asignaciones.

Sello. Lo único que cambia es que en vez de decir PROGRAMA, dice CONTROL.

IV. REMISION DE LOS INFORMES DE CONTROL DE EJECUCION Y EJERCICIO DEL PRESUPUESTO.

Los reportes mensuales se harán en telegrama o radiograma durante el proceso de las obras, dentro de los primeros cinco días del mes siguiente a aquel del que se informa, y se enviará confirmación por correo para subsanar posibles errores de transmisión.

Ejemplo de telegrama.

Corresponde al ejemplo ilustrativo de la Forma APA-110 C (Las cifras sin unidad, en el texto del tele-o-radiograma son miles de pesos):

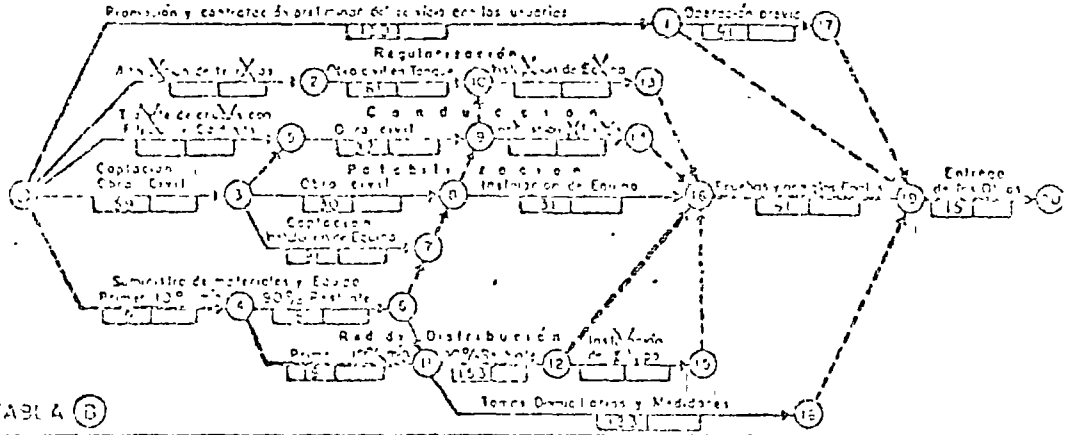
5283-109-1-9 S C. SALTILLO, COAH. JUN 2-13.40
INGENIERO EN JEFE DE AP Y ALC.
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Reforma 77, Décimo piso—México, D. F.

GERENTE GENERAL DEL ESTADO DE COAHUILA.—NUMERO 48 6.

AGUA POTABLE VILLA UNION, COAH.—JULIO (dos puntos) PROMOCION 69% APROX. (punto) CAPTACION OBRA CIVIL 100% 17 (punto) REGULARIZACION OBRA CIVIL 83%

119 (punto) CONDUCCION OBRA CIVIL 2.5% m 79 (punto) TERMINADA DEL 31 (punto) DISTRIBUCION 3.5% m 141 (punto) CONSTRUCCION DE CORPORACION 2% (punto) NO HAY CONCRETO SIN FONDEO NI SUBESTACION (punto) PROTECCION CLORACION (punto) EROGADO CANTO REAL BY CONSTRUCCION TANQUE [illegible] (punto) LIVE SON TRABAJOS REPORTE TRANSFERIR SOBRANTE CANTIDAD (punto) ATENTAMENTE (punto) GERENTE GENERAL (punto)

DIAGRAMA (A)



PROGRAMA 1980

TABLA (C)

1	2	3											
Clase de Fondo	Asignado en 1980	A E J E R C E R S E E N											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Const.	3 4 3		34	62	[illegible]	62	61						
F. Mix.	[illegible]												
F. Fed.	3 [illegible]		127	127	13								
Cons.	4 2 4		31	108	137	50	23	13	13	16			
Totales	1313		192	337	487	112	85	74	13	13			

Se consumen 1 = Const. Crédito Interno, Const. Cont. [illegible], Cont. Financiamiento, F. Mix. Fondos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de México, F. Fed. Fondos Federales, Int. Internacional de Desarrollo
Todos los montos aquí están en miles de pesos M.N.

TABLA (B)

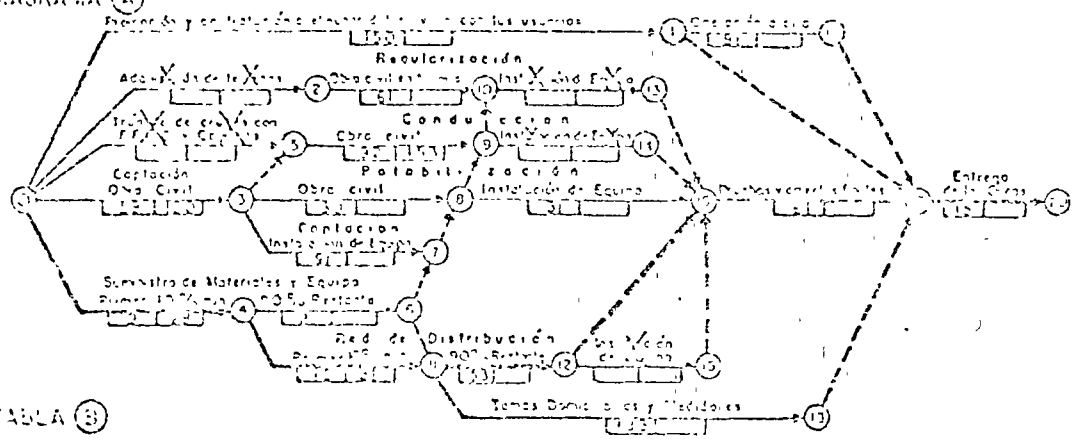
1	2	3	4	5	6	7	8 — A E J E R C E R S E E N											9
ACT.	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNID.	IMPORTE	AVANCE	INICIO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TERM.
0-1	Promoción y Contratación																		
	Preliminares con los Usuarios	1	lote	—	—	I-II													30-I
0-2	Captación, Obra Civil	1	lote	61	—	I-II		31	30										31-III
0-4	Suministro de Materiales y																		
	Equipo, Primer 10% Anticipo	1	lote	127	—	I-II		127											30-I
1-17	Contingencias Previs	1	lote	—	—	I-VII													30-IX
3-17	Pot. Instalación, Obra Civil	1	Unid	100	—	I-III			50	50									30-IV
3-7	Captación, Instalación de Equipo	1	lote	27	—	I-IV				9	9	9							30-VII
3-8	Potabilización, Obra Civil	1	Unid	40	—	I-III			40										31-II
3-5	Suministro de Materiales y																		
	Equipo 90% Restante	1	lote	419	—	I-III			127	292									30-IV
4-11	Red de Dist. Primer 10%, m.	1135	m	34	—	10-II		34											29-II
5-9	Conducción, Obra Civil	2864	m.	83	—	I-III			28	28	27								31-V
3-10	Potabilización, Instalación																		
	de Equipo	1	lote	32	—	I-IV				32									30-IV
11-12	Red de Dist. 90% Restante	11362	m	309	—	I-III			62	62	62	62	51						31-VIII
11-13	Tomas Dom. y Medidores	329	Pza	81	—	I-IV				14	14	14	13	13	13				30-IX
12-14	Pruebas y Arreglos Finales	1	lote	—	—	I-VIII													30-IX
12-2	Entrega de las Obras	1	lote	—	—	I - X													15 - X
	TOTALES	—	—	1313	—	I-II		192	337	487	112	85	74	13	13				15 - X

Todas las cifras en las columnas 5 y 8 expresan miles de pesos M.N.

OBSERVACIONES

Los recursos para la ejecución de este programa provienen de [illegible] Federales por un monto de $ 3 1 3 . 0 0 0
Materiales
Terrenos, con cargo al Crédito del [illegible]
Equipo con Fondos Fiscales del Estado de Nuevo León, cubierto en el 1er. Mes
[illegible]
[illegible]
[illegible]

DIAGRAMA (A)



CONTROL ___ 19___ 1966 PRESIDENTE SECRETARIO GRAL CONTRALOR

TABLA (C)

1	2	3											
Clase Fondos	Asignación 1966	EJERCIDO HASTA E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Local	313												
C.F.I.	302												
Coop.	424												
Totales	1313		120	287	579	679	770	947					

TABLA (B)

1	2	3	4	5	6	7	8 EJERCIDO HASTA E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	9
ACT.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNID.	IMPORTE	AVANCE	PROG.													TERM.
0-1	Planeación y Contratación	—																	
	Recubrimiento Obras Especiales	1	lote	—	50% Anual	I-III													
1-3	Captación, Obra Civil	1	lote	131	100 %	3-III			2	6	9	12	17						3-IV
2-6	Suministro de Materiales y																		
	Equipo, Primer 10 % Anual	1	lote	127	100 %	I-II	120												28-II
1-17	Operación Previa	1	lote	—	—	—													
	Perforación, Obra Civil	1	ml	100	86 %				15	19	35	94	112						
	Colocación, Instalación Equipo	1	lote	27	—	—													
	Desinfección, Obra Civil	1	ml	40	—	—													
4-5	Suministro de Materiales y																		
	Equipo 90 % Restante	1	lote	419	1	I-III			294	520	580	600	600						
5-III	Red de Dist. Primer 10% m	1136	m	34	—	I-V					30								31-V
5-9	Conducción, Obra Civil	2664	m	83	2705	I-III			22	72	35	83	70						31-VI
	Potabilización, Instalación																		
	de Equipo	1	lote	32	—	—													
11-12	Red de Dist. 90% Restante	11352	m.	309	3408	I-VI						101	141						
11-13	Tomas Dom. y Medidores	329	Pza	81	—	—													
6-10	Pruebas y Arreglos Finales	1	lote	—	—	—													
20-20	Entrega de las Obras	1	lote	—	—	—													
	TOTALES	—	—	1313	—	I-II	120	287	579	679	770	947							

OBSERVACIONES

No se han recibido equipos de bombeo y s[illegible]
[illegible] proyecto de [illegible] de Proyectos [illegible]
[illegible] suministro [illegible] se [illegible]
[illegible] retrasado, [illegible] [illegible]
[illegible] las obras [illegible] de la red [illegible]
[illegible] hasta [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] de la [illegible] [illegible] de los [illegible]
La [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible]
[illegible] [illegible]

ILUSTRADO

REVISÓ: _____

DEPTO DE S Y C DE C

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE [illegible]

VILLA UNIÓN, MTN. COAH. AGUA POTABLE
CONTROL MENSUAL, EJECUCIÓN DE OBRA Y
EJERCICIO DEL PRESUPUESTO

Contiene:
[illegible]

Terminado en obra: [illegible] Recibido en Oficina: [illegible]

Mexico, D.F. [illegible]

Todas las cifras [illegible] en miles de pesos M.N.

CAPITULO VII

CONTROL DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

EL SISTEMA "OBRA"

El control de los costos de construcción es parte integral del control general de la obra, por lo cual analizaremos ésta desde el punto de vista de sistemas.

Los componentes del sistema "obra", que se ilustra en la figura No. 16, son: el conjunto de equipos de construcción que operan coordinadamente de acuerdo con un programa y que denominaremos la "planta"; los grupos de operarios, operadores de equipo y trabajadores que realizan las labores de construcción y las auxiliares necesarias; y la gerencia de la obra que planea, dirige y controla las operaciones. Los insumos consisten en materiales, equipo, personal, energía e información. El producto del sistema es la obra ejecutada, que avanza de acuerdo con el proyecto.

Este esquema sistémico no es muy diferente del de una fábrica; la principal diferencia estriba en que el producto de la construcción es único, y la planta se proyecta e instala en función de las características de la obra. El ambiente incluye, como parte muy importante, al cliente del sistema, es decir, el dueño de la obra, según se muestra en la figura 16. El cliente impone restricciones sobre el producto, mientras que otros factores del ambiente imponen restricciones principalmente a los insumos.

CAPITULO VI

CONTROL DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

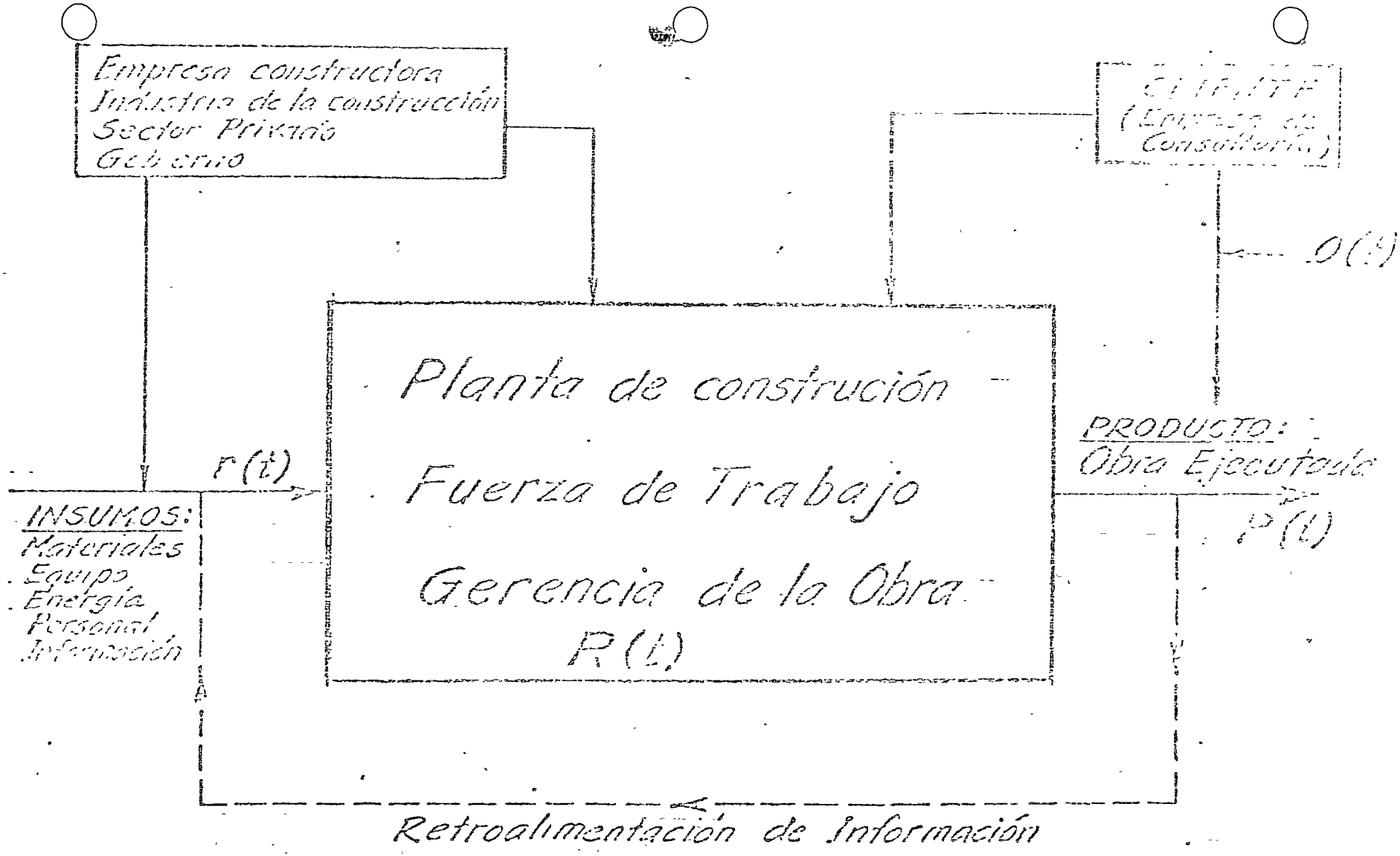

Empresa constructora
Industria de la construcción
Sector Privado
Gobierno
CLIENTE
(Empresa de Consultoría)
O(t)
Planta de construción
Fuerza de Trabajo
Gerencia de la Obra
R(t)
r(t)
INSUMOS:
Materiales
. Equipo
. Energía
Personal
Información
PRODUCTO:
Obra Ejecutada
P(t)
Retroalimentación de Información

Fig No. 16

Se ha dicho que los sistemas tienen un carácter eminentemente dinámico. En el sistema "obra" es especialmente importante este carácter. Tanto la "planta" como la fuerza de trabajo son esencialmente variables, de acuerdo con las diferentes etapas de construcción. Esta variabilidad de los recursos es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la gerencia de una obra, y que exige un gran esfuerzo de programación y control. El flujo de productos, que se van acumulando para integrar la obra, debe ajustarse a las exigencias del programa convenido con el cliente. Los objetivos también pueden cambiar cuando se pactan con el cliente cambios en el proyecto o en el programa. En el sistema "Obra" es típica la inversión de las corrientes de recursos: la obra empieza en cero recursos y termina necesariamente en cero recursos, después de alcanzar un máximo en alguna etapa intermedia.

Desde el punto de vista empresarial, es conveniente considerar los recursos humanos que componen el sistema "obra", distinguiéndolos de los recursos físicos y de otra índole, para enfatizar la importancia de los primeros. Se puede así visualizar la obra en los siguientes términos:

a). - Un grupo de miembros que poseen diferentes tipos y grados de competencia y habilidad; diferentes valores, metas personales y compromisos; y diferentes grados de contacto impersonal, cooperación o influencia.

b). - Dichos miembros disponen en forma inmediata, o potencialmente, de un conjunto de recursos: capital, instalaciones y posición en la empresa y en la industria.

c). - Los miembros que operan sobre los recursos dentro de un ambiente que provee oportunidades a la gerencia de la obra para proporcionar al cliente el servicio pactado en condiciones favorables, y que impone ciertas exigencias sobre la efectividad del sistema.

Nótese que, dentro de las muchas oportunidades que provee el ambiente, los recursos de la empresa determinan las posibilidades de ésta, pero sólo la voluntad del grupo humano determina lo que la empresa hace en la realidad.

LOS OBJETIVOS Y TAREAS DEL SISTEMA "OBRA".

Puesto que la estructura y acción de un sistema dependen fundamentalmente de los objetivos de éste, la ingeniería de sistemas pone énfasis especial en la definición clara y precisa de los mismos. La fijación de objetivos involucra dos aspectos diferentes: 1o) una definición formal del sistema físico deseado, incluyendo una lista de los insumos y productos deseados, de las condiciones limitantes y de las necesidades que se desea satisfacer; y 2o) el establecimiento de un sistema de valores que permita juzgar los méritos de los sistemas físicos alternativos y optimizarlos. Ambos aspectos son inseparables y deben

desarrollarse simultáneamente durante todo el proceso de síntesis y análisis del sistema, ya que los fines (sistemas de valores) pueden cambiar cuando se trata de seleccionar los medios (sistemas físicos) y recíprocamente.

Los objetivos del sistema "obra", en su aspecto físico, están condicionados por el proyecto, las especificaciones y demás estipulaciones del contrato celebrado entre cliente y contratista. Las diferentes alternativas de equipos, grado de mecanización, sistemas de compras, intercambios tiempo-costo, grado de descentralización, deben evaluarse en función de los valores que sostiene la empresa constructora. Las políticas de la obra tienen que subordinarse a las políticas de la empresa.

En todo sistema se realizan uno o más procesos de insumo-conversión-salida. Dichos procesos son el resultado de la acción de los recursos (hombres y máquinas) que integran el sistema sobre el flujo intra-sistémico de materiales, energía e información. Estos procesos constituyen "sistemas de actividades"; cuando éstos se consideran conjuntamente con los recursos que ejecutan las actividades, se denominan "sistemas de tareas". Todo sistema tiene una "tarea primaria" que determina el proceso dominante de insumo-conversión-salida. La tarea primaria del sistema "obra" es la construcción de ésta, de acuerdo con el proyecto y el contrato pactado, y con el máximo beneficio a la empresa constructora. Todos los procesos intrasistémicos deben

contribuir en forma equilibrada y ordenada a la realización de la tarea primaria.

Los sistemas de tareas constituyen sub-sistemas del sistema total. Para que puedan considerarse como sistemas, cada uno de ellos debe estar constituído por tareas interdependientes en mayor o menor grado, gozar de cierta autonomía respecto a otros subsistemas y tener fronteras definidas, caracterizadas por discontinuidades, que lo separen de los demás subsistemas. La función de organizar consiste fundamentalmente en determinar las fronteras de los subsistemas relevantes de la organización, de tal manera que se satisfagan las condiciones antes señaladas.

Los sistemas de tareas son de tres tipos, que corresponden respectivamente a las actividades operativas, de mantenimiento o apoyo y de regulación y control. Las actividades operativas son aquéllas que contribuyen directamente a la tarea primaria de la organización. Las actividades de mantenimiento o apoyo son las que proveen y mantienen los recursos que realizan las actividades operativas. Incluyen por lo tanto, no solamente la adquisición y conservación de maquinaria y equipo de todas clases, sino también el reclutamiento, inducción entrenamiento y motivación de los trabajadores y empleados de la empresa. Las actividades de regulación y control son las que gobiernan las relaciones entre las actividades operativas, entre éstas y las de mantenimiento y

entre el conjunto de las actividades internas del sistema y las del ambiente.

En una obra, las principales actividades serían las siguientes, que se ilustran en la Fig. No. 17:

I.- Actividades Operativas (Construcción)

a).-Proyecto de la planta, en función del programa de obra.
b).- Proyecto y control de los espacios destinados a operaciones, almacenamientos e instalaciones temporales, de acuerdo con el programa de obra.
c).- Instalación de la planta, incluyendo adquisición de equipo.
d).-Operación de la planta, buscando su aprovechamiento óptimo. Incluye la operación de talleres de pre-fabricación.
e).- Asignación del personal a las diferentes fases de la obra, dirección de las operaciones, y control del tiempo laborado y de la productividad de la mano de obra.
f).- Coordinación del trabajo de los subcontratistas y vigilancia del cumplimiento de los contratos respectivos.
g).- Control del uso y manejo de los materiales y equipos que integran la obra, así como de los materiales de consumo.

II.- Actividades de Mantenimiento o Apoyo.

a).- Adquisición de materiales y equipo, incluyendo solicitudes de cotización, trámites de compra, recepción y control de almacen.
b).- Abastecimiento de energía eléctrica, combustibles, agua y otros servicios que se requieran en la obra, incluyendo los sistemas de distribución y medición.
c).-Mantenimiento de la planta (equipo de construcción), tanto en el campo como en los talleres de mantenimiento.
d).-Servicios de personal: selección, contratación, inducción, entrenamiento, aplicación del contrato de trabajo y relaciones con el sindicato.
e).- Servicios administrativos, incluyendo servicios secretariales, comunicaciones, contabilidad, pagaduría y vigilancia.

EL SISTEMA "OBRA"

RESTRICCIONES IMPUESTAS POR EL AMBIENTE:
Leyes y Reglamentos
Normas Sindicales
Disponibilidad de Recursos
Disponibilidad de Técnicas
Políticas de la empresa.
Influencias políticas
Fuerzas económicas
Presiones sociales
Ambiente físico de la Obra

RESTRICCIONES IMPUESTAS POR EL CLIENTE:
Contrato de obra
Proyecto.
Ordenes de cambio

REGULACION Y CONTROL:
Inspección de calidad y de seguridad.
Control de relaciones con el cliente.
Control de relaciones con el Gobierno.
Control de contratos y servicios.
Control de tiempos
Control de costos

CONSTRUCCION:
Proyecto, instalación y operación de la planta
Programación, dirección y control de personal
Coordinación y control de subcontratistas.
Proyecto y control de utilización de espacios
Utilización de materiales.

ACTIVIDADES DE APOYO:
Adquisición de materiales y equipo
Abastecimiento de energía, agua y otros servicios
Mantenimiento de la planta
Contratación de personal y relaciones industriales
Servicios administrativos

INSUMOS:
Materiales
Equipo
Personal
Energía
Información

PRODUCTO:
Obra ejecutada

REALIMENTACION - INFORMACION

Fig. No. 1

III.- Actividades de Regulación y control.

El control intra-sistémico incluye las siguientes actividades:

a).-Inspección y control de calidad de la obra y de los materiales que intervienen en la misma.
b).-Inspección y control de seguridad en la obra.
c).-Programación y control de los tiempos de ejecución, con la participación de los superintendentes de construcción.
d).-Programación y control de los recursos, con la participación de los superintendentes de construcción.
e).-Estimación y control de los costos de la obra.

El control de las relaciones extra-sistémicas incluye:

f).-Control de las relaciones con el cliente: cambio y adiciones al proyecto, estimaciones y cobros, recepción de la obra y liquidación correspondiente.
g).-Control de las relaciones con el Gobierno: obligaciones fiscales y ordenamientos legales, en particular las leyes de seguridad social.
h).-Control de las relaciones con entidades privadas: contratistas de servicios, subcontratistas, financieras, afianzadoras y aseguradoras, mediante la celebración y vigilancia de los contratos respectivos.

Puede apreciarse que la estimación y el control de los costos de construcción quedan ubicados dentro de las actividades de regulación y control del proceso constructivo, a cargo de la gerencia de la obra.

CONCEPTOS SOBRE CONTROL.

Al considerar a la obra en construcción como un sistema dinámico, hemos logrado precisar las acrividades de control que son necesarias para regular el proceso constructivo y orientarlo hacia sus objerivos. Antes de abordar más detenidamente algunos aspectos del con-

trol de costos es conveniente señalar las características más importantes de la función de control.

El control es una de las funciones primordiales que componen el ciclo administrativo. Controlar implica, en general, medir lo logrado en relación con un plan, forma o estándar pre-fijado, y corregir las desviaciones observadas para asegurar la consecución de los objetivos y metas de la empresa.

Debe observarse la íntima relación que existe entre las funciones de planeación y de control, ya que de hecho son inseparables. En efecto, si no existe un plan, no hay forma de evaluar la ejecución, es decir, no hay nada que controlar; y si no existe el control, los planes tienen escaso valor, puesto que no podemos advertir las desviaciones de dichos planes ni podemos asegurar que aquéllos se cumplan. Por ello, muchas técnicas que se presentan como herramientas de planeación deben también considerarse como herramientas de control, y viceversa; tal es el caso de las técnicas de planeación de proyectos a base de redes de actividades como PERT, CPM y otras. Cuando estas técnicas se utilizan únicamente para formular un plan inicial, sin que se aprovechen posteriormente para llevar un control continuo y sistemático del proyecto, pierden casi totalmente su valor.

Hemos visto que el control se visualiza como una retroalimentación que introduce los datos relativos a los resultados o salidas del sis-

tema a los datos de entrada para que el subsistema de regulación y control pueda percibir las desviaciones y ejercer la acción conveniente. Por ejemplo, en un sistema de piloto automático, cualquier desviación del rumbo se percibe a través de instrumentos que hacen actuar a los mecanismos de control, para corregir automáticamente la posición del timón y mantener a la nave en el rumbo prefijado.

Es necesario enfatizar que el control implica corrección de las desviaciones. Hay muchos casos de ejecutivos que piensan que tienen control de las operaciones por el simple hecho de estar informados respecto las mismas, aunque la información que reciben no les permita tomar ninguna acción. En realidad dicha información sólo es útil cuando se recibe oportunamente y está presentada en tal forma que se pueda comparar con un estándar, permitiendo así aplicar las medidas correctivas necesarias.

Lo ideal sería evitar cada una de las posibles desviaciones de los planes mediante una acción previsora adecuada; si ésto no fuera posible, convendría corregir las desviaciones a medida que ocurren; y sólo en última instancia deberían hacerse las correcciones después de ocurridas las desviaciones. En realidad, los proyectos están constituídos por cadenas o redes de actividades, en tal forma que al presentarse una desviación en alguna de ellas, puede preverse el efecto que la misma tendrá sobre las demás y sobre la meta final, lo cual permite a su vez hacer

los ajustes convenientes en las siguientes actividades, para lograr la meta final con la desviación mínima y sin perturbaciones inaceptables del sistema.

Los sistemas de control siempre tienen un determinado "tiempo de respuesta", es decir, un tiempo que media entre el instante que se produce la desviación y el instante en que se aplica la acción correctiva. Lo importante es que este tiempo de respuesta sea suficientemente corto, y la acción suficientemente frecuente para que las correcciones puedan efectuarse sin afectar la meta final y sin que se produzcan desviaciones exageradas e inaceptables. Volviendo al ejemplo del piloto automático, diríamos que el servo-mecanismo de control debe tener un tiempo de respuesta tal, que las desviaciones respecto al rumbo prefijado puedan corregirse sin producir desviaciones o bandazos exagerados y sin poner en peligro el destino de la nave.

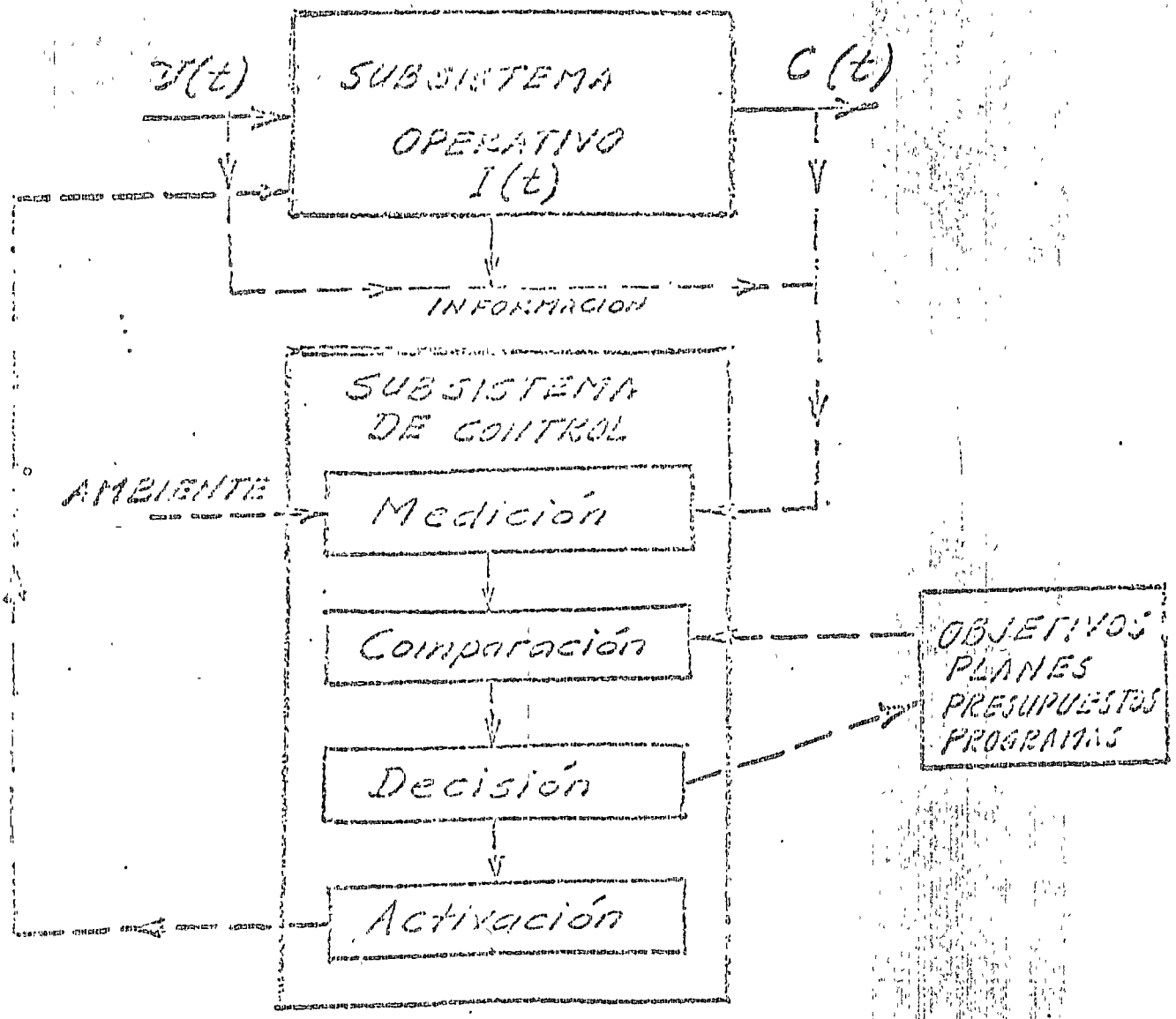
Nótese, por lo tanto, que controlar implica:

1o).- Fijar un plan, norma o estándar.

2o).- Diseñar un sistema de medición de los resultados; y

3o).- Establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los resultados respecto a los planes o estándares.

En la figura 18 se ilustra el ciclo de medición, evaluación, decisión y acción que caracteriza al control, señalando a éste como un subsistema que interacciona con el subsistema operativo.



SISTEMA DE CONTROL

Fig. 18

CONTROL DE LOS COSTOS EN UNA OBRA.

En el caso particular del control de los costos, los estándares están constituídos por estimados de costo, que pueden referirse a la obra completa, a una fase de la misma, a un conjunto de operaciones o a una operación aislada. Hemos visto que los costos constituyen variables aleatorias, que no pueden analizarse y preverse más que en función de los datos aportados por experiencias pasadas. Qué tan buena sea la extrapolación de los datos derivados de dichas experiencias para aplicarlos a la obra por ejecutar, depende fundamentalmente de las correlaciones que puedan establecerse entre los costos observados y los parámetros significativos que afecten el valor de los mismos.

En muchas ocasiones se pone en duda la utilidad de los métodos estadísticos como medio para prever los costos de obras futuras. En realidad, lo que resulta de validez dudosa es la aplicación de promedios ciegos, que no tienen en cuenta las características y circunstancias en que se realizaron las obras respectivas, y que se aplican indiscriminadamente a las obras futuras.

Se dijo anteriormente que controlar implica diseñar un sistema de medición de los resultados. Es esencial que al realizar observaciones de costos en las obras, se busquen las correlaciones ya mencionadas entre dichos costos y los parámetros numéricos que midan fielmente los diversos factores que influyen en los mismos. El establecimiento

de correlaciones estadísticas de esta clase, para las diferentes etapas de un proyecto, constituye un campo fértil y poco explorado de la ingeniería de costos.

De lo anterior puede concluírse que el control de costos y la estimación de costos constituyen un ciclo cerrado, con interacciones mutuas. No puede formularse un estimado de costo aceptable si no se cuenta con datos significativos derivados del 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 razonablemente 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.

La tercera etapa del control de costos, que consiste en establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estimados o presupuestos, puede realizarse en diferentes formas. La empresa contratante de la obra puede modificar las bases del proyecto, hacer cambios de diseño, suprimir partes no indispensables del mismo, o modificar los métodos de contratación, administración y control de los proyectos. La empresa contratista puede mejorar sus sistemas y procedimientos de construcción, cambiar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de las actividades, o modificar los sistemas de dirección de la empresa, incluyendo una mejor selección y entrenamiento de personal, mejores procedimientos administrativos y mejores sistemas de información y control.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar una obra se ha basado en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de éstos generalmente revela prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna reevaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costos, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

Los textos de administración señalan diversas exigencias para que un sistema de control opere adecuadamente. Se analizará cada una de ellas con referencia especial al control de los costos.

1.- Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. El sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas e instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los costos de producción en serie. Por lo tanto, los catálogos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de obras.

2.- Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones. Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta exageradamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y reportar únicamente transacciones completamente terminadas y debidamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es lento y un tanto inflexible. El control de los costos requiere el establecimiento de un sistema de información más ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida. Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementación entre ellos.

3.- Los controles deben mirar hacia adelante. A este respecto debe también señalarse que los sistemas contables están generalmente orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.

4.- Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos. Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquéllos en que lo logrado se aparta de las normas ó planes establecidos. Los sistemas de programación por ruta crítica, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta pre-fijada, facilitan la identificación de los puntos estratégicos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis

de las secuencias de operaciones por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuando el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares prefijados.

5.- Los controles deben ser objetivos. Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.

6.- Los controles deben ser flexibles. Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben poder adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se pretende darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios impuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse consecuentemente actualizados para que siempre señalen en forma realista las metas alcanzables.

7.- Los controles deben reflejar el modelo de organización. En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control provean a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así por ejemplo, el reporte que reciba el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que reciba el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y menos general que el que se dé al gerente de la empresa constructora.

8.- Los controles deben ser económicos. Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Dar mayor número de datos no significa necesariamente mejorar la información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso

de información provoca incertidumbre, indecisión e incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto, hay que establecer un equilibrio adecuado entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones que le competen.

9.- Los controles deben ser comprensibles. Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en forma inmediatamente utilizable. Resultan de poca utilidad los datos de costos que el ejecutivo deba todavía procesar y analizar para que adquieran significado.

10.- Los controles deben indicar una acción correctiva. Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe control. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que puedan adoptarse para corregirlas.

RELACIONES DEL CONTROL DE COSTOS CON LA CONTABILIDAD.

Anteriormente se hizo referencia a las limitaciones que los sistemas de contabilidad tradicionales presentan como sistemas de control de costos. Para evitar la duplicidad de sistemas, muchas empresas progresistas han hecho esfuerzos en los últimos años para modernizar sus sistemas contables e integrarlos a un sistema general de información, diseñado para servir de base a las decisiones de los ejecutivos. He aquí algunos de los conceptos expresados por un autor a este respecto: "... La contabilidad se ha convertido a través de los años en un sistema integrado de información. Los datos (generados por los centros de trabajo) son de uso múltiple en contabilidad, admi-

nistración e ingeniería, y deben por lo tanto, formar parte de un sistema que provea el flujo ordenado y la utilización de la información... Mucha de la información requerida por la gerencia y por los técnicos para la operación de la empresa está disponible en alguno de los registros contables.

El problema consiste en hallar formas de hacer llegar esa información a los ejecutivos, lista para su uso y a tiempo de ser utilizada... Con el doble propósito de acelerar el flujo de información y de reducir el costo de obtenerla, se ha encontrado ventajoso mecanizar el sistema contable... Las computadoras han absorbido las tareas rutinarias de procesamiento y comunicación de los datos contables. En cada nueva planta la computadora realiza, además, el control rutinario del proceso, y al mismo tiempo genera datos de control e información gerencial que introduce al sistema".

Otro autor asegura que "el mayor servicio que los contadores pueden brindar al futuro de su profesión es prescindir de considerarse exclusivamente como contadores y asumir en cambio el papel de técnicos en información". Por último, el Secretario del Instituto Mexicano de Contadores Públicos declaró en una ocasión: "Hace 10 ó 15 años, un contador era apenas un empleado más en la compañía. Ahora se le considera un elemento necesario dentro del personal ejecutivo. La dificultad esta en lograr que nuestros contadores avancen al mismo ritmo que está marchando el desarrollo de los negocios en México".

La integración del sistema de control de costos y del sistema contable en un sistema de información total y unificado en el que se aprovechen las ventajas del procesamiento electrónico de datos, ofrece grandes posibilidades de economías para la empresa moderna. Para aprovechar más íntegramente los datos que aportan estos sistemas, es necesario desarrollar nuevas técnicas de ingeniería de costos que conduzcan a mejores estimados, presupuestos más realistas y evaluaciones económicas más significativas.

CUT/elz

Oct. 17/73

CAPITULO VII

CONTROL DE OBRAS POR CPM

CAPITULO VII

CONTROL DE OBRAS POR CPM

EL CPM COMO SISTEMA DE CONTROL

Es frecuente considerar al CPM (Método de la ruta crítica) como un método de programación, más que como un sistema de control. Su aplicación se ha orientado en la mayor parte de los casos a la programación de tiempos de ejecución únicamente, desaprovechando así su gran potencial como herramienta de programación y control general de la obra. En realidad el CPM es un sistema procesador de información, con varios niveles de aplicación, que puede usarse para producir la información necesaria para la mayoría de las decisiones gerenciales, tanto en la empresa constructora como por parte del dueño de la obra.

Las decisiones de la empresa constructora comprenden tres niveles: 1) Objetivos y metas a largo plazo; 2) Obras en ejecución; y 3) Contratación de nuevas obras. El primer nivel se refiere a las decisiones estratégicas de la empresa, que definen el lugar que ésta desea ocupar en la industria, el tipo de obras en que desea competir, la capacidad de ejecución, etc. El segundo nivel de decisiones se refiere a la operación de la empresa en su conjunto, la fijación de metas a corto plazo y el control de las obras para asegurar la consecusión de los objetivos acordados. El tercer nivel comprende las decisiones de participar en concursos, la elaboración de propuestas y el control de cada obra en especial. En cada uno

de estos niveles de decisiones el sistema CPM proporciona información relevante a la gerencia de la empresa.

En cuanto al contratante o dueño de la obra, sus decisiones pueden referirse a los siguientes niveles:

1o).- Planeación y programación de conjuntos de obras y de los recursos necesarios para proyectarlas, construírlas y ponerlas en operación.

2o).- Planeación y programación más detallada de cada obra; evaluación de las propuestas recibidas y adjudicación.

3o).- Control de la ejecución, en relación con lo estipulado en el contrato y el programa de construcción convenido; cambios al programa, imposición de penas, evaluación de trabajos extraordinarios, etc.

En todos estos niveles de decisión el CPM sirve como herramienta valiosa de información gerencial.

PROGRAMACION DE TIEMPOS Y DE RECURSOS.

La figura 19 ilustra el papel central que puede desempeñar el CPM en el control de una obra. Con base en los requisitos del proyecto puede elaborarse un plan general de construcción de la obra. El siguiente paso sería la construcción del modelo CPM, comprendiendo la definición de actividades a desarrollar, las relaciones secuenciales entre ellas, las decisiones respecto a recursos básicos a utilizar y la estimación

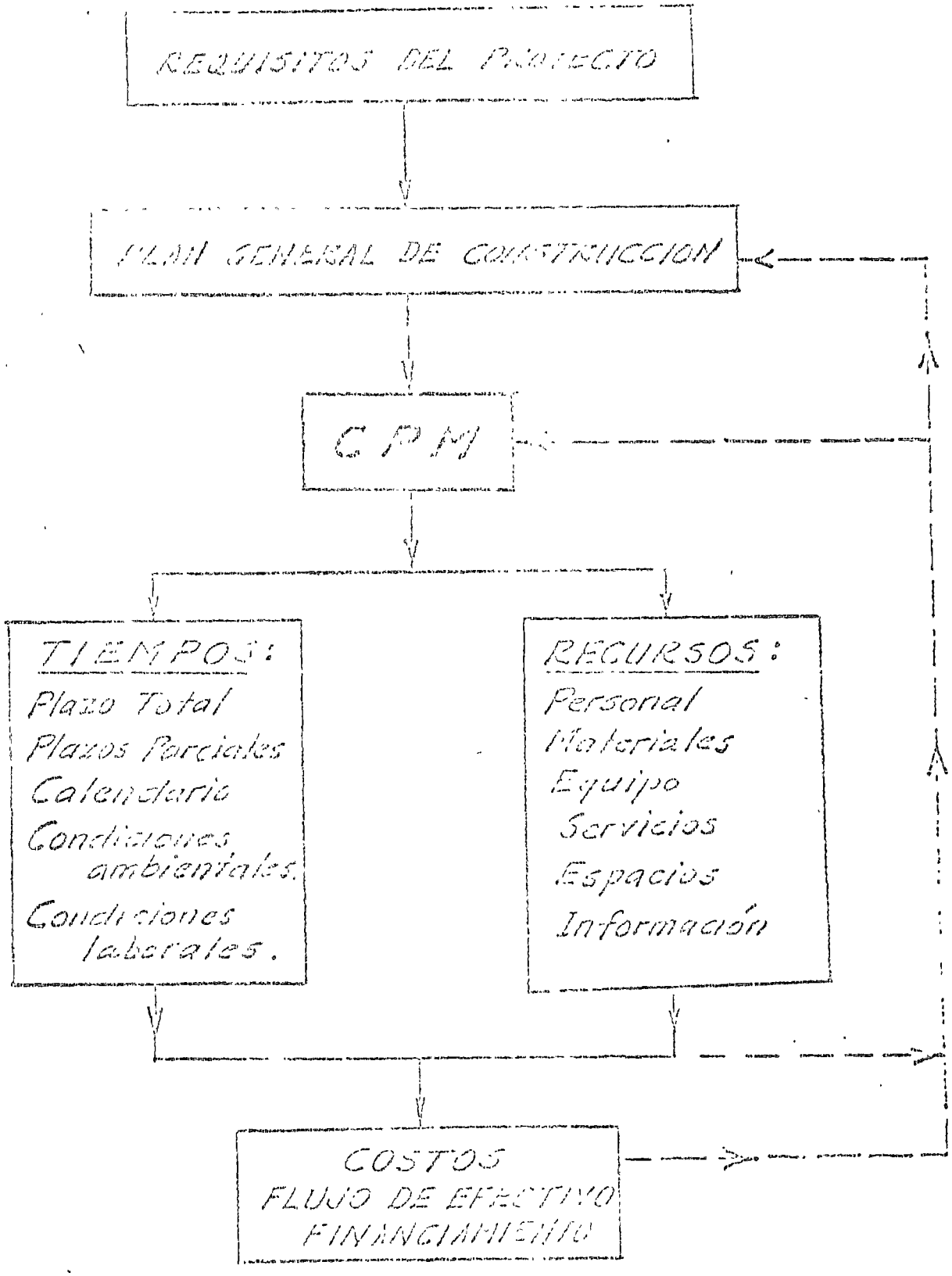


Fig. 19 - CONTROL DE LA OBRA POR CPM.

del tiempo de ejecución de cada actividad. A partir de este punto se debe llevar paralelamente la programación de tiempos y la de recursos.

La programación de tiempos comprende:

a).- el cálculo del plazo total de construcción y la determinación de las actividades críticas.

b).- la determinación de plazos parciales correspondientes a fases de obra significativas y la fijación de puntos de control,

c).- la conversión del programa a fechas de calendario, tomando en cuenta una fecha de iniciación fija y los días de descanso reglamentarios.

d).- la revisión del programa en relación con las fechas en que se realizará cada operación, tomando en cuenta factores tales como condiciones climatéricas probables y eventos económicos, sociales o políticos previsibles.

e).- la revisión del programa calendarizado en relación con las condiciones laborables previsibles: revisión de contratos colectivos y cambios de salarios mínimos, equipos de protección y seguridad que serán necesarios en la obra, etc.

La programación de recursos comprende:

a).- La determinación del personal de cada especialidad requerido en cada una de las actividades y del personal total requerido en cada día de calendario; observación de los máximos y mínimos y de las fluctuaciones.

b).- Consumos de materiales por períodos, fechas obligadas de entrega de equipos y programación de compras y de inventarios, de acuerdo con las condiciones del mercado.

c).- Requerimientos de equipo; fechas de disponibilidad en la obra y períodos de uso; fluctuaciones en la cantidad de unidades en la obra.

d).- Programas de subcontratación; programación de servicios tales como agua, energía eléctrica y transportes.

e).- Programa de utilización de espacios para operación de la maquinaria, almacenamiento de materiales, talleres de fabricación y mantenimiento, oficinas, servicios, habitación y otros. A veces, los espacios disponibles son críticos para la planeación de las operaciones.

f).- Programa de recepción de proyectos, de datos de instalación de maquinaria, planos de proveedores y demás información necesaria para la ejecución de la obra.

Claramente, la programación de tiempos y la de recursos son dos procesos inter-dependientes que no pueden llevarse a cabo en forma separada. Por ello, se requieren numerosos ajustes antes de llegar a un programa congruente y satisfactorio. Las líneas punteadas de la figura 19 representan los ciclos de retroalimentación y revisión que son necesarios.

PROGRAMACION ECONOMICA DE LA OBRA.

Como resultado de la programación de tiempos y de recursos, puede evaluarse el costo de la obra. El costo directo de cada actividad puede estimarse en función de las unidades de obra por ejecutar:

$$C = \sum (\text{unidades de obra}) \times (\text{costo unitario})$$

o bien en función de los recursos insumidos:

$$C = \sum \text{(cantidad de c/ recurso)} \times \text{(costo por u. del recurso)}$$

Este último procedimiento es el más recomendable, cuando se dispone de estadísticas de consumo de recursos por unidad de obra, es decir, de rendimientos de mano de obra, equipo y materiales. Estos rendimientos son menos variables que los costos unitarios, puesto que están menos sujetos que éstos a factores exógenos de variación.

Los costos indirectos pueden calcularse en función de los tiempos de construcción y los costos por unidad de tiempo de los recursos fijos que requiere la obra; dichos costos deben sumarse a los directos para obtener el costo total de la obra.

La estimación de costos por recursos permite una congruencia absoluta del programa con el estimado. Nótese que tanto el CPM como la estimación de costos son procesos de división y agregación; la compatibilidad entre ambos se logra a través de un catálogo de cuentas orientado a "actividades" y no sólo a recursos (cuadrillas o especialidades de la mano de obra). En este sentido, el modelo matricial de costos que se describió en el Capítulo III puede servir de base para un catálogo de cuentas idóneo. Este mismo catálogo servirá para el control de los costos a través del CPM.

Cuando se relaciona el consumo de recursos en cada período (día, semana, mes) con el costo unitario de dichos recursos se obtiene el flujo de egresos en efectivo ligado al programa de ejecución. Para ello deben tomarse en cuenta los programas de adquisición y las condiciones

de crédito pactadas o esperadas. Si además se calculan los pagos, por parte del cliente, de los trabajos ejecutados en cada período, de acuerdo con lo que estipula el contrato, se obtiene el flujo de ingresos en efectivo. La suma algebraica de ambos flujos (ingresos y egresos) constituye el flujo de efectivo que sirve de base para la planeación financiera de la obra.

SISTEMA CPM HOMBRE-MAQUINA.

La elaboración de un programa integrado de tiempos, recursos, costos y flujo de efectivo, que satisfaga los objetivos de la empresa y se ajuste a las restricciones impuestas por el cliente y por el ambiente de la obra, constituye un proceso iterativo y, por lo tanto, requiere de varios ciclos de ajustes y cálculos. Las líneas interrumpidas de la figura 19 representan los ciclos de retroalimentación de nuevos datos, requisitos o hipótesis y el reprocesamiento correspondiente. El número de operaciones rutinarias que es necesario ejecutar en cada ciclo es es por lo general muy grande, por lo cual resulta indispensable el uso de la computadora.

Puede apreciarse además que el CPM, concebido como un sistema integrado, requiere una interacción rápida y directa entre el programador y la computadora, operando en línea a través de una consola terminal. De esta manera el programador puede formular hipótesis y probarlas por medio de la computadora para apreciar sus efectos sobre el

programa. Hombre y máquina forman así un sistema operando en modo conversacional. Desde luego, no sería económico "acaparar" la computadora para un solo problema, ya que la operación del hombre es muy lenta comparada con la de la máquina y ésta permanecería ociosa una gran parte del tiempo empleado para la resolución del problema. Se requiere por consiguiente la operación de la computadora en tiempo compartido.

La poca aplicación que hasta la fecha ha tenido el CPM como sistema de control integrado se debe mas que nada a las siguientes dificultades operativas:

1o). - Se ha usado generalmente el procesamiento "en baches" y no "en línea". Ello rompe la relación directa entre el que toma las decisiones y el instrumento (computadora) de que éste se vale para tomarlas. La retroalimentación para control se vuelve lenta y rígida.

2o). - Se han desarrollado alrededor del CPM algoritmos independientes, y a menudo conflictivos, para asignación o nivelación de recursos intercambios tiempo-costo, minimización de costos, etc. Estos algoritmos de computación están basado en hipótesis simplificatorias y reglas rígidas que no siempre reflejan la realidad compleja de una obra especifica. Se pierden así los beneficios potenciales del juicio, la experiencia y la intución del hombre. La tendencia actual es hacia el desarrollo de programas heurísticos que permitan la contribución del hombre en los procesos lógicos de decisión.

CONTROL DE LA EJECUCION.

Durante la ejecución de la obra y a medida que ésta avanza, pueden irse introduciendo en el "sistema CPM hombre maquina" los datos reales de tiempos, recursos y costos, y reprocesando esta información para evaluar los efectos de las desviaciones respecto al plan original. Como en la etapa de programación, se podrán ensayar diferentes medidas correctivas, a fin de incorporar al programa las más convenientes. Se logra de esta manera un sistema de control que satisface todos los requisitos señalados en el capítulo precedente.

El sistema debe ser capaz de producir informes a diferentes niveles de detalle, para uso de los correspondientes niveles gerenciales, en sus respectivas áreas de responsabilidad. El sistema de control de una obra en particular puede integrarse a los de otras obras, quedando así ligada la contabilidad general de la empresa al sistema CPM. La figura 20 ilustra este proceso de integración de información por CPM a los diferentes niveles de decisión en una empresa constructora. Nótese que el sistema es capaz de ir formando una biblioteca de costos históricos, que sirva de base para estimados de obras futuras. Igualmente es capaz de formar una biblioteca de sub-redes CPM, típicas de operaciones repetitivas, que permitan simplificar la programación de obras nuevas.

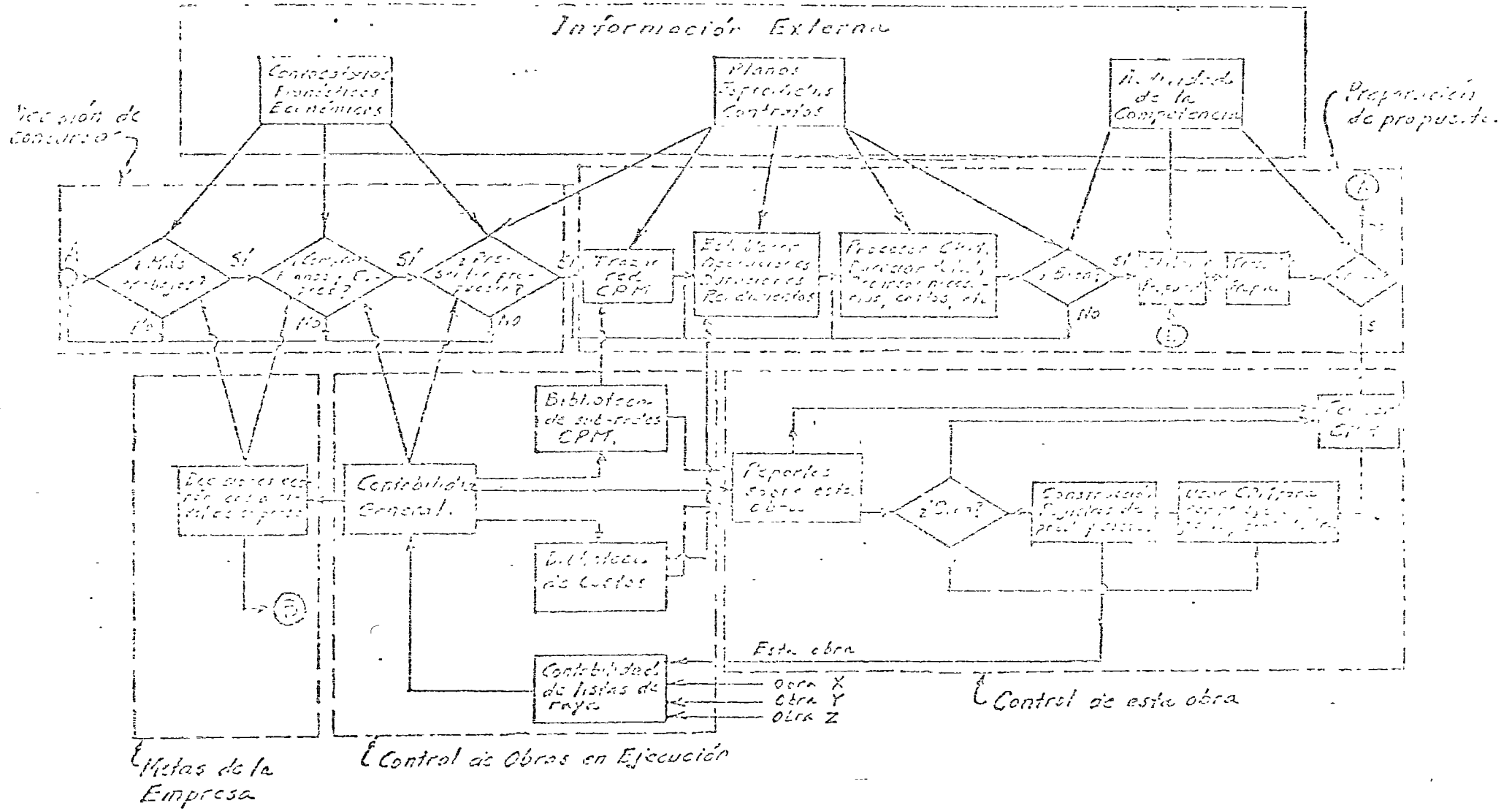


FIG. 20 - FLUJO DE INFORMACION Y DECISIONES EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

CONCLUSIONES.

Un sistema CPM como el descrito es capaz de integrar en forma lógica y congruente las siguientes actividades:

1).- Programa calendarizado de tiempos de ejecución.

2).- Programación del uso de recursos, incluyendo:

2.1.- Programa de contratación de personal.
2.2.- Programa de compra de materiales.
2.3.- Programa de utilización de equipo de construcción.

3).- Estimado de costos por computadora, ligado en forma lógica al programa de construcción.

4).- Flujo de efectivo de la obra y programa financiero.

5).- Control ejecutivo de cada uno de los cuatro factores anteriores: tiempos, recursos, costos y efectivo.

6).- Formulación de listas de raya.

7).- Contabilidad general y sistema de información gerencial de la empresa.

8).- Estadística de costos uso y, rendimiento de recursos, etc.

Desde el punto de vista del dueño de la obra o dependencia contratante, estos sistemas tienen gran interés, aunque en un menor nivel de detalle, para la programación y el control presupuestal de inversiones, la selección de concursantes, la elaboración de bases para cada concurso, el análisis de las propuestas de los contratistas, el control de las obras y la resolución de solicitudes y reclamaciones de los contratistas en cuanto a plazos, precios y ejecución de trabajos extraordinarios. En el artículo que se anexa como apéndice de este capítulo ("MDC Creates

a discipline for Construction Management") se describe la aplicación de un sistema integrado de control por CPM, por parte de las autoridades de la ciudad de Nueva York. Se anexa también el Apéndice No. 1 del Instructivo de Control de obras de la Secretaría de Recursos Hidráulicos relativo al "Programa y Control Mensual de Avance de Obras y de Ejercicio del Presupuesto."

MDC creates a discipline for construction management

Seven years ago, New York City administrators watched helplessly as the sheer size and complexity of the city's mushrooming multimillion-dollar capital construction program dragged projects into a mire of red tape, uncoordinated planning, poor scheduling and escalating costs.

To get things unsnarled, the city turned to a then fledgling professional management consulting firm, now called MDC Systems Corp., Cherry Hill, N.J., a subsidiary of American Stock Exchange-listed MDC Corp.

MDC is now working as a consultant to Turner Construction Co., New York City, to develop and implement a management information control system for the General Services Administration's (GSA) $100-million systems-oriented Social Security Administration Program Centers project. And last year it began to develop a massive facilities management system to schedule and control the U.S. Postal Service's multibillion-dollar construction program.

All these efforts have a common objective: to give decision-makers total visibility over the planning and construction of building programs and projects within them. This was a capability that was conspicuously absent in New York City municipal government in 1966.

Removing bottlenecks. When we came aboard in 1967, recalls MDC's president, Thomas J. Driscoll, the city was burdened with a mammoth backlog of projects for which funds had been appropriated but which would have taken more than 10 years to convert to brick and mortar at the 1966 rate of starts. (The city was then spending at an annual rate of $100 million for new construction even though $300 million had been budgeted.) Symptomatic of the problem, claims Driscoll, was the huge time gap between site selection and project award. For many projects it was five years, but for projects as uncomplicated as fire and police stations, and libraries it was four. And on larger projects, subcontractor disputes alone were causing delays of up to a year in construction.

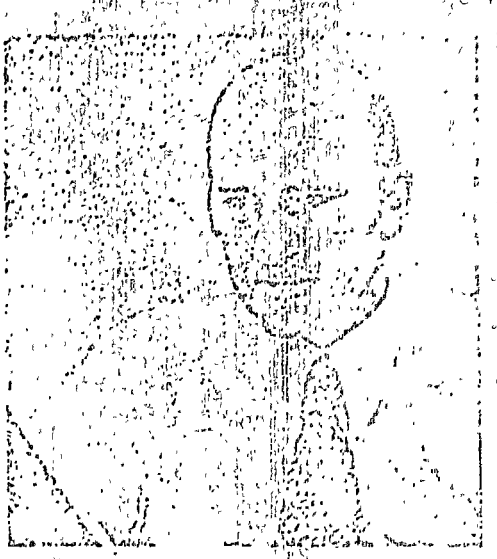
Many of the problems, says Driscoll, could be traced to bottlenecks in administrative functions relating to design review and approval activities in the preconstruction phase.

"Some people with these responsibilities hadn't the foggiest idea of where to turn next in terms of priorities," says Driscoll. "There was an almost complete absence of written policies and procedures that could define priorities in terms of individual projects, between similar projects, or among various types of projects. There also was a lack of coordination between design review functions, which might involve several disciplines, and action by up to a dozen regulatory agencies needed to keep a single project moving."

After convincing agency officials that a reform of preconstruction activities would mean getting projects to construction sooner, and huge savings in terms of cost escalation, MDC recommended several changes in site selection, acquisition, design review and bidding procedures. These were adopted by agencies.

Computerized CPM. And working with city administrators, MDC developed and implemented computerized CPM and management information systems through which various levels of agency management could compare scheduling goals with current progress, pinpoint potential problem areas, and determine the amount of resources needed, by function, by individual project and by department so that personnel could be shifted to where they were needed most (see chart, below).

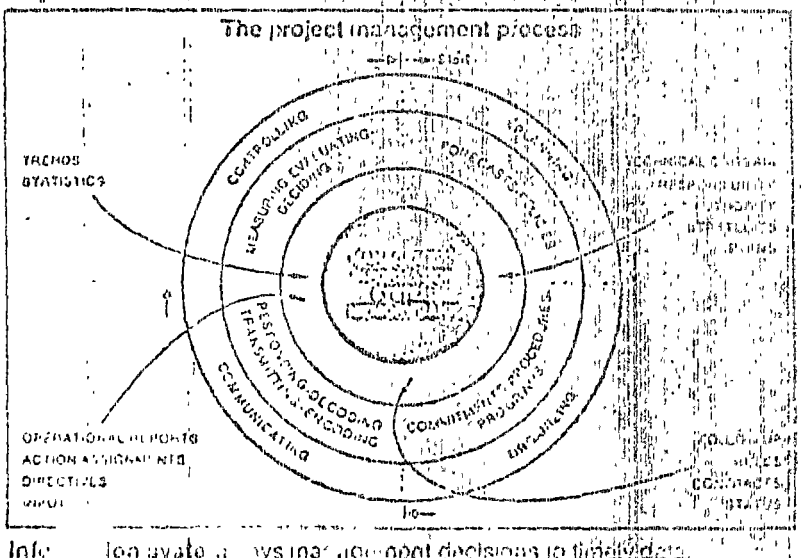
A year later, in 1968, the city-wide project management information system was monitoring the status of more than 1,200 major construction projects.



Driscoll replaces confusion with control.

Designtime for many projects had been cut in half and the value of new construction starts had more than doubled. Later, Mayor John V. Lindsay (D), defending the use of outside consultants, claimed the system had saved the city "hundreds of millions of dollars in cost escalation alone." Constantly refined and updated since, the system, now monitored by building agency officials, rides herd on the bulk of projects that make up the city's fiscal 1973 $6-billion program, including new starts that are expected to climb over the $1-billion mark for the first time.

A mixed bag. Like New York City, several federal and municipal agencies and private owners have since turned to MDC Systems to engineer management information and administrative systems that can monitor all or separate aspects of planning, design and construction. Drawing on a 70-man staff which includes architects, engineers, systems analysts, computer programmers, cost accountants and CPM technicians, MDC has provided on-site management ser-



Information system ... management decisions to timely data.

...projects worth over $600 million, with CPM scheduling for clients to 30 buildings under construction.

But whether it's organizing the vast administrative machinery of a city's capital building program or providing a computerized cost control system for a single project, MDC's objective, says Driscoll, is the same: to give management the tools it needs to effectively manage and control the interdependent elements of planning, design and construction. "Our approach," he explains, "is to get at the root of new problem areas, where no textbook solutions exist, and then provide innovative concepts and the appropriate mix of management skills and techniques that leads to a workable solution."

Seasoned talent. In command of MDC Systems is a nucleus of seasoned engineering, construction and systems talent, some of whom were previously involved in this country's initial efforts to develop a space program in the early 1960s and now hold key positions in the organization.

Driscoll himself is a former construction engineer and area superintendent for Catalytic, Inc., of Philadelphia, a major design-construction firm, and later, with the organizational forerunner of MDC, acted as project manager of a field group charged with developing an information system for scheduling the construction of the Apollo Launch Complex 39 at Cape Kennedy. On this two-year assignment, Driscoll's team prepared specifications for the contractor scheduling requirements, coordination of contractors, change order and claim procedures, top management briefings and training of government personnel in construction management systems. When MDC Systems, formerly a management services arm of Philadelphia-based Meridian Engineering, was acquired by MDC Corp. in 1968, Driscoll continued as a consultant to New York City.

MDC's vice president of engineering and construction services, John Orr, worked 14 years managing the design, engineering and construction of aerospace research and development facilities for New York City-based General Electric Co.'s space division. Still another officer, vice president and chief engineer Joseph Rizzo, before joining MDC, designed and supervised installation of support structures for a moon-landing simulator for the National Aeronautics and Space Administration.

What this alliance has produced, says Driscoll, is a blend of systems expertise, management know-how and practical



"Problems need new answers."

construction experience that can maximize the benefits of project and construction management. "We've been in all aspects of the woodwork and our overriding strength comes from operating and implementing our systems within a brick and mortar context. Many of our software system competitors have a huge stable of technical writers that can turn out an impressive array of computer programming, but we gear our systems to the user, not the computer, and by incorporating construction industry know how, can produce more effective results."

Flexible application. The project and management information systems that MDC uses derive from techniques long used by the aerospace industry to plan, schedule and control projects. Basically they are computerized, modular, network-based systems that can be geared to total program management, multi-project scheduling or to individual projects. Essentially its purpose is threefold: the effective use by management of time, cost and manpower. The entire system, therefore, is divided into three subsystems, one containing progress relative to proposed schedules, another comparing budget and actual cost information and the third, providing information that relates manpower needs to time and cost developments.

This interlocking network of computer subsystems is geared to giving the client a:

- Continuous and accurate projection of physical and financial requirements.
- Clear picture of the total program and progress on a project-by-project basis.
- Review of all projects on a "by-exception" basis that zeroes in on projects or phases of projects that face potential operating or fiscal problems requiring management decisions.

Toughest assignments in progress. While MDC has developed construction management information systems for a variety of clients, including utilities, airports, colleges and hospitals, some of its most ambitious projects have come from federal agencies such as the Veterans Administration (VA), the GSA and the country's largest real estate firm, the U.S. Postal Service (USPS).

Two years ago the VA, one of the biggest builders of medical and hospital facilities in the world and operating 166 hospital complexes across the country, hired MDC to develop a nationwide information control system for its hospital construction program. Now operational, the system monitors and coordinates all VA central office and field construction activities, from the determination of facility needs, through design and construction, to the occupancy date. The VA is currently considering supplementing its basic scheduling system with resource planning procedures.

Working in association with Turner Construction Co., the construction manager for GSA's Social Security Administration Program Centers systems project, MDC has prepared CPM logic networks for a master plan of the three buildings in Philadelphia, Chicago and San Francisco as well as for each individual project. One of the biggest challenges on this pioneering systems project, Driscoll claims, will be to identify, coordinate and control the interfacing of out-of-system and in-system contractor activities when construction gets under way.

Perhaps MDC's most staggering undertaking is its contract to design and integrate into the USPS a comprehensive facilities management system geared to programming and controlling a $5-billion building program which includes construction of 575 major postal facilities and 1,335 new regional facilities. Not only must MDC develop a system that can monitor all aspects of the program from initial planning to occupancy, but it must devise policies and procedures through which USPS personnel can administer the program on a national, regional and individual project basis. This is particularly critical, says Driscoll, since the Office of Management and Budget ordered the Corps of Engineers earlier this year to give back total construction responsibility to the USPS.

As a preliminary step, MDC is now working on an audit of USPS' existing organizational policies and procedures in planning, investment and decision making from which it will develop a long-range program for systematizing the planning of USPS' building program in terms of operational needs on a national and a regional basis.

APENDICE Núm. 1

PROGRAMA Y CONTROL MENSUAL DE AVANCE DE OBRAS Y DE EJERCICIO DEL PRESUPUESTO

I. ELABORACION DEL PROGRAMA

Antes de iniciar la obra se elaborará el Programa de ejecución utilizando la Forma APA-110 P si dicha obra es de Agua Potable, APA-111 P si es de Alcantarillado, o APA-112 P si es de Drenaje Pluvial.

Cuando por su magnitud o por la urgencia de su terminación la obra requiera control local con más detalle de actividades, se elaborará un programa de ejecución utilizando las señaladas en el Programa en Ruta Crítica ya establecido.

Las formas de Programa se llenarán de acuerdo con las instrucciones que se dan más adelante y se remitirán a la Contraloría de Obras para que en su oportunidad la Dirección de Agua Potable y Alcantarillados pueda verificar tanto el avance de la obra como el ejercicio del presupuesto. El Programa de Construcción comprenderá la siguiente documentación:

a) Programa Gráfico de Avances Mensuales de Obras, en los planos del proyecto.

b) Programa de Ejecución Mensual y Ejercicio del Presupuesto, en las Formas APA-110 P, APA-111 P y/o APA-112 P.

c) Calendario de Suministros.

En la Sección II, que sigue, se desarrollará sólo lo referente al punto *b)*.

II. DESCRIPCION Y USO DE LAS FORMAS DE PROGRAMA P.

Estas tres Formas: 110 P, 111 P y 112 P, comprenden un Diagrama (A) de Rutas, una Tabla (B) de Programa Avance Mensual y Ejercicio del Presupuesto clasificado por conceptos de actividad o de obra, y una Tabla (C) de dicho Ejercicio, pero clasificado de acuerdo con la procedencia de los fondos. En la esquina superior derecha de estas formas se pondrá el

año al que corresponda el programa, y los nombres y firmas del Residente que lo formuló y del Gerente General que lo aprobó.

Para la Forma 110 P, que es la aplicable a obras de agua potable, además de la Forma vacía se acompaña otra llena con un ejemplo ilustrativo que complementa lo que aquí se dice. Para las formas 111 P y 112 P no se dan ejemplos, pues su llenado es muy semejante al de la 110 P.

Diagrama A. Rutas. En este Diagrama (ver Forma vacía) se han indicado esquemáticamente las actividades que normalmente pueden presentarse en las obras, de acuerdo con la secuencia de su ejecución. Las líneas con raya interrumpida representan actividades ficticias de liga, cuyas flechas indican también orden temporal. Abajo de la línea que representa cada actividad se encuentran dos rectángulos.

Cuando por las características especiales de la obra no se puedan utilizar estas formas, se elaborarán otras similares que se adapten al caso.

En los rectángulos de la izquierda (ver Forma con ejemplo) se anotará el número de días en que se programa ejecutar la actividad, incluyendo tanto los días laborables como los no laborables, y los de la derecha se dejarán vacíos. Aquellas actividades que no correspondan a la obra de que se trate se suprimirán simplemente tachándolas y sus dos rectángulos se dejarán vacíos, aquellas que no correspondan al período de construcción que se programa por quedar terminadas en años anteriores, se anotarán la mayor parte, precediendo dicho año con el signo menos (–) y las que deberán corresponder al período en el que se programa se anotarán en el año inicial.

Siguiendo en el Diagrama A del ejemplo el sentido de las flechas, del evento 0 al 20 se pueden escoger varios diferentes, aquel que es el mayor tiempo acumulado, sumando los tiempos de ejecución de las actividades en que se recorre (257 días en el ejemplo), será la Ruta Crítica y deberá señalarse en el diagrama con línea gruesa.

La duración máxima de ejecución de la obra no deberá exceder al tiempo que comprende la Ruta Crítica.

Tabla B. Programa de Ejecución y de Ejercicio del Presupuesto. Esta Tabla se llenará como sigue (ver Forma con ejemplo):

Col. 1. En esta columna se identificarán las actividades con los números inicial y final que les correspondan en el Diagrama A, y se ordenarán por sus números iniciales en orden creciente y, si éstos son iguales, por sus números finales.

Ejemplo. 0-1, 0-3, 0-4, 1-17, 2-10 etc.

Col. 2. Se llenará con el nombre de la actividad o de la obra, según aparezca en el Diagrama A.

Col. 3. Se pondrá la cantidad de obra programada expresada en la unidad que se anote en la Col. 4.

Col. 4. Se llenará con las unidades de obra o de actividad: metros, kilogramos, piezas, lotes, etc.

Col. 5. Contendrá el Importe de la obra o de la actividad, en miles de pesos. En el renglon de Totales se pondrá el Importe Total programado para la Obra.

Col. 6 Esta columna no se utilizará en las formas de Programa, sino sólo en las de Control, según se explicará en la Sección III

Col. 7. Se indicará en ella la fecha programada para la iniciación de la obra o actividad. Al pie, en el renglón de Totales se repetirá la fecha más anterior entre las anotadas en esta columna

Cols. 8. Bajo el encabezado común: A EJERCERSE EN estas columnas corresponden a los 12 meses del año y en ellas se anotará el programa de barras: hachuradas para las actividades comunes, y llenas, con linea gruesa, para las actividades críticas. Sobre las barras se indicarán las respectivas erogaciones mensuales programadas, en miles de pesos. Las barras correspondientes a las actividades 0-1 y 10-20 no llevan cifras encima porque sus erogaciones se cargan a gastos indirectos, que no forman parte de las programadas; la 1-17, Operación Previa, tampoco las lleva porque esos gastos corren a cargo del Organismo Operador que recibe las obras, y la 10-19 tampoco, porque el costo de las pruebas y arreglos finales ha quedado incluido en los costos de instalación de tubería, accesorios o cruceros; pero si se hubiere construido el cuarto comparativo (lo que no se hizo en el caso del ejemplo) se tendría que asentar su costo bajo este concepto, como el de un arreglo final

En estas columnas las sumas corresponden a las erogaciones totales programadas para el mes de que se trate, y el total de ellas es la erogación total programada para el año, que aparece al pie de la Col. 5 (1 millón 313 mil pesos)

Col. 9. Se indicarán en ésta las fechas en que se programe terminar la respectiva obra o actividad. Al pie, en el renglón de Totales se repetirá la fecha más posterior entre las anotadas en esta columna. El número de dias transcurrido entre las fechas al pie de las Cols. 7 y 9 debe ser igual al que comprende la ruta crítica (257).

Cuando la obra no haya sido programada para terminarse en el año de que se trate, se hará la anotación respectiva en las Observaciones.

Tabla C. Programa de Ejercicio del Presupuesto según la Procedencia de los Fondos. Se llenará como sigue:

Col. 1. En esta columna se pondrá la clase de fondos disponibles que, según su origen, pueden ser: Fiscales, que se dividen en Fondos de Construcción y Reservas de la Secretaría en la ciudad de México; Crédito Interno, que puede provenir de los fabricantes de tubería o de los Contratistas; Crédito Internacional, y Fondos de Cooperación que pueden provenir del Gobierno del Estado, del Municipio, de los Usuarios, de la Junta de Mejoras, o de otras fuentes.

Col. 2 Se anotarán en ellas las asignaciones autorizadas, en miles de pesos. El total de esta columna debe ser igual al de la Col. 5 de la Tabla B.

Col. 3 Corresponden con las Cols. 8 de la Tabla B, a los 12 meses del año. En el mes y renglón correspondientes se anotarán las erogaciones programadas en miles de pesos. Sus totales mensuales deben ser iguales a los respectivos de la Tabla B.

Observaciones. En este espacio se pondrán las que haga la Gerencia General respecto al Programa, y nombre y firma de quien revise el Programa en el Depto. de Supervisión y Control de Obras

Sello. En la parte superior se encontrarán los de las Gerencias correspondientes de esta Secretaría y de la Jefatura Local y Departamento correspondientes. En la parte central, el nombre de la Población, Municipio, Entidad, Clase de Obra (Agua Potable en el caso de la Forma 110 P), y el título común a las tres formas de Programa: PROGRAMA DE EJECUCION MENSUAL Y DE EJERCICIO DEL PRESUPUESTO.

Formas 111 P y 112 P. Estas Formas de Programa, para otras clases de proyectos o de diferente alcance, se elaboran igual que la 110 P, de la cual sólo difieren en el título de la Obra (en el Sello) y principalmente en el Programa de Barras, que no tendrán algunas actividades comunes. Las obras con grandes partes mecánicas, equipo y obra civil difieren en la duración relativa normal de las actividades de construcción es también diferente

Como antes se dijo, de estas Formas no se incluyen ejemplos ilustrativos, pues su llenado es virtualmente igual al de las Formas 110 P.

III. DESCRIPCION Y USO DE LAS FORMAS DE CONTROL C.

Para el Control de Ejecución Mensual y de Ejercicio del Presupuesto se utilizará alguna de las tres Formas APA-110 C, APA-111 C, o APA-112 C, que son muy semejantes a las respectivas Formas P, de Programa, cuya descripción y uso se trató en la Sección II. Las diferencias, en las Formas mismas y en su uso, se derivan fundamentalmente de que una cosa es tratar de prever cómo y cuándo se va a ejecutar una obra y cuánto se va a gastar en ella, y otra es asentar cómo y cuándo se ejecutó y cuánto se gastó. Por otra parte, en las tablas de Programa se asientan cifras parciales correspondientes al mes de que se trate, en tanto que en las tablas de Control deben asentarse cifras acumuladas hasta el fin de dicho mes.

Diagrama A Rutas. Este Diagrama, APA-110 C es copia del APA-110 P que se utilizó para el Programa, con todas sus indicaciones, a las cuales se irán agregando, inscribiéndolos en los respectivos rectángulos derechos, los números de días laborables y no laborables, en que efectivamente se ejecutaron las actividades de que se trate. Así un rectángulo derecho con número de días inscrito indicará que la correspondiente actividad ya se ha terminado.

En esta Forma con ejemplo que se adjunta se notará que entre las actividades que han sido terminadas, las 0-3 y 3-9 que no forman parte de la Ruta Crítica, y las 0-4 y 1-11 que si se terminaron fueron concluidas en un tiempo mayor del programado, en tanto que sólo la 4-6 fue terminada en un tiempo menor.

Tabla E Control de Ejecución y de Ejercicio del Presupuesto. Esta Tabla se llenará como sigue:

Cols. 1, 2 y 4. Se pondrán los mismos datos que aparecen en estas columnas de la Tabla B, de Programa.

Col. 3. En esta columna se actualizarán a la fecha de la Forma (31 de Mayo en el ejemplo) las cifras de aquellas partidas tales como la longitud de las obras de conducción o de distribución, o el número de tomas domiciliarias que, siendo susceptibles de haber sufrido modificación la hayan efectivamente tenido; las que no hubieren cambiado se copiarán de la Tabla de Programa. (No ha habido cambios hasta julio.)

Col. 5. Cosa semejante y con mayor motivo que para la Col. 3 podrá decirse de la Col. 5, cuyas cifras serán susceptibles de variar no sólo por cambios en las de la Col. 3, sino también por variaciones en los precios unitarios. Los renglones de esta columna se llenarán con los importes actualizados a la fecha de la Forma. Al pie de esta columna deberá aparecer el costo actualizado total de la Obra.

No ha habido aún cambios en esta columna pero va a haberlos en la Forma correspondiente a agosto, según se explicará al hablar de las Cols. 8 y, posteriormente, en las Observaciones.

Col. 6. Se anotarán en esta columna las cantidades de obra ejecutada, acumuladas hasta el fin del mes de que se trate, expresadas en las correspondientes unidades de la Col. 4 cuando su magnitud sea fácilmente susceptible de cuantificación absoluta, tales como longitudes, número de piezas, etc. En el caso de unidades tales como lotes, casetas, equipos, etc. el avance se expresará en %. La columna muestra que las actividades 0-3, 0-4 y 4-6 han sido terminadas. (Ver 2º párrafo *Cols. 5.*)

El % de avance en la actividad de 0-1 será estimado por la persona a cuyo cargo esté, dentro de un 20% de aproximación, de acuerdo con el plan que se haya formado dicha persona para el desarrollo de tal actividad.

Col. 7. Se anotarán en ésta las correspondientes fechas, día y mes, en que efectivamente se iniciaron las respectivas obras

o actividades. Al pie, en el renglón de totales, se repetirá la fecha más anterior entre las anotadas en esta columna.

En el ejemplo, la actividad 0-3 fue iniciada con poco más de un mes de retraso, la 1-17 llevó ya un mes de retardo, la 3-7 llevó 4 meses, la 3-8 llevó 5, la 4-11 se inició con más de 2 meses de retraso, pero ya se terminó, la 8-10 [illegible] también 4 meses de retardo, y la 11-12 se inició 3 meses después. Las actividades 0-1, 0-4, 8-9, 4-6 y 5-9 se iniciaron conforme al programa.

Col. 8. Bajo el encabezado común "EROGADO AL 31/5/70" en el programa de barras, que debe copiarse en esta columna tratándose de la Forma APA-110 P (ver Sección II, Cols. 8), se anotarán por encima de las barras y con línea interrumpida, los períodos efectivos de trabajo, por meses completos y sobre ejes se anotarán las erogaciones efectivas correspondientes, acumuladas hasta el fin del mes, en miles de pesos.

En el caso de las actividades 0-1 y 4-6 y 4-11 y 11-12, que están divididas en dos etapas, la cifra anotada en el primer mes de la segunda etapa incluye la anotada en el último mes (en el caso actual 31-mayo) de la primera etapa. Así la cifra de $751 mil de la etapa 4-6 erogados hasta fin de mayo incluye los $169 mil de la etapa 0-1 erogados hasta fin de febrero, y los $50 mil de la etapa 1-11 que se gastaron en mayo están incluidos en los $101 mil de la etapa 11-12 erogados hasta fin de junio.

Cuando una actividad no ha sido terminada, en cuyo caso debe haber una fecha en la Col. 9 y en la Col. 5 debe aparecer 100% o la cifra de la otra de la Col. 5 que indique el % correspondiente anotado en la Col. 6, debe aparecer hasta ser igual a la que aparezca en la Col. 5 el importe hubiere sido erogado hasta esa fecha. En el ejemplo, puede verse que de las 4 actividades ya terminadas la 0-3 con importe programado de $41 mil costó sólo $17 mil; que el suministro 0-1 fue por $120 mil en vez de $121 mil; la actividad 3-9 costó $70 mil en vez de $83 mil; en cambio la 4-11, que costó $60 mil en vez de los $34 mil programados, indica que se gastó en ella más de lo previsto en esa primera etapa.

Cuando en estas columnas no aparezca raya interrumpida quiere decir que la correspondiente actividad no ha sido iniciada, bien porque lleva retraso o, como en el caso de las 16-19 y 19-20, no les corresponde empezar aún.

En estas columnas las sumas corresponden a la erogación total hecha en la Obra hasta el fin de mes de que se trate, así que la suma correspondiente al mes en que tal Obra hubiere sido terminada, representará un costo total y deberá ser igual a la que aparezca al pie de la Col. 5. Cuando la obra no se haya terminado en el año de que se trate, se anotará ese hecho en las Observaciones.

Col. 9. Se indicarán en ésta las fechas en que hubieren sido terminadas las respectivas obras o actividades. Al pie, en el

correspondiente a Totales, se repetirá la fecha más posterior entre las anotadas en esta columna. Así el número de días transcurridos entre las fechas al pie de las Cols. 7 y 9 corresponderá a la duración efectiva de ejecución de la Obra.

Tabla C. Control del Ejercicio del Presupuesto según la procedencia de los Fondos. Se llenará como sigue.

Col. 1. Será igual a la Col. 1 de la Forma APA-110 P.

Col. 2. También igual a la Col. 2 de la APA-110 P salvo que durante el año en cuestión haya habido cambios en las asignaciones, en cuyo caso deben corresponder a cambios en la Col. 5 de la Tabla B. Los totales de estas dos columnas deben ser iguales.

Cols. 3 a 8. Análogamente los totales mensuales de estas columnas deben ser iguales a los de las Cols. 8 de la Tabla B que según se ha dicho, mostrarán cifras acumuladas. Cuando la obra haya sido terminada, todas las cifras del último mes deben ser iguales a las correspondientes en la Col. 2.

Observaciones. En este espacio deben aparecer las que la Gerencia General haya juzgado pertinente hacer, relativas a cambios en la obra, en su avance, en el ejercicio del presupuesto, o en las asignaciones.

Sello. Lo único que cambia es que en vez de decir PROGRAMA, dice CONTROL.

IV. REVISION DE LOS INFORMES DE CONTROL DE EJECUCION Y EJERCICIO DEL PRESUPUESTO.

Los reportes mensuales se harán en telegrama o radiograma durante el proceso de las obras, dentro de los primeros cinco días del mes siguiente o aquel del que se informa, y se enviará confirmación por correo para cubrir posibles errores de transmisión.

Ejemplo de telegrama.

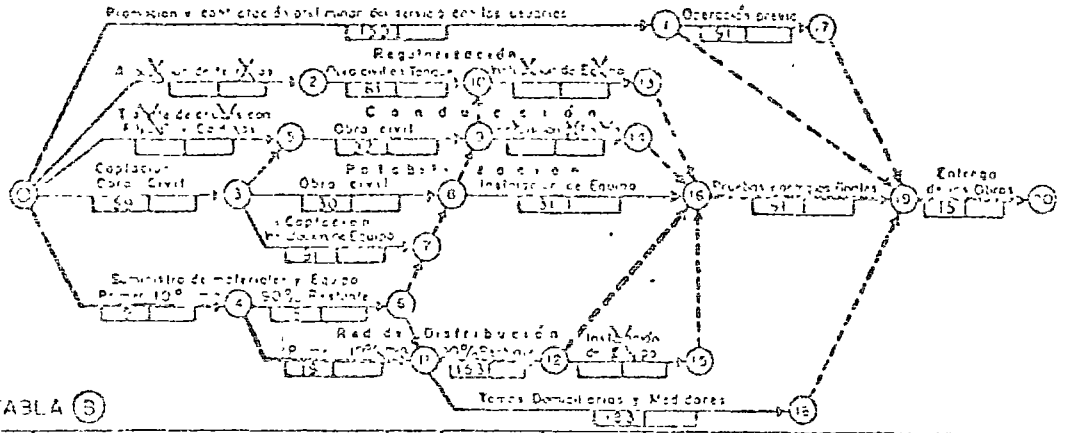
Corresponde al ejemplo ilustrativo de la Forma APA-110 C (Las cifras sin unidad, en el texto del tele-o-radiograma son miles de pesos):

5283-100-4F9 S C. SALTILLO, COAH. JUN 2-13.40
INGENIERO EN JEFE DE AP Y ALC.
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Reforma 77, Decimo piso—México, D. F.

GERENTE GENERAL DEL ESTADO DE COAHUILA.—NUMERO 45-6.

AGUA POTABLE VILLA UNION, COAH.—JULIO (dos puntos) PROMOCION 80% APROX. (punto) CAPTACION OBRA CIVIL 100% 17 (punto) REGULARIZACION OBRA CIVIL 86% 119 (punto) CONDUCCION OBRA CIVIL 2 575 m. 70 TERMINADA DIA 31 (punto) DISTRIBUCION 3 418 m. 161 (punto) CONSTRUCCION 111 COOPERACION 2.5 (punto) NO HEMOS RECIBIDO EQUIPO BOMBEO NI SUBESTACION (punto) URGE PROYECTO CASETA CLORACION (punto) ESCASEZ CEMENTO RETRASA CONSTRUCCION TANQUE REGULADOR (punto) LLUVIAS EXTRAORDINARIAS DETURPAN RED (punto) MEDIDORES SOLICITADOS CONTRAMUESTRA NULO (coma) NO SURTIDOS IMPIDEN INSTALACION TOMAS (punto) INVERSION TANQUE REGULADOR AUMENTARA 37 (coma) TRANSFERIR SOBRANTE CAPTACION (punto) ATENTAMENTE (punto) GERENTE GENERAL (punto)

DIAGRAMA (A)



PROGRAMA 1986 FORMULÓ _____ APROBÓ _____

RESIDENTE: _____ GERENTE ESTAL: _____

TABLA (C)

1	2	3												
Clase Fondos	Asignacion 1986	A EJERCERSE EN												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Const	3 4 3		34	62	62	62	62	61						
R Mex	1 6 4							164						
C Int	3 0 2		127	127	12									
Cetes	4 2 0		31	109	133	50	23	13	13	13				
Totales	1 3 1 2		192	337	407	112	85	74	13	13				

En columna 1 "Const, Crédito Interno, Cetes, Construcción, Corp, Cooperación, R Mex, Reservas de la Federación en la Banca de México, C.I., Crédito del Banco Internacional de Desarrollo
Todas las cifras expresan miles de pesos M.N.

TABLA (B)

1	2	3	4	5	6	7	8.— A EJERCERSE EN												9
ACT	CONCEPTO	CANTIDAD	UNID	IMPORTE	AVANCE	INIC	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TERM
0-1	Promocion y Contratación																		
	Preliminar con los usuarios	1	lote	—	—	I-II													30-I
0-3	Captacion, Obra Civil	1	lote	61	—	I-II		31	30										31-II
0-4	Suministro de Materiales y																		
	Equipo, Primer 10 %, min	1	lote	127	—	I-II		127											30-I
1-11	Operación Previa	1	lote	—	—	I-VII													30-IX
2-10	Regularización, Obra Civil	1	Unid	100	—	I-III			50	50									30-V
3-7	Captación, Inst de Equipo	1	lote	27	—	I-IV				9	9	9							30-V
3-6	Potabilización, Obra Civil	1	Unid	40	—	I-III			40										31-III
4-5	Suministro de Materiales y																		
	Equipo 50 % Restante	1	lote	419	—	I-III			127	292									30-IV
4-11	Red de Dist, Primer 10 %, m	1136	m	34	—	10-II		34											29-II
5-9	Conducción, Obra Civil	2864	m.	83	—	I-III			28	28	27								31-V
8-10	Potabilización, Instalación																		
	de Equipo	1	lote	32	—	I-IV				32									30-IV
11-12	Red de Dist 50 % Restante	11362	m	309	—	I-III			62	62	62	62	61						31-VII
11-15	Tomas Dom y Medidores	329	Pza	81	—	I-IV				14	14	14	13	13	13				30-IX
15-16	Pruebas y Ajustes Finales	1	lote	—	—	I-VIII													30-IX
15-20	Entrega de las Obras	1	lote	—	—	I-X													15-X
	TOTALES			1312		I-III		192	337	487	112	85	74	13	13				15-X

Todas las cifras en columnas 5 y 8 expresan miles de pesos M.N.

OBSERVACIONES

La red de distribución se construirá mediante un
con cargo a Fondos Fiscales por
$ 343 000
Materiales
Equipos, con cargo al Crédito del Fondo
Equipos, con Fondos Fiscales Reasignados en México
Diversos, cargo al 2.1 Municipio
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
con dos equipos
EJEMPLO ILUSTRATIVO

REVISÓ _____

DEPTO. S Y C DE O

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS
DIRECCION GENERAL DE DEPTO DE SUPERVISION Y CONTROL DE OBRAS

VILLA UNION, N/N, COAH. AGUA POTABLE

PROGRAMA DE EJECUCIÓN MENSUAL Y EJERCICIO DEL PRESUPUESTO

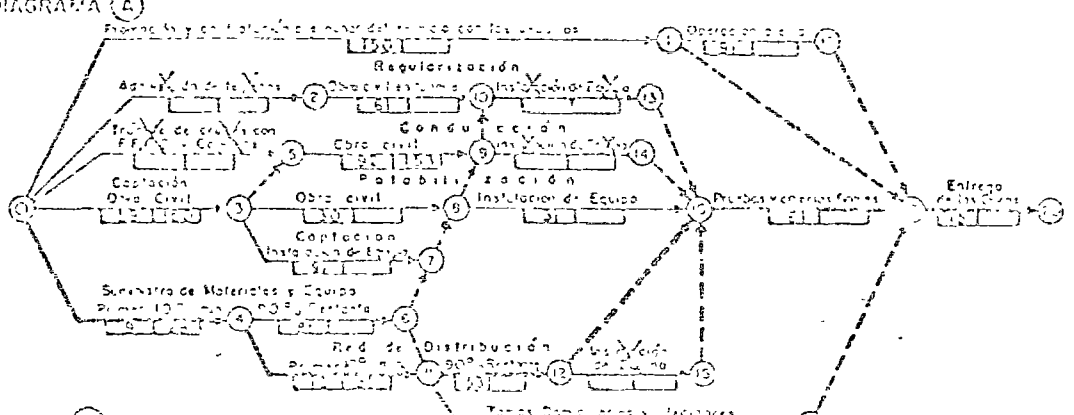
Conforme

JEFE DEPTO. SUPERVISION Y CONTROL DE OBRAS | DIRECTOR DE CONSTRUCCION

RESIDENTE EN OBRA | RESIDENTE DE SUPERVISION

VISTO BUENO

DIAGRAMA (A)



CONTROL ___ JUNTO ___ (OOO) RESIDENTE SUPERINTENDENTE

TABLA (C)

1	2	3											
Clase Tarjeta	Asignación (366)	EJERCICIO HASTA											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cont.	343					60							
C.M.	362			132	55								
Ej.	434				30	65	185	173	2.61				
Totales	1313		120	287	570	673	770	947					

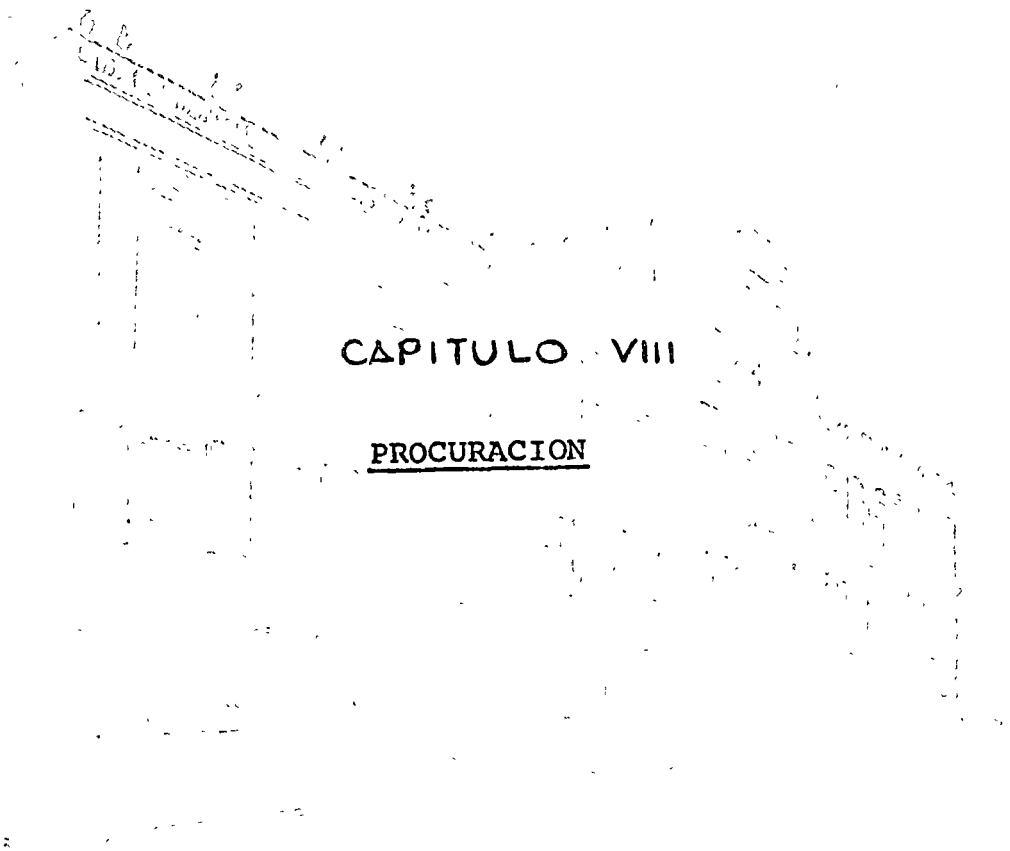
TABLA (B)

1	2	3	4	5	6	7	8 EJERCICIO HASTA												9
	CONCEPTO	CANTIDAD	UNID	IMPORTE	AVANCE	N/C	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TERM
0-1	Trámites y Contratación	—	—	—	—	—													
	Primeras acciones Equipo	1	lote	—	60% Anticipo	I-II													
0-3	Captación, Obra Civil	1	lote	21	100 %	I-II		2	5	9	12	17							30 V
0-4	Suministro de Materiales y																		
	Equipo, Primer 10 %	1	lote	127	100 %	I-V	120												28-II
1-2	Operación Previa	1	lote	—	—	—													
1-3	Perforación, Obra Civil	1	lote	100	86 %	I-II		10	20	30	24	213							
1-7	Suministro, Instalación Equipo	1	lote	27	—	—													
2-3	Perforación, Obra Civil	1	lote	40	—	—													
4-6	Suministro de Materiales y																		
	Equipo<90 % Restante	1	lote	419	1	I-III			250	500	500	500	500						
5-6	Red de Dist. Primera Etapa	1136	m	34	—	I-V				50									31-V
5-9	Conducción, Obra Civil	2864	m	83	2785	I-III			22	49	55	65	70						31-VI
8-10	Perforación, Instalación																		
	de Equipo	1	lote	32	—	—													
11-12	Red de Dist<90% Restante	11352	m.	309	3408	I-VI						101	141						
11-13	Tomas Dom y Medidores	339	Pza	81	—	—													
9-10	Pruebas y Arreglos Finales	1	lote	—	—	—													
10-20	Entrega de las Obras	1	lote	—	—	—													
	TOTALES	—	—	1313	—	I-II	120	287	579	673	770	947							

OBSERVACIONES

No se ha recibido equipo de bombeo y [illegible]
Falta [illegible]
Se [illegible]
[illegible]
[illegible]
[

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA



CAPITULO VIII

PROCURACION

ING. MANUEL RETA PETTERSSON
BUFETE INDUSTRIAL
1976

PROCURACION

INTRODUCCION

LA GERENCIA DE PROCURACION

OPERACIONES DE PROCURACION

DOCUMENTOS DE COMPRA

PROCURACION Y PROGRAMACION

COSTO DE PROCURACION

INTRODUCCION

Como el costo de los equipos y materiales varia entre el 30 y el 70% del valor de un contrato promedio de construcción, la "procuración" tiene una función de gran importancia dentro de la organización de una Empresa contratista. La procuración tiene un impacto directo en la rentabilidad y utilidad de un proyecto cualquiera. Cualquier ganancia por ahorro en esta función resulta en un incremento directo de las utilidades.
Generalmente la importancia de la función de procuración se reconoce solo cuando el suministro de equipo o materiales se vuelve un problema. Según ha venido madurando la Industria de la Construcción, ha habido menos oportunidades de que los departamentos de procuración se comporten heroicamente. La mejora en la definición de las especificaciones de diseño y un amplio rango de materiales competitivos de marcas registradas han venido a estrechar el campo de elección para un material específico requerido en un proyecto de construcción.
Según el famoso consejo de Bernard Baruch, se diría que la función de un departamento de procuración es " comprar barato ..."

QUE ES BARATO?

El término "barato" lleva la conotación de falto de calidad -

El objetivo pues de un departamento de compras, deberá ser, evitar compras baratas, ----pero buscar compras óptimas----. Tradicionalmente, los supervisores del propietario ven los materiales del contratista como si fueran en realidad baratos. En la mayoría de los casos, ir al filo de las especificaciones comprando material de calidad por debajo de lo - normal es una manera pobre de ahorrar. Una compra aparentemente barata puede resultar en rechazos de la unidad en la obra. Esto puede dar por resultado mayor costo de mano de - obra por tener que quitar el material de calidad pobre y reponerlo. Otras compras, aparentemente baratas, debido a una entrega inoportuna, pueden requerir mano de obra adicional en el campo y una alza en el costo del proyecto.
A veces puede comprarse buen material a menor costo unitario, mediante compras por órdenes de gran tamaño. Sin embargo, el conservar artículos durante un largo período de tiempo, puede resultar en un mayor costo unitario real. El costo del inventario y el manejo extra en el campo son factores del verdadero costo unitario instalado de un artículo.

LA GERENCIA DE PROCURACION

En las grandes organizaciones, el grupo de procuración puede incluir analistas de compras, expertos en tráfico, inspectores y expeditadores y obviamente una gerencia. La tendencia general en estas grandes organizaciones es a la centralización de las compras más bien que a compras orientadas por proyecto. En algunos casos, la procuración se expande para incluir toda la logística implicada en el traslado, manejo y almacenamiento de materiales. Además hay estrecha relación con la Gerencia de Estimaciones que a menudo, ----en organizaciones menores---- son intercambiables.

En las organizaciones mayores se desarrollan áreas de especialidades como pueden ser: compras técnicas, compras de rutina, inspección, expeditación. Como Figura No. 1 incluimos lo que podría ser un organigrama típico de una Gerencia de Procuración.

Aunque la Gerencia de Procuración suele ser un grupo relativamente pequeño, en número de empleados, su función es de suma importancia dado sus impactos en las utilidades de una Empresa.

OPERACIONES DE PROCURACION

Los diferentes artículos o servicios a adquirir por la Gerencia de Procuración pueden agruparse en la siguiente forma:

- Equipo de Proceso
- Materiales
- Sub contratos
- Equipo (Construcción, oficina, etc.)
- Servicios
- etc, etc.

Generalmente, el requerimiento de compra suele presentarse a la Gerencia de Procuración en forma de una requisición, en la cuál se indican claramente las especificaciones y - - cantidad de los artículos por adquirir, fecha en que debe ser entregado, firmas de autorización de acuerdo a los procedimientos de la Empresa, y toda áquella información que se requiere para una operación y control efectivo, tanto - del departamento que origina la compra como para la Gerencia de Procuración.

El método para originar una requisición es función del artículo a servicio por adquirir. Estos pueden caer en las categorías generales siguientes:

1.- Articulos para un proyecto determinado.

a) Especiales

b) Comunes

2.- Artículos para uso general:

a) Especiales

b) Comunes

El Departamento de Compras Técnicas manejará la adquisición de los artículos "especiales" entendiendo como tales áquellos equipos, materiales y servicios cuya adquisición requiera de un "análisis de ingeniería", generalmente referido a planos y especificaciones.

El Departamento de Compras de Rutina manejará la adquisición de áquellos equipos y materiales que se compran de acuerdo a las caracteristicas indicadas en un catálogo determinado, que son de fabricación estandar y cuyas características de construcción y dimensiones están previamente definidas.

Aunque los compradores pueden originar las requisiciones, estas suelen ser desarrolladas por el equipo del proyecto, como resultado del análisis de las especificaciones y dibujos o alcance y requerimientos del trabajo. La órden y cantidad deben ser exactas, pero estan en función del número de artículos requeridos y de su costo relativo. Generalmente los artículos principales se identifican facilmente en términos de cantidades exactas.

Cuando se ha recibido la requisición, el Departamento de Compras correspondiente ordena a través de pedidos. La mayoría de los materiales requeridos por un contratista pueden ser solicitados sobre la base de proyecto por proyecto, o bien en cantidades globales para entregarse, mediante órdenes de embarque a lo largo de un período de tiempo.

La requisición puede ser generada por una computadora, particularmente si la fase de estimación fué computarizada ó - bien, la computarización puede iniciarse en el Departamento de Compras a nivel de requisición.

Una vez que la requisición ha sido procesada y se ha llegado a determinar si debe manejarse como compra directa, compra global o por cotización, se hace una "Solicitud de Cotización" a los proveedores potenciales. Esta solicitud de - cotización tiene incluida toda la información necesaria para que los proovedores cotizen sobre las mismas bases y poder hacer comparables las requisiciones.

Cuando se han recibido las cotizaciones de los proovedores, se elabora una "Tabla Comparativa", que permitirá comparar las condiciones que cada proveedor ofrece y hacer la - - selección más conveniente, tomando en cuenta el precio ofrecido, tiempo de entrega, condiciones de pago, etc. En el caso de compras técnicas, como ya se dijo, se requerirá la asistencia del grupo del proyecto en términos de exámen de la respuesta para determinar si se cumple con las especific

especialmente cuando se cotiza con adiciones o excepciones. El Departamento de Compras puede entonces emitir un "pedido" para el proveedor seleccionado. Si se utiliza el procesamiento electrónico de datos, la información se transfiere automáticamente al formato del pedido, al Departamento de Control de Costos, a finanzas, etc, etc. y se generan simultaneamente los formatos para los "reportes de inspección" y los "reportes de material recibido".

PROVEEDORES

El Departamento de compras debe haber preseleccionado la mayoría de sus proveedores o proveedores potenciales. Si el contratista sigue una política de comprar barato en todo tiempo, se verá incapacitado para comprar materiales oportunamente durante los períodos de máxima demanda. De lo contrario, puede pagar algo más por los servicios de los proveedores durante estos períodos pero contar oportunamente con los materiales.

Los proveedores no sólo compiten sobre una base de costo por material, sino tambien proporcionando un amplio rango de servicios que pueden ser de asistencia directa al Departamento de Compras en su papel. Tienen disponibles catálogos y otros materiales descriptivos. El personal de ventas se muestra deseoso de proporcionar representantes técnicos para la evaluación en el sitio y hasta ofrecerá demostraciones según

su desempeño. Las caracteristicas de esta clasificación incluyen confiabilidad, historia de precios, record de entregas, asistencia técnica, etc.

DOCUMENTOS DE COMPRA

Además del documento de compra interno (requisición), la Gerencia de Procuración requiere de una serie estandar de documentos de compra, entre los que se han venido mencionando ya algunos.

Incluimos formatos típicos para los documentos de compra listados a continuación:

- Requisición. Fig. No. 2
- Solicitud de cotización. Fig. No. 3
- Tabla comparativa. Fig. No. 4
- Pedido. Fig. No. 5
- Reporte de Inspección. Fig. No. 6
- Reporte Semanal de Inspección. Fig. No. 7
- Recepción de Materiales. Fig. No. 8
- Lista de Materiales. Fig. No. 9
- Proforma de Subcontrato Fig. No. 10

PROCURACION Y PROGRAMACION

El método más usual para establecer una fecha de entrega de un material a equipo, es la asignación intuitiva, pero arbitraria, de una fecha por el grupo de proyecto. Las fechas en que un artículo es requerido en el campo cambian con frecuencia mientras el proyecto avanza. Afortunadamente, en la actualidad, muchos contratistas progresistas están utilizando técnicas de programación avanzadas, como pudiera ser CPM, PERT u otras, lo cuál permite mantener oportunamente informada a la Gerencia de Procuración de los cambios en las fechas de entrega requeridas. La participación de la Gerencia de Procuración es vital en el éxito de un sistema de programación global de un proyecto. La entrega temprana de los equipos o materiales no expeditará o apresurará necesariamente al proyecto global, porque el avance de otras actividades pudiera controlar en realidad el tiempo inicial más temprano posible para las diversas actividades. Sin embargo, la falta de entrega de materiales y equipos para diferentes actividades claves puede demorar un proyecto indefinidamente. Asi pues, por desgracia, la Gerencia de Procuración encara un difícil enigma: si entrega tarde, demora el proyecto y si entrega temprano, el equipo de campo se queja por los requerimientos extraordinarios de manejo y almacenamiento, además de los problemas financieros. El problema alcanza su fase más aguda en áreas urbanas, donde los espacios de almacenamiento pueden ser tan reducidos que tenga que elevar

se el material directamente desde el medio de transporte - directamente al lugar de su utilización definitiva. La Fig. 11 muestra una pequeña red CPM para ejecución de un trabajo simple consistente en la instalación de una bomba de pozo. La Fig. 12 es la misma red con una distribución razonable - y superpuesta de actividades que representan el suministro de diferentes materiales. Esto plantea una pregunta en términos de que materiales deben mostrarse como parte de una - red dc CPM. Básicamente, los materiales como ya se dijo caen en dos categorías:

1.- MATERIALES DE RUTINA Los que pueden ordenarse para que se suministren de existencias con entregas a corto plazo y que pueden clasificarse como mercancías.

2.- MATERIALES ESPECIALES Los que tienen tiempos de entrega relativamente largos y que son en muchos casos de fabricación especial.

Las redes de CPM suelen solo mostrar los MATERIALES ESPECIALES.

En la misma Fig. 12 se muestran los materiales enlistados con tiempo cero de entrega, así que las fechas de iniciación y - terminación se refieren solo a los requerimientos del proyecto. Las fechas de terminación (por ejemplo, el día 22 para la bomba de pozo que se entrega en el evento 4 antes de su -

instalación), son los tiempos más tardíos en que pueden entregarse, sin demorar la duración de 34 días de la totalidad del Proyecto. El cálculo del CPM para los materiales mostrados sería como sigue:

ACTIVIDAD	ENTREGA DEL ARTICULO
O-4	Bomba de pozo
O-5	Tubería subterránea de agua
O-6	Partes del tanque de agua
O-7	Válvulas del tanque y tubería
O-9	Tubería de drenaje
O-10	Marco y tapa del registro hombre
O-11	Tubo Conduit
O-12	Cable eléctrico
O-101	Postes, aisladores, retenidas

En consecuencia, el valor de la holgura en este caso representa el tiempo permitido para la entrega de cada artículo. Si observamos ahora los materiales colocados en esta red y asignamos tiempos de entrega razonables podremos tener un programa como el mostrado en la Fig. 13.

La Fig. 14 muestra, entonces, la red del trabajo en cuestion, pero ahora con tiempo de entrega asignados que son razonables. Nótese que la duración del proyecto aumenta de 34 a 52 días según los materiales entran realmente en la ruta crítica. Los cálculos globales del tiempo han cambiado como se muestra en la Fig. 15.

Nótese que 21 tiempos de eventos, de los 28 posibles han cambiado. Usando esta nueva información, la Gerencia de Procuración tendrá que entregar los materiales en el siguiente ór

den:

ACTIVIDAD	CONCEPTO	INICIACION TARDIA
O-6	Tanque de Agua	O
O-12	Cable Eléctrico	7
O-5	Tubería Subterránea de Agua	12
O-4	Bomba de Pozo	20
O-7	Válvulas del Tanque y Tubería	20
O-101	Postes, Aisladores, Retenidas	31
O-9	Tubería de Drenaje	34
O-10	Marco y Tapa Registro Hombre	34
O-11	Tubo Conduit	39

Aunque esta lista da el órden en que deben requisitarse los materiales, hay en ella dos puntos débiles visibles:

1.- Aunque las fechas de "iniciación tardía" son importantes para ordenar, son fechas extremas. Si se coloca la órden así de tarde, todas las actividades que sigan a la entrega serán críticas.

2.- Los tiempos de "iniciación temprana" tienen muy poco valor.

En este ejemplo, la Gerencia de Procuración podría iniciar nueve órdenes de compra el primer día del proyecto. ¿Qué pasaría si, por ejemplo, un comprador entusiasta ordenara las tuberías de drenaje y la tubería conduit el primer día del proyecto?.

El conduit llegaría al sitio alrrededor de 8 semanas antes de lo necesario; la tubería de drenaje llegaría también con aproxima-

damente 7 semanas de anticipación.

Probablemente el grupo de campo tendría un problema de almacenamiento y el grupo de finanzas un problema de pago anticipado, y ambos una pobre opinión de la Gerencia de Procuración. En la práctica esto sucede con frecuencia. La Gerencia de Procuración, al participar con entusiasmo en un proyecto en el que por primera vez se le ofrece una información relativamente buena, ha ordenado conforme a las fechas de iniciación temprana, lo que convierte al sitio en un manicomio. A menudo la Gerencia de Procuración desalienta el uso de las técnicas de programación (CPM, PERT, etc.) para la coordinación de el suministro de materiales. El verdadero defecto está en la falta de relación entre la fecha de "iniciación temprana" y lo que está sucediendo en el campo.

Dejando las fechas de entrega para representar el tiempo de entrega, tal como eran, vamos a añadir otro conjunto de flechas para representar el movimiento real del material del almacén al sitio de la obra. La Fig. 16 muestra estas flechas de "material en el sitio", que tienen los mismos tiempos de "terminación tardía" que tenían las flechas de entrega. Sin embargo, ahora la actividad tiene un tiempo de "iniciación temprana" directamente relacionado con los requerimientos de trabajo. El cálculo del CPM de este diagrama se muestra en la Fig. 17.

Nótese que los tiempos de terminación tardía para estas activida-

des son los mismos tiempos de "terminación tardía para las fechas de entrega". Sin embargo, los tiempos tempranos y la holgura están relacionados ahora con el avance en el campo. Usando como base, la prioridad al comprar sería:

PRIORIDAD	PRIORIDAD EN PRIMERA LISTA	ENTREGA TEMPRANA (DIAS)	ENTREGA LIMITE (DIAS)	HOLGURA
1.- Tanque de Agua (*).	1	30	30	0
2.- Válvulas de Tanque.	5	40	40	0
3.- Cable Eléctrico.	2	40	47	7
4.- Tubería Enterrada.	3	30	42	12
5.- Bomba de Pozo.	4	22	40	18
6.- Tubería de Drenaje.	7	17	39	22
7.- Tubería Conduit.	9	22	44	22
8.- Tapa de Resitro Hombre (*).	8	8	39	31
9.- Pasta, aisladores, retenidos.	6	10	41	31

Nótese que todos, salvo 2 (*) de los artículos están en posición diferente en términos de prioridad en ésta segunda lista. Hasta aquí se ha supuesto que el tiempo de entrega requerido para los materiales es fácil de determinar.

Sin embargo, puede haber un número de pasos en la obtención de los materiales que emplean tiempo y que no deben descuidarse. Estos pueden incluir la aprobación de dibujos de taller, tiempos de presentación repetida para revisión de estos dibujos, la inspección y la aprobación del dueño y otros factores. Estos factores pueden acelerarse a veces para actividades críticas, pero existe una tendencia a minimizar el impacto de los procedimientos de rutina.

La Fig. 18 muestra la interrelación entre dos órdenes de materiales (herrajes y bastidores de puertas) antes de que cualquiera llegue al sitio de la obra. En este ejemplo, la entrega de bastidores de puertas tiene una holgura de 5 días por el tiempo adicional para la presentación formal de ofertas. En la Fig. 19 la adición de nueve flechas simples de entrega casi doblaron el tamaño de la red.

En la Fig. 19 las flechas que muestran la situación total de materiales-obtención más que duplican el número de actividades relacionadas con el trabajo del campo.

Aunque está no es una situación común, es obvio que el impacto

del funcionamiento de la Gerencia de Procuración tiene gran importancia en el cumplimiento de los programas de ejecución de los proyectos.

COSTO DE PROCURACION

John T. Gallager en su artículo "Rapid Estimating of Engineering Cost" del Chemical Engineering, establece los siguientes factores, con base a las horas-hombre de dibujo estimadas para cada proyecto.

Por cada 1000 H-H de dibujo, se estiman:

120 H-H para las labores de compras

85 H-H para las labores de inspección y expeditación.

En base a experiencias y resultados de proyectos ya ejecutados, se establecen los siguientes factores para el cálculo del costo de los trabajos de adquisición de equipos y materiales:

a) Para la compra de "materiales estandar" (compras de rutina):

2% a 3% calculado sobre el importe de las compras.

b) Para los trabajos de "compras técnicas".

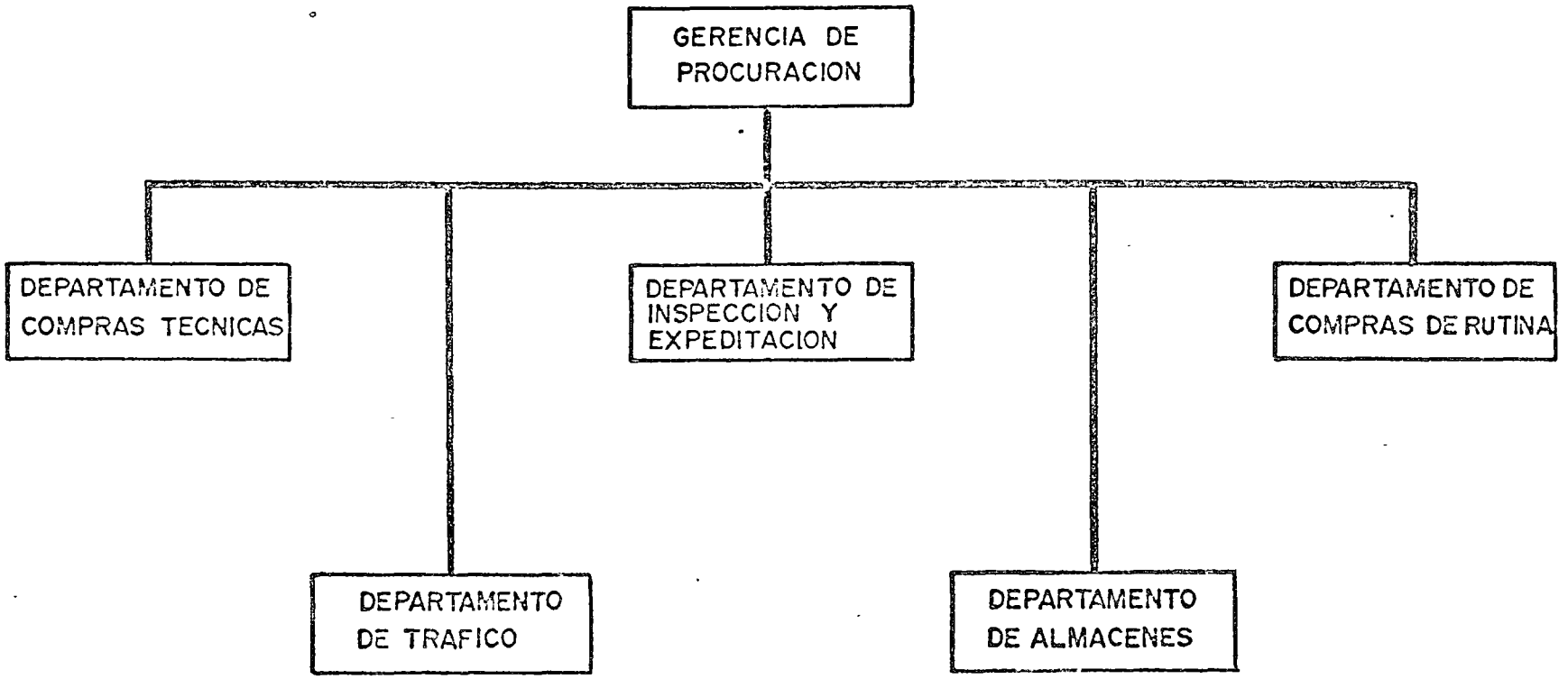
Vólumen de compra en miles de pesos.	% del Costo.
500 a 5,000	4 a 7
5,000 a 10,000	3 a 6
10,000 a 50,000	2 a 5
50,000 y más	1.5 a 3

c) Para los trabajos de inspección y expeditación.

500 a 5,000	3 a 4
5,000 a 10,000	2.5 a 3
10,000 a 50,000	2 a 2.5
50,000 y más	1.8 a 2

d) Para los trabajos del Departamento de Almacenes:

De 0.5% a 1% calculado sobre el importe total de los materiales y equipos manejados.



ORGANIGRAMA TIPICO DE LA GERENCIA DE PROCURACION

FIG. Nº 1

REQUISICION

OBRA
PROJECT

CITE ESTE No. PARA CUALQUIER ACLARACION MENCIONE ESTE NUMERO FOR CLARIFICATION

No. PROYECTO / No. REQUISICION

HOJA _____ DE _____

TIPO DE COMPRA	TIPO DE MATERIAL	CLAVE ORDEN DE COMPRA				FECHA		
ORDINARIO ☐ URGENTE ☐ EMERGENCIA ☐	CIVIL ☐ MISCELANEO ☐ MECANICO ☐ ELECTRICO ☐	AZUL	NEGRO	ROJO	VERDE	DIA	MES	ANO

PARTIDA ITEM	PEDIDO No. P O No	CANTIDAD QUANTITY	UNIDAD UNIT	AREA	DESCRIPCION DESCRIPTION	PROVEEDOR	PROVEEDOR	PROVEEDOR

SOLICITADO POR
REQUESTED BY

NOMBRE NAME / FIRMA SIGNATURE

Vo. Bo.
O.K.

NOMBRE NAME / FIRMA SIGNATURE

FACTURAR A:
INVOICE TO

ENTREGAR EN:
DELIVERY

FECHA DE ESTAR EN OBRA
DELIVERY DATE

Vo. Bo. COMPRAS
O.K. PURCHASING

COMPRADOR
BUYER

OBSERVACIONES
REMARKS

COMPRAS

COM 1

FIG. N° 2

SOLICITUD DE COTIZACION
QUOTATION REQUEST

A
TO

CITESE ESTE No PARA CUALQUIER ACLARACION
MENTION THIS NUMBER FOR CLARIFICATION →

REQUISICION No.	FECHA DE LA COTIZACION QUOTATION DATE
SOLICITADA POR	FECHA DE VENCIMIENTO DE SU COTIZACION DEADLINE OF YOUR QUOTATION

No PROYECTO / No SOLICITUD

HOJA _____ DE _____

PARTIDA ITEM		TIEMPO DE ENTREGA DELIVERY TIME	CANTIDAD QUANTITY	UNIDAD UNIT	DESCRIPCION DESCRIPTION	PRECIO UNITARIO UNIT PRICE	PRECIO TOTAL TOTAL PRICE

INSTRUCCIONES
1 SU COTIZACION DEBE INDICAR PRECIO UNITARIO CONDICIONES DE PAGO LUGAR DE EMBARQUE L A B PLAZO DE ENTREGA Y LA FECHA DE VENCIMIENTO DE SU OFERTA
2 SU COTIZACION DEBERA HACERSE DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES ANOTADAS EN ESTA SOLICITUD CUALQUIER SUSTITUCION DEBE VENIR CLARAMENTE ESPECIFICADA
3 TODOS LOS DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES INCLUIDOS DEBERAN DEVOLVERSE CON LAS COTIZACIONES

INSTRUCTIONS
1 QUOTATION MUST INDICATE UNIT PRICE TERMS OF PAYMENT SHIPMENT POINT, F O B POINT DATE OF DELIVERY AND TERM OF E FOR YOUR OFFER
2 QUOTATION MUST BE IN ACCORDANCE WITH THE PLANS AND SPECIFICATIONS INSERTED IN THIS REQUEST ANY EXCEPTION OR SUBSTITUTION IN OUR SPECIFICATIONS MUST BE CLEARLY IDENTIFIED
3 ALL DRAWINGS & SPECIFICATIONS ATTACHED TO THIS REQUEST MUST BE RETURNED WITH YOUR QUOTATION

CONDICIONES DE PAGO
TERMS

C & F
F O B

LUGAR DE EMBARQUE
PLACE OF SHIPMENT

NOMBRE FIRMA Y SELLO DEL PROVEEDOR
SUPPLIER SEAL, SIGNATURE AND NAME

FIRMA AUTORIZADA
AUTHORIZED SIGNATURE

NOMBRE
NAME

COM 2

ORIGINAL

FIG. N° 3

No DE EQUIPO
EQUIPMENT PART

TABLA COMPARATIVA
COMPARATIVE TABLE FORM

HOJA _____ DE _____
SHEET

PLANTA _____
PLANT

PROYECTO _____
PROJECT

FECHA _____
DATE

DESCRIPCION DESCRIPTION	PROVEEDORES BIDDERS				

PEDIDO

LAS CONDICIONES DE ESTE PEDIDO APARECEN AL REVERSO FAVOR DE LEERLAS
THE CONDITIONS AND TERMS OF THIS ORDER APPEAR AT THE BACK, PLEASE READ THEM

A:
TO:

ATENCION:
ATTENTION:

PEDIDO
PURCHASE ORDER

No PROYECTO / No PROGRESIVO

HOJA

LOS NUMEROS DE ESTE PEDIDO DEBEN APARECER EN TODOS LOS EMBARQUES, DOCUMENTACION, FACTURAS Y ECARES CORRESPONDENCIA RELATIVA AL MISMO
THE NUMBERS ON THIS PURCHASE ORDER MUST APPEAR ON ALL THE SHIPMENTS, SHIPPING PAPERS, INVOICES AND CO RRESPONDENCE

FECHA
DATE

CLAVE ORDEN DE COMPRA

AZULES	NEGRO	VERDE	ROJO

EMBARCAR A
SHIP TO:

FACTURAR A:
INVOICE TO:

COBRESE EN:
COLLECT IN:

PARTIDA ITEM	CANTIDAD QUANTITY	UNIDAD UNIT	AREA	DESCRIPCION DESCRIPTION	PRECIO UNITARIO UNIT PRICE	PRECIO TOTAL TOTAL PRICE

FECHA DE EMBARQUE
SHIPMENT DATE

LAB
FOB

VIA
VIA

FORMULO

CONDICIONES DE PAGO
TERMS

ACEPTAMOS LAS CONDICIONES PRECIOS Y TIEMPOS DE ENTREGA ESTIPULADOS EN ESTE PEDIDO Y ANEXOS QUE LO ACOMPANAN

NOMBRE

FIRMA

FECHA

DIA | MES | ANO

EN CASO DE PEDIDOS AZULES O ROJOS
COMPRA HECHA POR CUENTA Y ORDEN
PURCHASE REQUESTED AND APPROVED

DE
BY

NOMBRE:
NAME

FIRMA AUTORIZADA
AUTHORIZED SIGNATURE

NOMBRE

FIRMA

COM 3

PROVEEDOR

FIG. Nº 5

REPORTE DE INSPECCION

PARA:

PROYECTO NO PED.

DESCRIPCION

PROVEEDOR

CONTACTO

ORDEN DE TALLER

REPORTE NO FECHA

VISITA ( ) TELEFONO ( ) CABLE ( )

SE ANEXA HOJA _____ DE _____ SI ( ) NO ( )

PROXIMO CONTACTO

AVANCE (%)

	0	20	40	60	80	100	%
INGENIERIA							TOTAL
PROCURACION							
FABRICACION							

ENTREGA SEGUN PEDIDO

FECHA ESTIMADA ACTUAL

FECHA ESTIMADA ANTERIOR

RETRASO TOTAL EN SEMANAS

CAUSAS PARA ESTE CAMBIO:

DESCRIPCION DE ANEXOS

OBSERVACIONES DE INSPECCION:

INSPECTOR

OBSERVACIONES DEL PROYECTO

FIG. N° 6

RELACION DE PEDIDOS PARA INSPECCION

INSPECTOR_____

HOJA____DE_____

REPORTE SEMANAL PROYECTO_____ FECHA_____

PEDIDO Nº	PROVEEDOR	EQUIPO	FECHA DE ENTREGA ORIGINAL	FECHA ESTIMADA DE ENTREGA	LAB	AVANCE %	RETRASO POSIBLE SEMANAS	OBSERVACIONES

FIG. Nº 7

RECEPCION E INSPECCION DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

OBRA
PROJECT

MR. ____ / ____ / ____
No PROYECTO / No PEDIDO / No PROGRESIVO

PROVEEDOR
VENDOR

RECIBIDO EN:
RECEIVED ON:

FECHA DATE

REMISION No.

TRANSPORTES:
PARE:

TALON No.

PARTIDA ITEM	CANTIDAD QUANTITY	UNIDAD UNIT	AREA	DESCRIPCION DESCRIPTION	CANTIDAD RECIBIDA	VALOR TOTAL RECIBIDO

ESTE MR NO ES PEDIDO
MR IS NOT A PURCHASE ORDER

EMBARCO

NOMBRE

FIRMA

RECIBIO:

NOMBRE

FIRMA

ALM-4

071003

CONTABILIDAD MEXICO

FIG. Nº 8

LISTA DE MATERIALES

PROYECTO _____ _____ No. L M. _____

(MATERIAL o' EQUIPO)

FECHA _____ HOJA _____

UBICACION _____

REV	T	PART.	CANTIDAD	U	D E S C R I P C I O N	AREA	C O D I G O

CONTRATO NO._____

CONTRATO DE OBRAS QUE POR CUENTA Y ORDEN DE QUE EN ADELANTE SE DENOMINARA EL "CLIENTE" CELEBRAN POR UNA PARTE " ", QUE EN ADELANTE SE DENOMINARA " ", REPRESENTADA POR EL SEÑOR EN SU CARACTER DE CON DOMICILIO EN . Y POR OTRA PARTE QUE EN ADELANTE SE DENOMINARA EL "SUBCONTRATISTA", REPRESENTADA POR EL SEÑOR EN SU CARACTER DE Y CON DOMICILIO EN

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

PRIMERA.- declara que desea llevar a cabo los trabajos de

Ubicada en

SEGUNDA.- El "SUBCONTRATISTA" declara bajo protesta de decir verdad que se encuentra establecido conforme a la Ley, que cuenta con medios propios, herramientas, equipo, personal, etc., que está registrado en la Secretaría de Hacienda bajo el No. y como patrón ante el I.M.S.S. bajo el No. y que su No. de Ingresos Mercantiles es , que conoce el lugar de la obra, clase de trabajo así como el proyecto, especificaciones, planos y programa de obra que han sido preparados y desarrollados por para y acepta llevar a cabo la obra en las condiciones que se estipulan en el presente instrumento al tenor de las siguientes:

C L A U S U L A S

PRIMERA.- OBJETO DEL CONTRATO.- El "SUBCONTRATISTA" conviene de acuerdo con el presente Contrato, en llevar a cabo los trabajos señalados en la Declaración Primera con valor total de

de acuerdo con las cantidades de obra del Anexo "C".

FIG. 10

SEGUNDA.- INSTRUCCIONES.- El "SUBCONTRATISTA" se sujetará a los planos y dibujos, especificaciones y programa de obra que se agregan a este Contrato como Anexo "A", "B" y "C", respectivamente, firmados por ambas partes, para que formen parte del mismo.
Cualquier cosa indicada en uno de los Anexos mencionados y no mostrada en cualquier otro, surtirá efecto como si estuviera mostrada en todos los documentos. En cualquier caso en que el "SUBCONTRATISTA" encuentre discrepancia en las figuras, dibujos, planos o especificaciones, o encuentre omisión de alguno o algunos de los trabajos, o estime necesario hacer alguna modificacion se la comunicará a . por escrito, por conducto del "Superintendente"y entre éste y el "SUBCONTRATISTA" decidan de común acuerdo si se acepta el cambio o modificación sugerida. Si subsiste la discrepancia, se procederá en la forma establecida en la Cláusula Quinta.

TERCERA.- RESPONSABILIDADES.

a).- PERSONAL Y EMPLEADOS
El "SUBCONTRATISTA" se obliga a desempeñar los trabajos materia de este Contrato, con equipo, herramientas y trabajadores propios.
Por lo tanto, . y/o el "CLIENTE" no tendrá ningunos nexos con dichos empleados y trabajadores, ni facultades para dirigir las labores de los mismos. Tampoco será responsable de los accidentes que éstos pudieran sufrir durante los trabajos o con motivo o en ocasión de ellos. En consecuencia, cualquier responsabilidad que resulte con motivo de la aplicación de la Ley Federal del Trabajo o por el ejercicio que de sus legítimos derechos hagan los trabajadores, lo asume íntegramente el "SUBCONTRATISTA". Si en estos supuestos las autoridades competentes para resolver sobre conflictos obreros condenan a y/o el "CLIENTE" en cumplimiento de prestaciones a favor de los trabajadores del "SUBCONTRATISTA", éste se obliga a reembolsar a y/o el "CLIENTE" el monto de dichas prestaciones sin que sea obstáculo para ello el que se alegue que y/o el "CLIENTE"no contestó la demanda o que no se excepcionó debidamente de ella.
Queda expresamente convenido que será por cuenta y obligación del "SUBCONTRATISTA", el uso de cascos, letreros, extinguidores, señales y equipo de seguridad del personal, la transportación de su personal, la transportación de su propio equipo y herramientas todas éstas al lugar donde se desarrollen los trabajos. Todo el personal y empleados del "SUBCONTRATISTA" estarán sujetos a la estricta observancia y práctica de los Reglamentos de trabajo, higiene y seguridad de y/o el "CLIENTE" y del nuevo Reglamento de Seguridad e Higiene especificada en la Ley Federal del Trabajo.

b).- PERMISOS Y LICENCIAS
El trabajo se apegará a todas las Leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes en el sitio donde se efectuará el trabajo contratado. En el caso de que el trabajo efectuado por el "SUBCONTRATISTA" no se apegue a dichas Leyes, el "SUBCONTRATISTA" efectuará -

las alteraciones que requieran las autoridades que tengan jurisdicción a efecto de cumplir con ellas, sin costo adicional alguno para y/o el "CLIENTE".
Toda licencia o permiso de naturaleza temporal que se requiera para el avance del trabajo, lo conseguirá y lo pagará el "SUBCONTRATISTA", salvo aclaración expresa.
El "SUBCONTRATISTA" deberá hacer todos los arreglos relacionados con la sindicalización correspondiente al personal que ocupe para la ejecución de la obra objeto del presente Contrato. El "SUBCONTRATISTA" informará a y/o el "CLIENTE", por escrito , de los convenios con él o con los Sindicatos.

c).- PROTECCION DEL TRABAJO Y DE LA PROPIEDAD
El "SUBCONTRATISTA" declara que opera con medios propios y conviene expresamente en que serán por cuenta y a su cargo todas las responsabilidades con motivo de perjuicios a terceros que se ocasionen por la realización de los trabajos que el "SUBCONTRATISTA" ejecutará en los términos de este Contrato; para lo cual, el "SUBCONTRATISTA" obtendrá de una Aseguradora legalmente establecida, un seguro de responsabilidad civil por daños en propiedad ajena y por daños a terceros hasta un límite de ----------
$ ( )
así como las que se deriven en favor de los trabajadores o empleados que contrate, de acuerdo con la Ley de la materia o con los contratos de trabajo respectivos. En consecuencia el "SUBCONTRATISTA" releva desde ahora expresamente a y/o el "CLIENTE" de cualquier reclamación o responsabilidad proveniente de la Ley, de los contratos de trabajo que celebre el "SUBCONTRATISTA" con sus trabajadores o empleados y en el caso de que y/o el "CLIENTE" fuere demandado ante los tribunales, por los trabajadores o empleados que tome a su servicio el "SUBCONTRATISTA", éste se obliga a pagar a y/o el "CLIENTE" cualquier cantidad que erogaran por concepto de resoluciones condenatorias.
Los trabajos relacionados con este Contrato y ejecutados previa autorización de y/o el "CLIENTE", por el "SUBCONTRATISTA". serán de la absoluta incumbencia del "SUBCONTRATISTA", el que será siempre y en cualquier momento el único responsable ante y/o el "CLIENTE" de la ejecución y desarrollo de los mismos en tiempo y forma.

CUARTA.- OBLIGACIONES LEGALES DEL SUBCONTRATISTA.- El "SUBCONTRATISTA" se obliga a cumplir puntualmente con todas las Leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables a la clase de obra materia de este Contrato; a gestionar las licencias necesarias, a cubrir por su cuenta el importe de licencias y derechos, salvo aclaración expresa señalada de otra manera en el contrato, las multas, recargos, etc., que provengan de infracciones a las Leyes, reglamentos y demás disposiciones mencionadas y a resarcir en su caso a y/o el "CLIENTE" de cualquier gasto que tuvieren que hacer por estos conceptos.

QUINTA.- DESACUERDOS.- En todos aquellos casos en que el "Superintendente" de y/o el "CLIENTE" y el "SUBCONTRATISTA" o su Representante no logren llegar a un acuerdo en un plazo de 24 (veinticuatro) horas, intervendrá desde luego una autoridad en la materia designada por y/o el "CLIENTE", para tratar de resolver los problemas y discrepancias de que se trate, en un plazo de 48 (cuarenta y ocho) horas, obligándose las partes a acatar el acuerdo a que en su caso se llegue. Si no se lograse el acuerdo, se hará constar por escrito esta circunstancia y el "SUBCONTRATISTA" deberá seguir las instrucciones de y/o el "CLIENTE", sin responsabilidad para el "SUBCONTRATISTA" en lo que se refiere al punto discutido.

SEXTA.- TRASPASOS.- El "SUBCONTRATISTA" no podrá ceder o traspasar en todo o en parte, los derechos y obligaciones derivados de este Contrato en favor de un tercero, salvo el caso de que y/o el "CLIENTE" dé previamente por escrito su conformidad al respecto.

SEPTIMA.- RESCISION DEL CONTRATO.- y/o el "CLIENTE" podrá dar por rescindido este Contrato, sin responsabilidad, en caso de incumplimiento de cualquiera de las obligaciones que asume el "SUBCONTRATISTA", dando a éste aviso por escrito con anticipación de diez días calendario, en la inteligencia de que el "SUBCONTRATISTA" deberá en todo caso indemnizar a por los daños y perjuicios que se causen a ésta. En general será causa de rescisión de este Contrato el incumplimiento por parte de los contratantes de cualquiera de las obligaciones que le impone el mismo.

OCTAVA.- OTROS CONTRATOS.- y/o el "CLIENTE" pueden contratar con terceros, trabajos adicionales a la obra y el "SUBCONTRATISTA" deberá cooperar con los demás Subcontratistas ejecutando sus trabajos de manera de no entorpecer los de los otros Subcontratistas o los que directamente ejecute y/o el "CLIENTE" y recíprocamente.

NOVENA.- MATERIALES Y MANO DE OBRA.- Si por alguna circunstancia no pueden usarse en la obra equipos, materiales o artículos de las características que aparecen en las especificaciones del Anexo "D", y/o el "CLIENTE" decidirá la clase de equipos, materiales o artículos que deben utilizarse.
El "SUBCONTRATISTA" deberá proporcionar a y/o el "CLIENTE" para su aprobación, el nombre del fabricante de la maquinaria, material o artículos que se necesiten para los trabajos y cualesquiera otros datos que solicite y/o el "CLIENTE". La maquinaria, equipo, materiales y artículos que hayan sido usados o instalados sin la debida aprobación de y/o el "CLIENTE" podrán ser rechazados y y/o el "CLIENTE" podrá en su caso, requerir al "SUBCONTRATISTA" para que remueva el trabajo ejecutado cuando y/o el "CLIENTE" lo encuentre incorrecto o defectuoso, todo lo cual deberá hacerlo el "SUBCONTRATISTA" por su cuenta. Si el "SUBCONTRATISTA" no atiende al requerimiento de que se trate, y/o el "CLIENTE" podrá proceder libremente a reconstruir la obra removida por cuenta y cargo del "SUBCONTRATISTA".

y/o el "CLIENTE" tendrán la opción de proporcionar ciertas -- partidas de material y/o equipo. Los materiales y/o equipo que deberán ser suministrados por . y/o el "CLIENTE" se enlistarán en el -- Anexo "C".
El "SUBCONTRATISTA" no aplicará honorarios al costo de los materiales - y/o equipo suministrados por y/o el "CLIENTE".
y/o el "CLIENTE" transportarán a su costo el material y/o --- equipo que suministren, hasta el lugar de la obra.
El "SUBCONTRATISTA" o el representante que reciba tales partidas extenderá el recibo correspondiente y será responsable a partir de ese momento por el cuidado, almacenamiento y control de los equipos o materiales recibidos.

DECIMA.- SUPERVISION DEL SUBCONTRATISTA.- El "SUBCONTRATISTA" deberá tener una persona competente, satisfactoria para y/o el "CLIENTE", que esté en el lugar de la Obra durante la ejecución de los trabajos, con autoridad, por escrito, para que éstos se lleven a cabo bajo su dirección, control y vigilancia, así como para asumir responsabilidades técnicas y administrativas. Si a juicio de y/o el "CLIENTE" el representante del "SUBCONTRATISTA" no es la persona adecuada, deberá ser substituido por otro en un plazo de siete días a partir de la fecha del aviso correspondiente.
El "SUBCONTRATISTA" mantendrá en todo tiempo en el sitio de la obra, -- una supervisión adecuada y una dirección y coordinación eficiente del trabajo contratado.

DECIMA PRIMERA.- RECEPCION DE LOS TRABAJOS.- Después de realizada la inspección final, debidamente aprobada por el "Superintendente" - se procederá a legalizar la recepción de la obra, mediante el Acta respectiva.

DECIMA SEGUNDA.- CALIDAD.- El "SUBCONTRATISTA" se obliga a entregar los trabajos objeto de este Contrato funcionando eficientemente en la obra, y conforme a Normas y Especificaciones.

DECIMA TERCERA.- PRECIOS.- y/o el "CLIENTE" pagará al "SUBCONTRATISTA" por la ejecución de las obras a que se refiere este -- Contrato, en las condiciones y términos estipulados, los precios y cantidades indicados en el Anexo "C" o según lo señalado en la Cláusula -- Décima Cuarta.

DECIMA CUARTA.- PRECIOS UNITARIOS PARA TRABAJOS ADICIONALES.- -- Cualquier trabajo adicional que efectúe el "SUBCONTRATISTA" durante el desarrollo de la obra, por orden y con autorización previa de y/o el "CLIENTE", le será pagado a los precios considerados en la Cláusula Décima Tercera. Cuando el trabajo adicional no quede incluido dentro de los precios a que se refiere el Anexo "C", tratarán de llegar a un acuerdo y/o el "CLIENTE" y el "SUBCONTRATISTA" en cuanto al precio unitario o al precio alzado del trabajo adicional.
En el caso de no llegar a un acuerdo en cuanto al precio, y/o el "CLIENTE" queda facultada para contratar este trabajo con un tercero o para hacerlo por administración, según convenga a sus intereses. La-

igualdad de circunstancias se dará preferencia al "SUBCONTRATISTA"

DECIMA QUINTA.- PAGOS.- y/o el "CLIENTE" cubrirán al "SUBCONTRATISTA" el importe de los trabajos materia de este Contrato., por medio de liquidaciones parciales que serán formuladas por el "Superintendente" en presencia del "SUBCONTRATISTA" o de su representante. Los pagos a que se refiere esta Cláusula, se harán de la siguiente -- forma:

a).- por ciento (%) del valor estimado en este Contrato como anticipo, dentro de los diez días calendario siguientes a la presentación de fianzas, seguros y además garantías que se estipulan en este Contrato, así como la de firma del mismo.

b).- por ciento (%) del valor de la estimación se entregará al "SUBCONTRATISTA" en efectivo dentro de los diez --- días calendario siguientes a la fecha en que sean aprobadas las estimaciones, las cuales deberán hacerse aproximadamente por los días 15 y 30 de cada mes.

c).- Diez por ciento (10%) del valor total de cada estimación será -- retenido por y/o el "CLIENTE" como garantía del cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades que asume el "SUBCONTRATISTA" y de la debida ejecución y del empleo de materiales y técnicas aprobadas, de acuerdo con este Contrato.

d).- por ciento (%) del valor total de cada estimación se descontará al "SUBCONTRATISTA" para amortizar el anticipo recibido de acuerdo con lo estipulado en el párrafo "a" de esta Cláusula. En dicha estimación el "SUBCONTRATISTA" puede tomar en consideración los materiales colocados en el lugar de la obra y los trabajos preparatorios que se necesitan para el desarrollo de la misma. Los pagos hechos al "SUBCONTRATISTA" no relevan a éste de su responsabilidad respecto a la calidad de los materiales y del trabajo ejecutado, ni lo exime de la obligación de reparar cualquier daño en la obra ni implica renuncia de y/o el "CLIENTE" al derecho de exigir el fiel cumplimiento de todos los términos y condiciones del presente Contrato.

e).- Los pagos por el valor de las estimaciones se harán al "SUBCONTRATISTA" siempre y cuando demuestre ante y/o el ----- "CLIENTE" que ha efectuado sus pagos al Instituto Mexicano del Seguro Social o a una Compañía Aseguradora, del personal a su cargo en la obra.

DECIMA SEXTA. GARANTIAS.- Para asegurar el debido cumplimiento de este Contrato, el "SUBCONTRATISTA" se obliga a:

a).- Garantizar el cumplimiento total de este Contrato y la buena calidad de los equipos y materiales, calidad técnica y de mano de obra, utilizados en los trabajos objeto de este Contrato durante un período de a partir de la fecha de recepción de los mismos por parte de y/o el "CLIENTE".

Para asegurar el cumplimiento de estas garantías, el "SUBCONTRA-

TISTA" se obliga a otorgar a favor de y/o el "CLIENTE" - una fianza por una Afianzadora legalmente establecida por un tiempo de ( ) meses y por la cantidad de ------ $ ( )
Valor que representa el 20% (veinte por ciento) del monto total de este Contrato y que garantiza el cumplimiento del mismo en todas - sus Cláusulas, así como la calidad de todos los materiales y de la mano de obra utilizados en los trabajos especificados en los Anexos de este Contrato.
El importe de la prima correspondiente será cubierto por el "SUB - CONTRATISTA". La presentación de la fianza deberá ser efectuada - dentro de los diez días siguientes a la fecha de la firma del Contrato y devuelta al "SUBCONTRATISTA" conforme a lo estipulado en - la Cláusula Décima Séptima del presente Contrato.

b).- Entregar a y/o el "CLIENTE" una fianza por el valor del- anticipo señalado en el Inciso "a" de la Cláusula Décima Quinta y- a nombre de y/o el "CLIENTE".
La cancelación de la fianza se hará conforme a lo estipulado en la Cláusula Décima Séptima
Queda entendido y convenido que correrá por cuenta del "SUBCONTRA- TISTA" todos los gastos que sea necesario efectuar para cualquier- trabajo o trabajos que sean requeridos durante el tiempo de la garantía ya sea por defectos del equipo, del material, de la mano de obra o técnicos

c).- Queda a juicio del "SUBCONTRATISTA" obtener una sola fianza cu --- briendo los conceptos de los incisos "a" y "b" de esta Cláusula Décima Sexta.

d).- Queda entendido y convenido que si el "SUBCONTRATISTA" no inicia - los trabajos objeto de este Contrato, dentro del plazo fijado en - la Cláusula Décima Octava o si una vez principiados no los termina dentro de los quince días calendario siguientes a la fecha de terminación fijada en la misma Cláusula Décima Octava, se hará efectiva a favor de y/o el "CLIENTE" la fianza de garantía y - cumplimiento del Contrato a que se refiere la presente Cláusula, - en el inciso "a", quedando insubsistente por tal motivo, el pre -- sente Contrato.

DECIMA SEPTIMA.- SUBSISTENCIA DE LAS GARANTIAS.- El importe del - diez por ciento (10%) de las liquidaciones parciales a que se refiere - la Cláusula Décima Quinta, inciso "c", será entregado al "SUBCONTRATISTA" treinta días calendario después de que y/o el "CLIENTE" reci - ba la obra a su entera satisfacción y siempre y cuando el "SUBCONTRATISTA" haya demostrado haber pagado todos sus impuestos y cuotas al Instituto Mexicano del Seguro Social o a la Compañía Aseguradora de su personal utilizado en la obra. La entrega al "SUBCONTRATISTA" del fondo de garantía no releva de su responsabilidad en lo que se refiere a la calidad de los trabajos.
La fianza por el valor del anticipo a que se refiere el inciso "b" de la Cláusula Decima Sexta será devuelta al "SUBCONTRATISTA" a la termina --

ción de los trabajos objeto de este Contrato o antes de la terminación a juicio de ' " y/o el "CLIENTE"

DECIMA OCTAVA.- TIEMPOS DE INICIACION Y TERMINACION.- El "SUBCONTRATISTA" se obliga a iniciar y terminar los trabajos objeto de este -- Contrato dentro de los días calendario señalados - en el calendario de obra del Anexo "E", mismo que forma parte integrante de este Contrato.
Si el "SUBCONTRATISTA" no puede iniciar la obra por cualquiera que sea la causa, dentro del plazo fijado por el Anexo "E", deberá solicitar -- permiso por escrito de y/o el "CLIENTE" para retardar la iniciación de los trabajos, aduciendo las causas o motivos que lo ameriten En caso contrario quedará sujeto a las penas señaladas en la Cláusula - Vigésima Primera.
El "SUBCONTRATISTA" recabará constancias de las fechas de iniciación y - de terminación de la obra, las que serán extendidas por el "Superintendente" para los efectos de esta Cláusula Décima Octava.

DECIMA NOVENA.- SUSPENSION.- Si el "SUBCONTRATISTA" suspende injustificadamente los trabajos materia de este Contrato, por un período continuo de siete días calendario, ' y/o el "CLIENTE" puede dar por terminado este Contrato, sin responsabilidad alguna, mediante notificación al "SUBCONTRATISTA" o exigir su cumplimiento, quedando el --- "SUBCONTRATISTA" obligado, en ambos casos al pago de los daños y perjuicios que se causen a y/o el "CLIENTE".

VIGESIMA.- SUSPENSION DE LA OBRA.- Si por causas ajenas al "SUBCONTRATISTA", y/o el "CLIENTE" resolvieren suspender los trabajos objeto de este Contrato, temporal o definitivamente, lo notificará al "SUBCONTRATISTA" por escrito con siete días calendario de anticipa ión, liquidando al "SUBCONTRATISTA" la parte de obra ejecutada conforme a los precios estipulados, a lo cual se agregará el valor de los materiales que hubiere adquirido el "SUBCONTRATISTA", antes de la notificación, los que quedarán en poder y serán propiedad de y/o el "CLIENTE" y una parte proporcional, que fijarán las partes de común acuerdo, de los gastos que hubiere de efectuar el "SUBCONTRATISTA", tomando en cuenta el adelanto de los trabajos en la fecha de suspensión de los mismos.

VIGESIMA PRIMERA.- PENAS.- Si transcurridos los plazos para la -- iniciación o ejecución de la Obra, el "SUBCONTRATISTA" no ha comenzado o terminado respectivamente, en forma satisfactoria, dicho "SUBCONTRATISTA" se obliga a pagar a y/o el "CLIENTE" la cantidad de - $ ( )
valor que representa el ( ) al millar del monto total - del presente Contrato, por cada día calendario que transcurra en exceso del plazo estipulado, cantidades que podrán ser deducidas de las liquidaciones pendientes o ser cubiertas con el importe del diez por ciento (10%) de retención de las liquidaciones a que se refiere la Cláusula Décima Quinta inciso "c" o hacerse efectivas de las fianza en su caso, hasta quedar totalmente pagado el adeudo que el "SUBCONTRATISTA" hubiere contraido por este concepto.

Para los efectos de aplicación de esta multa queda claramente establecido que:

a).- Se entenderá como fecha de entrega final aquella en la cual los equipos y/o trabajos objeto de este Contrato estén totalmente terminados y listos para su inspección final y pruebas, siempre y cuando éstas resulten satisfactorias y los equipos y/o trabajos sean aceptados por el "Superintendente" de y el representante del "CLIENTE".

b).- La multa no será aplicada cuando se compruebe a satisfacción de y/o el "CLIENTE" que el retraso en la entrega de los trabajos y/o equipo y/o materiales, objeto de este Contrato, es debido a causas de fuerza mayor, entendiéndose como tales las huelgas, guerras, incendios, etc.

c).- El "SUBCONTRATISTA" considera el tiempo de entrega estipulado como suficiente para cumplir con las obligaciones contraídas al aceptar el presente Contrato. Para la aplicación de la multa no serán justificables los retrasos o demoras que tenga el "SUBCONTRATISTA" en la recepción de sus materiales y accesorios requeridos para la construcción de la obra materia de este Contrato.

VIGESIMA SEGUNDA.- REGISTROS E IMPUESTOS.- El "SUBCONTRATISTA" se obliga a comprobar ante y/o el "CLIENTE", su registro en el Directorio de Control de la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio, así como a proporcionar oportunamente a dicha Dirección mediante las formas impresas correspondientes, la información relativa a las Obras que ejecute.
Queda expresamente convenido que todos los pagos al "SUBCONTRATISTA" se harán contra la entrega de recibos o facturas que satisfagan todos los impuestos que se causen con motivo de la celebración de este Contrato o de los ingresos o utilidades que perciba el "SUBCONTRATISTA", mismas que serán por cuenta exclusiva de éste.

VIGESIMA TERCERA.- CAMBIOS EN EL PROYECTO.- y/o el "CLIENTE" puede, en cualquier momento, dando aviso al "SUBCONTRATISTA" con la debida anticipación (mínimo 72 horas) hacer cambios, modificaciones, ampliaciones en los planos, dibujos o especificaciones relativos a la obra a que se refiere este Contrato. Si los cambios en el proyecto causan un aumento o disminución en la cantidad de obra, o un aumento o disminución del tiempo para su terminación, se harán constar por escrito estas circunstancias y los documentos respectivos, firmados por ambas partes, se agregarán a este Contrato, para que formen parte del mismo. Estos documentos deberán ser presentados por el "SUBCONTRATISTA" en un término de diez días como máximo, después de comunicado el cambio.
Esta cláusula no autoriza al "SUBCONTRATISTA" a interrumpir la ejecución general de los trabajos, salvo el caso en que y/o el "CLIENTE" ordene expresamente y por escrito esa interrupción y en el caso en que a propuesta del "SUBCONTRATISTA", y/o el "CLIENTE" autorice por escrito la interrupción parcial o total de los trabajos.

VIGESIMA CUARTA.- INSPECCION.- Durante la elaboración de la obra-

a que se refiere el presente Contrato, y/o el "CLIENTE" tendrá derecho de vigilar el exacto cumplimiento de los proyectos, planos y dibujos, especificaciones, etc., así como supervisar y exigir la correcta ejecución de los trabajos.
Esta vigilancia la llevará a cabo, y/o el "CLIENTE" por medio de un representante que nombrará al efecto y que será reconocido y designado como "Inspector" y/o "Superintendente"; y/o el "CLIENTE" queda facultada para cambiar al "Inspector" y/o "Superintendente", según convenga a sus intereses, cuidando de no dejar vacante este cargo, para no entorpecer el desarrollo de la Obra.
Todas las cuestiones que se susciten relativas a la interpretación de los planos o especificaciones, serán resueltas por el "Inspector" y/o "Superintendente".
Todo el trabajo contratado se ejecutará a satisfacción del "Inspector" y/o "Superintendente" quien decidirá todas las cuestiones que surjan referentes a la calidad y aceptación de los materiales suministrados, trabajo ejecutado, interpretación de los planos y especificaciones, procedimientos de ejecución, seguridad en la Obra, velocidad en el avance del trabajo y en general el cumplimiento del Contrato. Todos los materiales y mano de obra destinados al trabajo, ya sea que esté indicado o nó, en las especificaciones o en los planos y dibujos, estarán sujetos a inspección y examen del "Inspector" y/o "Superintendente" todas las veces que se estime necesario, lo mismo en el lugar donde se fabrique que en la Obra.
El material o mano de obra que haya sido desechado, por no ajustarse a las especificaciones convenidas, deberá ser substituido por el "SUBCONTRATISTA" con el material o mano de obra apropiado, sin cargo adicional alguno para y/o el "CLIENTE". Si el "SUBCONTRATISTA" no procediera inmediatamente a reemplazar el material o mano de obra desechado, y/o el "CLIENTE" puede libremente reemplazar el material o mano de obra defectuoso y cargar al "SUBCONTRATISTA" el costo de los trabajos respectivos.
El "Inspector" y/o Superintendente" tendrá autoridad para suspender los trabajos total o parcialmente, por un período de tiempo que juzgue necesario, debido a ciertas condiciones que se juzguen poco favorables para la ejecución satisfactoria del trabajo o por un período de tiempo que sea necesario en función de fallas del "SUBCONTRATISTA" o por incumplimiento de cualquiera de las Cláusulas y Anexos del Contrato. No se otorgará ningún tipo de compensación adicional al "SUBCONTRATISTA" en función de tales suspensiones, salvo los casos de fuerza mayor y/o casos fortuitos.
El "SUBCONTRATISTA" deberá suministrar, sin cargo adicional para y/o el "CLIENTE" todos los medios y facilidades, incluyendo el trabajo y materiales necesarios, para una inspección segura y conveniente, así como las pruebas que puedan ser requeridas por el "Inspector" y/o "Superintendente".
Toda la inspección o prueba realizada por y/o el "CLIENTE", deberá ser ejecutada en forma y medida que no demore el trabajo. Las pruebas deberán ser hechas como las describen las especificaciones al respecto.
Antes de dar el trabajo por terminado, y/o el "CLIENTE" hará un examen de la Obra ya lista para su recepción, para lo cual proporcio-

nará el "SUBCONTRATISTA" las facilidades, mano de obra y materiales necesarios, hasta dejar limpia y sin obstáculos la parte que se pretende inspeccionar o examinar.
Si la parte del trabajo que se examina, se encuentra con algún defecto, el "SUBCONTRATISTA" deberá reconstruir o reparar a su costa las partes defectuosas.
El "SUBCONTRATISTA" deberá tener los trabajos en condiciones de poder ser examinados, en cualquier momento. Sin embargo, si para hacer un examen o inspección es necesario destruir o quitar obra que se encuentre bien construida, los gastos relativos serán por cuenta de y/o el "CLIENTE", tanto en la remoción como en la reconstrucción, siempre que se haya dado aviso oportuno a y/o el "CLIENTE" para examinar dicho trabajo antes de cubrirlo.
Los materiales sujetos a inspección, que deban ser incorporados a la Obra, serán examinados en el lugar donde se ejecuta ésta. Sólo en casos especiales y cuando el "Inspector" y/o "Superintendente" lo crea conveniente y la cantidad lo justifique, se podrán examinar los materiales en el lugar de producción, fabricación o embarque y siempre que las especificaciones no indiquen el lugar en que se deba proceder a hacer exámenes. La inspección y aceptación de los materiales en los lugares de producción, fabricación o embarque, no exime al "SUBCONTRATISTA" de ninguna de las obligaciones que le impone este Contrato, ni ponen a cargo de y/o el "CLIENTE" las pérdidas o daños que dichos materiales puedan sufrir en tránsito, estando siempre sujetos a la inspección final que se haga de los mismos y de su uso en la ejecución de la Obra.

VIGESIMA QUINTA.- JURISDICCION DE LOS TRIBUNALES.- Para todo lo relativo al cumplimiento de este Contrato, así como para cualquier controversia que se suscite con motivo de su interpretación o ejecución, las partes se someten a la jurisdicción de los tribunales de la Ciudad de México y a las Leyes Federales aplicables, renunciando al efecto al fuero de cualquier otro domicilio que pudiera corresponderles. Para todo aviso o notificación que deban darse las partes, señalan como sus domicilios los consignados al principio de este Contrato.

Para constancia se firma el presente Contrato a los

en la Ciudad de México, D.F.

EL "SUBCONTRATISTA"

_____ _____

TESTIGO TESTIGO

_____ _____

APROBADO Y AUTORIZADO

_____

ANEXO "D"

CONDICIONES GENERALES

INDICE

NUMERO	CONCEPTO	PAGINA
1	DEFINICIONES	1
2	PLANOS DE TALLER	1
3	MATERIALES Y EQUIPOS SUMINISTRADOS POR EL "CLIENTE"	2
4	ESPUELAS DE FERROCARRIL	2
5	CAMINOS	2
6	AIRE COMPRIMIDO, AGUA Y ENERGIA ELECTRICA	2
7	GAS	3
8	TRAZO DE LA OBRA	3
9	RESPONSABILIDADES GENERALES DEL "SUBCONTRATISTA"	3
10	CORTES, TALADROS Y PARCHES	3
11	OFICINA DE CAMPO PARA EL REPRESENTANTE DEL "CLIENTE"	3
12	IDENTIFICACIÓN DE EMPLEADOS Y TRABAJADORES	4
13	ACCESO A EDIFICIOS DEL "CLIENTE"	4
14	MATERIALES COMBUSTIBLES	5
15	MOVIMIENTO DE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTA	5
16	SEGUROS Y FIANZAS POR PARTE DEL "SUBCONTRATISTA"	5
17	SEGUROS DE INCENDIO Y RIESGOS EXTENDIDOS	6
18	DERECHOS DEL "CLIENTE" Y OCUPAR EL SITIO	6
19	RELACION ENTRE "SUBCONTRATISTA" Y DESTAJISTA.	6
20	DERECHOS DE "BICONSA" DE RESCISION DEL CONTRATO.	6
21	DERECHO DEL "SUBCONTRATISTA" DE SUSPENDER LA OBRA O DE TERMINAR EL CONTRATO	7
22	REGALIAS Y PATENTES	9
23	SINDICATOS	9

ANEXO "D"

CONDICIONES GENERALES
BASES DE CONTRATACION

1.- DEFINICIONES

1.1 Las siguientes definiciones se aplicarán a los términos sados en los Documentos Contractuales.

1.2 El término "CLIENTE" significará

1.3 El Contratista General y/o Director de la Obra, que se abreviará como , en el cuerpo de estas Condiciones se referirá a

1.4 El término "Superintendente" significará representante de -- con todas las obligaciones y derechos inherentes a su - cargo.

1.5 El término "SUBCONTRATISTA" se refiere al individuo, firma o compañía que tenga vigente un contrato con , para el suministro de mano de obra y/o equipo y/o material para el trabajo- contratado con el "CLIENTE".

1.6 Los términos "trabajo" u "obra" cuando se utilicen en el presente Documento, se interpretará como toda la actividad encaminada a la ejecución o realización de un contrato vg.: el suministro de material, equipo o mano de obra, etc.

1.7 Cuando el "CLIENTE" determine el autorizar la ejecución de - trabajos, mediante una "Orden de Trabajo", la aceptación por escrito por parte del "SUBCONTRATISTA" del recibo de dicha Orden de Trabajo, constituirá un convenio entre ambos.

2.- PLANOS DE TALLER

2.1 El "SUBCONTRATISTA" someterá para su aprobación, planos de - taller de todo el equipo que propone comprar o fabricar, para incorporarlo al trabajo, tales planos mostrarán en detalle los materiales de construcción, métodos de trabajo, ensamble, montaje, -- etc. Estos planos deberán ser porporcionados en original a la -- atención de ,/o el "CLIENTE".

2.2 La verificación y aprobación de planos de taller por - y/o el "CLIENTE", se efectuará en lo referente a arreglo general, apariencia y cumplimiento de Especificaciones, etc. Tal --- aprobación de planos de taller, no librará al "SUBCONTRATISTA" de la responsabilidad por errores u omisiones que aparezcan en dichos planos.

2.3 Aquellos planos de taller que no se aprueben, serán corregidos según indicaciones y regresados a y/o el "CLIENTE", para aprobación antes de ser utilizados en el trabajo.

3.- MATERIALES Y EQUIPOS SUMINISTRADOS POR y/o el "CLIENTE"

3.1 y/o el "CLIENTE" tendrá la opción de proporcionar ciertas partidas de material o equipo que deberán ser suministrados por " y/o el "CLIENTE". Mismos que se enlistarán en los Anexos del Contrato, según cantidades y precios.

3.2 y/o el "CLIENTE" transportará a su costo, el material o equipo que suministre, hasta el sitio de la Planta, pero la descarga y manejo de tal material, dentro del terreno de la Planta, será responsabilidad del "SUBCONTRATISTA", así como de pérdidas, robo o destrucción.

3.3 El "Superintendente" será avisado cuando menos con 48 horas de anticipación, cuando se vaya a requerir material por parte de y/o el "CLIENTE" para que sea entregado en el sitio de la Planta. El "SUBCONTRATISTA" deberá extender un recibo al recibir dicho material.

4.- ESPUELAS DE FERROCARRIL

4.1 Al "SUBCONTRATISTA" se le permitirá el uso de las espuelas de Ferrocarril propiedad del"CLIENTE" y de las áreas de almacenamiento adyacentes, cuando tal uso no interfiera con el trabajo de y/o el "CLIENTE" o de otros, ejecutando trabajo para y/o el "CLIENTE".

4.2 El "SUBCONTRATISTA" será el consignatario de todos sus embarques de material o equipo y pagará cualquier cargo de demora en sus embarques por ferrocarril.

5.- CAMINOS

5.1 Los caminos existentes de la Planta y designados por y/o el "CLIENTE" para tal uso, estarán accesibles al "SUBCONTRATISTA" pero la utilización de ellos por parte del "SUBCONTRATISTA" estará sujeta a los reglamentos de tráfico y seguridad de y/o el "CLIENTE".

6.- AIRE COMPRIMIDO; AGUA; ENERGIA ELECTRICA

6.1 Cuando y/o el "CLIENTE" tengan tales servicios establecidos en el sitio, se efectuarán los arreglos necesarios para que el "SUBCONTRATISTA" pueda efectuar conexiones temporales, y se brindarán estos servicios a medida que los requerimientos de la construcción los requieran, sin costo alguno al "SUBCONTRATISTA".

6.2 El "SUBCONTRATISTA" proveerá todo el equipo y las líneas temporales de distribución que se requieran para su trabajo o el de sus destajistas y removerá tales líneas temporales al terminar el trabajo.

6.3 Cuando y/o el "CLIENTE" no tenga tales servicios establecidos en el sitio, el "SUBCONTRATISTA" hará los arreglos necesarios para suministrarlos y absorberá el costo total de los mismos, incluyendo cargos por servicios y energía.

7.- GAS

7.1 El "SUBCONTRATISTA" proveerá todo el gas y vapor que él requiera en el sitio de la obra, con la excepción del caso en que el vapor o gas vaya a ser permanentemente conectado a los edificios o equipos de proceso que instale el "SUBCONTRATISTA"; en este caso, se proveerá al "SUBCONTRATISTA" de cantidad adecuada de vapor o gas para efectuar las pruebas y ajustes del equipo, sin costo alguno para el "SUBCONTRATISTA" .

8.- TRAZO DE LA OBRA

8.1 y/o el "CLIENTE" establecerá líneas base y bancos de nivel en el sitio de la Obra, que servirán de base para los trabajos. La responsabilidad de todos los demás trazos, niveles y medición del trabajo será por cuenta y a cargo del "SUBCONTRATISTA", quien empleará personal competente para este fín.

9.- RESPONSABILIDADES GENERALES DEL "SUBCONTRATISTA"

9.1 El "SUBCONTRATISTA" suministrará tejabanes temporales, cajas de herramienta, servicios para almacenamiento de material, servicios sanitarios y agua potable a manera de cubrir sus propios requerimientos y los de sus trabajadores.

9.2 En todo tiempo, el "SUBCONTRATISTA" mantendrá disciplina y orden entre sus empleados y trabajadores y será responsable de los daños y perjuicios que causaren.

10.- CORTES, TALADROS Y PARCHES

10.1 El "SUBCONTRATISTA" efectuará todos los cortes, taladros y parches del trabajo nuevo y del existente, que sean necesarios para la ejecución de la obra materia del Contrato, de acuerdo con los planos y especificaciones.

10.2 Toda construcción existente que se afecte por el proceso de la nueva construcción, se reparará o reemplazará para dejarla en su estado original, por cuenta del "SUBCONTRATISTA".

10.3 El corte y taladro de miembros de acero estructural, el corte a través de pisos, paredes, zapatas y particiones, se permitirá unicamente con el consentimiento previo de . y/o el "CLIENTE". Cuando sea necesario cortar, los cortes se efectuarán en una manera cuidadosa y bajo supervisión del "Residente" del "SUBCONTRATISTA", con instrucciones del "Superintendente".

10.4 Cualquier corte a través de elementos de acero estructural - de albañilería, será parchado o rellenado con materiales apropia - dos tal como lo ordene el "Superintendente". Se cuidará que los - cortes que efectúe el "SUBCONTRATISTA" en esta forma, no pondrán - en peligro el trabajo de cualquier otro contratista o de y/o el "CLIENTE".

11.- OFICINA DE CAMPO PARA EL REPRESENTANTE DEL "CLIENTE"

11.1 Cuando se requiera, el "SUBCONTRATISTA" proveerá una oficina de campo para uso exclusivo del "Superintendente" y/o Representante del "CLIENTE". Dicha oficina será construida sólidamente, sin- goteras, grietas y defectos similares y de buena apariencia o presentación.

11.2 Los requerimientos mínimos para dicha oficina de campo serán como siguen:

Area de Piso: m^2
Altura libre: m.
Ventanas con mosquiteros en tres lados, movibles y provistas de candados.
Alumbrado en suficiente cantidad para un nivel - de iluminación de 40-50 F'C.
Contactos (110 volts AC) según indicaciones del- "Superintendente" y/o el Representante del "CLIENTE".
Muebles: 1 planero, 1 perchero, 1 mesa embisagra da a pared de 0.90 x 1.80 m.

12.- IDENTIFICACION DE EMPLEADOS Y TRABAJADORES

12.1 Todos los empleados y trabajadores del "SUBCONTRATISTA" y de sus destajistas que entren dentro del terreno o que trabajen den - tro de la propiedad del "CLIENTE", obligatoriamente necesitarán -- utilizar distintivos de identificación y cascos de acuerdo con los Reglamentos de Higiene y Seguridad de y/o el "CLIENTE" - los distintivos serán autorizados por previo registro -- del trabajador en el I.M.S.S. y en los Sindicatos indicados en estas Condiciones Generales.

13.- ACCESO A EDIFICIOS DEL "CLIENTE"

13.1 El "SUBCONTRATISTA" girará instrucciones a sus trabajadores y a sus "Sub-Subcontratistas", en el sentido de que se les prohibe el acceso a otros edificios propiedad del "CLIENTE", excepto en --

aquellos casos en donde exista autorización específica por parte del "Superintendente" y/o el Representante del "CLIENTE".

14.- MATERIALES COMBUSTIBLES

14.1 El manejo, almacenamiento y utilización de oxígeno, acetileno, gasolina, bencina y materiales similares inflamables, será de acuerdo con los requerimientos del "Superintendente" y bajo la estricta responsabilidad del "SUBCONTRATISTA".

14.2 Dichos materiales combustibles no se almacenarán ni acomodarán en cantidades tales que constituyan un peligro de incendio.

14.3 La utilización de explosivos se permitirá únicamente previa autorización del "Superintendente" y/o el Representante del "CLIENTE". Dichos explosivos se guardarán en almacenes especiales aprobados, de acuerdo con los reglamentos locales y estatales y bajo la responsabilidad del "SUBCONTRATISTA".

15.- MOVIMIENTO DE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTA

15.1 Cuando sea necesario en cualquier tiempo durante la ejecución del trabajo, el mover materiales o equipo que hayan sido colocados temporalmente sobre sitios no autorizados, el "SUBCONTRATISTA" responsable por dichos materiales deberá moverlos y en caso de no hacerlo en 24 horas serán movidos con cargo al "SUBCONTRATISTA" y sin costo alguno para "BICONSA" y/o el "CLIENTE", cuando y/o el "CLIENTE" así lo solicite.

15.2 Los materiales que proporcione el "SUBCONTRATISTA" podrán entrar o salir de la Planta, en vehículos del "SUBCONTRATISTA", con previa autorización del Almacén de y/o el "CLIENTE" y del "Superintendente". Será responsabilidad del "SUBCONTRATISTA" el verificar que dichos vehículos no transporten otro material que no sea el autorizado teniendo el derecho de inspección y/o el "CLIENTE".

15.3 El "SUBCONTRATISTA" deberá presentar pases autorizados por el Almacén de y/o el "CLIENTE" y por el "Superintendente", para sacar del sitio de la Planta la herramienta, equipo, maquinaria, útiles propios, materiales de desperdicio y otros objetos, todos propiedad del "SUBCONTRATISTA".

16.- SEGUROS Y FIANZAS POR PARTE DEL "SUBCONTRATISTA"

16.1 El "SUBCONTRATISTA" ofrecerá pruebas satisfactorias a y/o el "CLIENTE" de que todos los vehículos de su propiedad, que vayan a ser utilizados en conexión con la obra, incluyendo automóviles particulares, estén adecuadamente cubiertos por seguros de daños a terceros y responderá por cualquier omisión o daño que se causare y no pudiera ser cubierto con las pólizas de seguros que amparen dichos vehículos.

17.- SEGUROS DE INCENDIO Y RIESGOS EXTENDIDOS

17.1 El "CLIENTE" podrá tener vigente una póliza general de seguros de incendio y riesgos extendidos. Este seguro no cubrirá herramienta propiedad del "SUBCONTRATISTA" o de sus trabajadores, accesorios, equipo, andamios, torres u otras estructuras, propiedad del "SUBCONTRATISTA", ni tampoco cubrirá ninguna otra partida cuyo valor intrínseco no esté incluido en el costo de la Obra.

El "SUBCONTRATISTA" a su criterio, podrá asegurar contra incendio y riesgos extendidos su equipo, herramienta, materiales, etc. ---- Cualquier pérdida que pudiera sufrirse, se ajustará directamente con el "CLIENTE" quien recibirá los pagos provenientes de los ajustes, por daños que a sus bienes se causara y a su vez negociará con los "SUBCONTRATISTAS" los pagos que a ellos pudieran corresponder, referente a daños de los bienes de éste. Las condiciones de la póliza de seguros que protege al "CLIENTE", pueden ser suministradas al "SUBCONTRATISTA" en caso de que así lo solicite y lo acepte por escrito el "CLIENTE", especificando objeto y alcance de las pólizas y fianzas.

18.- DERECHO DEL "CLIENTE" A OCUPAR EL SITIO

18.1 El "CLIENTE" se reserva el derecho de ocupar cualquier porción de la obra de que esté completamente terminada, manifestándose expresamente que tal ocupación de ninguna manera significará la aceptación del trabajo parcial o totalmente, de ninguna parte de la Obra que se ejecute.

19.- RELACION ENTRE "SUBCONTRATISTA" Y DESTAJISTA

19.1 El "SUBCONTRATISTA" conviene en obligar a cada Destajista si los hubiere y cada Destajista conviene en obligarse a cumplir con los términos del Convenio, las Condiciones Generales y los Planos y Especificaciones, en todo lo concerniente a su trabajo.

20.- DERECHOS DE " DE RESCISION DEL CONTRATO

20.1 Si en cualquier tiempo antes de la terminación del trabajo, el "SUBCONTRATISTA":

a) Se vuelve insolvente o está incapacitado de pagar sus deudas conforme son exigibles, efectúe una cesión de bienes, a beneficio de sus acreedores, o bien se entablen contra él procedimientos legales o mercantiles, o bien se solicite contra el "SUBCONTRATISTA" o él mismo solicite una suspensión de pagos o una declaración de quiebra, o si se designa síndico o intervertor para su negocio en cualquier reclamación y si dicho síndico o intervertor no es retirado, y los procedimientos no terminan por desistimiento dentro de los diez días después que el "SUBCONTRATISTA" haya sido notificado de dichos procedimientos; o

b) Abandona el trabajo, o falla en el comienzo o la prosecución -

de la Obra en forma diligente, de acuerdo con el programa establecido por el tiempo que él mismo ha indicado, es necesario para completar el trabajo, computándose dicho trabajo para incluir cualquier extensión de tiempo que haya sido otorgado por escrito por parte de y/o el "CLIENTE", debido a retrasos fuera del control del "SUBCONTRATISTA"; o

c) Falle en los pagos a sus destajistas, proveedores de materiales, equipo y obreros, etc.; o

d) Se niegue a cumplir o falte al cumplimiento de las Leyes aplicables, de los reglamentos de construcción, o de las instrucciones que le gire el "Superintendente", ya sea que tal falta o negativa sea causa suficiente de rescisión de Contrato o nó; o

e) Es en alguna manera culpable de un incumplimiento del Contrato o del programa de obra.

Entonces, en cada uno de éstos casos y sin perjuicio de cualquier otro derecho o remedio que pueda tener, podrá dar por terminado el Contrato sin responsabilidad alguna o el empleo del "SUBCONTRATISTA" mediante aviso por escrito y podrá también entrar al lugar del trabajo y posesionarse de toda la herramienta, equipo y materiales del "SUBCONTRATISTA", que se encuentren en el sitio de la obra y podrá además otorgar a algún otro "SUBCONTRATISTA" un Contrato para la terminación de la obra; o bien podrá optar por terminarla él mismo. Si el Contrato así rescindido es uno a Precio Fijo o uno a Precios Unitarios, y/o el "CLIENTE" deducirá de la cantidad que se deba al "SUBCONTRATISTA" los costos a completar y podrá realizar el trabajo pendiente a través de otro "SUBCONTRATISTA", además de sus propios costos, incluyendo el costo de gastos adicionales de tipo ejecutivo y administrativo que y/o el "CLIENTE" tengan que desembolsar en función del incumplimiento del Contrato; se deducirán además los costos inherentes a completar el trabajo o a procurar que éste se complete. Si la suma de dichos costos resulta menor que la cantidad que se deba al "SUBCONTRATISTA" por trabajo ejecutado, entonces y/o el "CLIENTE" cubrirá dicha diferencia al "SUBCONTRATISTA" a la terminación del trabajo; pero si dichos costos resultan ser mayores, el "SUBCONTRATISTA" se obliga a pagar a y/o el "CLIENTE" la diferencia o hará efectiva la fianza en la parte y monto relativos.

Si el Contrato es uno de Administración con Honorario Fijo, o uno de Administración con Honorario Porcentual, y/o el "CLIENTE" pagará al "SUBCONTRATISTA" todas las partidas de costos reembolsables que hayan sido erogados por el "SUBCONTRATISTA" y que no le hayan sido pagados anteriormente, siempre y cuando el "SUBCONTRATISTA" otorgue un finiquito absoluto y los trabajos efectuados a la obra, sean recibidos de conformidad por y/o el "CLIENTE", además;

a) Si el Contrato es por Honorario Porcentual, se cubrirá la porción del honorario que se determine, mediante la aplicación del -- porcentaje convenido a los costos que . y/o el "CLIENTE" - deba pagar al "SUBCONTRATISTA"; o

b) Si el Contrato es por Honorario Fijo, se pagará la porción del honorario que corresponda al porcentaje de terminación de la Obra que haya ejecutado el "SUBCONTRATISTA".

Todos estos casos se condicionan a la bondad y recibo en tal caracter de los trabajos y obras por "BICONSA" y/o el "CLIENTE".
En cada caso, se deducirán las cantidades que hayan sido pagadas - al "SUBCONTRATISTA" previamente a cuenta de sus honorarios y tambien se deducirán las cantidades que resulten de los costos adicionales de y/o el "CLIENTE", por concepto de gastos ejecutivos y administrativos que hayan sido causados por la falla del - "SUBCONTRATISTA" en completar o en lograr la terminación del trabajo por el Contrato, más daños y perjuicios que ocasionare por su - incumplimiento y demora.

20.2 Si el Contrato estipula un Precio Fijo o un Precio Unitario por una porción del trabajo y un Honorario Porcentual por trabajo adicional o por cambios en la obra, o bien Honorarios de Administración de Subcontratos que hayan sido asignados al "SUBCONTRATISTA" por y/o el "CLIENTE", tales porciones de la obra se tratarán por separado y la cantidad que y/o el "CLIENTE" deba pagar al "SUBCONTRATISTA" se determinará para aquella porción de la obra cubierta por Precio Fijo o por Precio Unitario, de -- - acuerdo con lo arriba estipulado para tales casos y para la por -- ción del trabajo cubierto por Honorario Porcentual se aplicará loconducente, de acuerdo con el caso arriba indicado.

21.- DERECHO DEL "SUBCONTRATISTA" DE SUSPENDER LA OBRA O DE TERMINAR EL CONTRATO.

21.1 Si el trabajo se viese interrumpido por un período de más de tres meses por acto de autoridad pública, o por orden judicial o - por conflicto laboral, por los cuales ni el "SUBCONTRATISTA" ni -- ninguno de sus empleados sea responsable, o bien si "BICONSA" y/o el "CLIENTE" falla en sus pagos al "SUBCONTRATISTA" dentro de los 60 días en que dichos pagos sean exigibles, el "SUBCONTRATISTA" podrá previo aviso por escrito, con siete días de anticipación, suspender la obra o terminar el Contrato y recuperar y/o el "CLIENTE" los costos de toda la mano de obra y materiales suministrados e incorporados a la Obra, materiales que se encuentren almacenados en el sitio de la Obra y materiales que hayan sido pedidos y pagados por el "SUBCONTRATISTA" en los términos del Contrato, excepto tales partidas de costos que no sean recuperables por el --- "SUBCONTRATISTA" bajo los términos del Contrato.
El "SUBCONTRATISTA" podrá tomar esta línea de acción previa entrega a y/o el "CLIENTE" de un finiquito absoluto y una vez que los materiales que están bajo pedido, sean entregados en el si

tio de la obra.
podrá dar instrucciones al "SUBCONTRATISTA" de cancelar las órdenes de compra, con la debida anticipación y evitar que lle guen los materiales pedidos al sitio de la obra. En este caso, y/o el "CLIENTE" pagará al "SUBCONTRATISTA", como parte del costo del Contrato la cantidad de gastos erogados y probados, que el "SUBCONTRATISTA" pague para dejar cancelado dichos pedidos. En adición al pago de dichos costos, y/o el "CLIENTE" pagará también al "SUBCONTRATISTA" un importe razonable cubriendo la porción del trabajo ejecutado por el "SUBCONTRATISTA" bajo Contrato a Precio Fijo ó a Precio Unitario.
Cuando la compensación del "SUBCONTRATISTA" sea un Honorario, ya sea Fijo ó Porcentual, se cubrirá al "SUBCONTRATISTA" una porción del Honorario devengado, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 20 y que sea apropiado para compensar al "SUBCONTRATISTA" de acuerdo con las provisiones del Contrato. En ningún caso se requerirá que y/o el "CLIENTE" pague al "SUBCONTRATISTA" una cantidad en exceso de la cantidad de utilidad del Contrato, en condiciones normales y razonables.

22.- REGALIAS Y PATENTES

22.1 El "SUBCONTRATISTA" pagará todas las regalías y honorarios de licencia que se requieran bajo cualquier patente o derecho de patente, propiedad de otros y pertinente a cualquier proceso, producto, aparato o construcción que se especifique por cualquiera de las dos partes para la Obra.

23.- PERITAJE DE CONSTRUCCION

La firma de Perito responsable que se requiera para la obtención de las licencias de construcción, deberá ser proporcionada por el Sub-Contratista sin cargo adicional para el Sub-Contratante. A la terminación de obra para desligar la responsabilidad de su Perito con futuras construcciones.

24.- SINDICATOS

24.1 El "SUBCONTRATISTA" se obliga á inscribir a todo su personal obrero, así como el personal de sus destajistas, en el Sindicato,

.
.
.

con quien y/o el "CLIENTE" tiene firmado un Contrato colectivo de Trabajo.

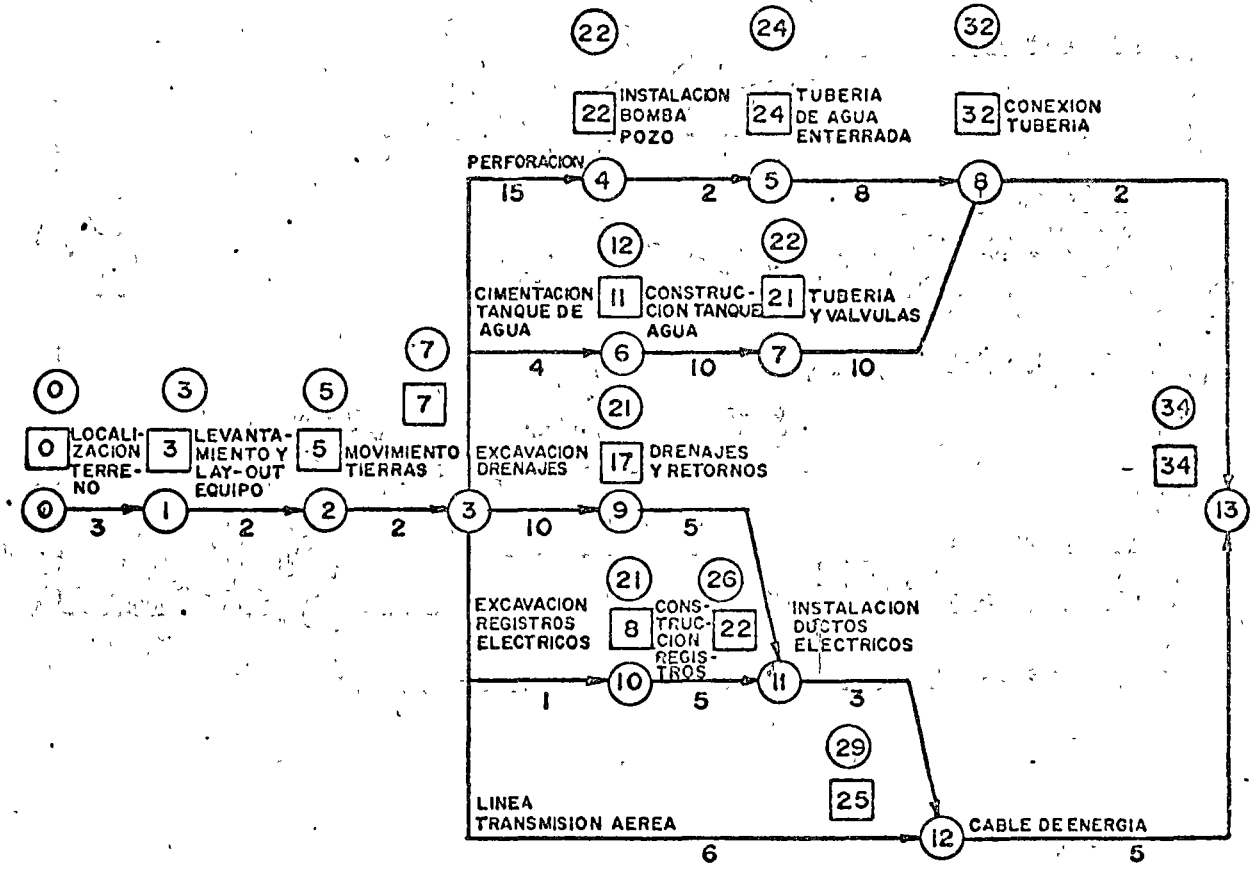


FIG. Nº 11

TIEMPO CRITICO

TIEMPO NORMAL

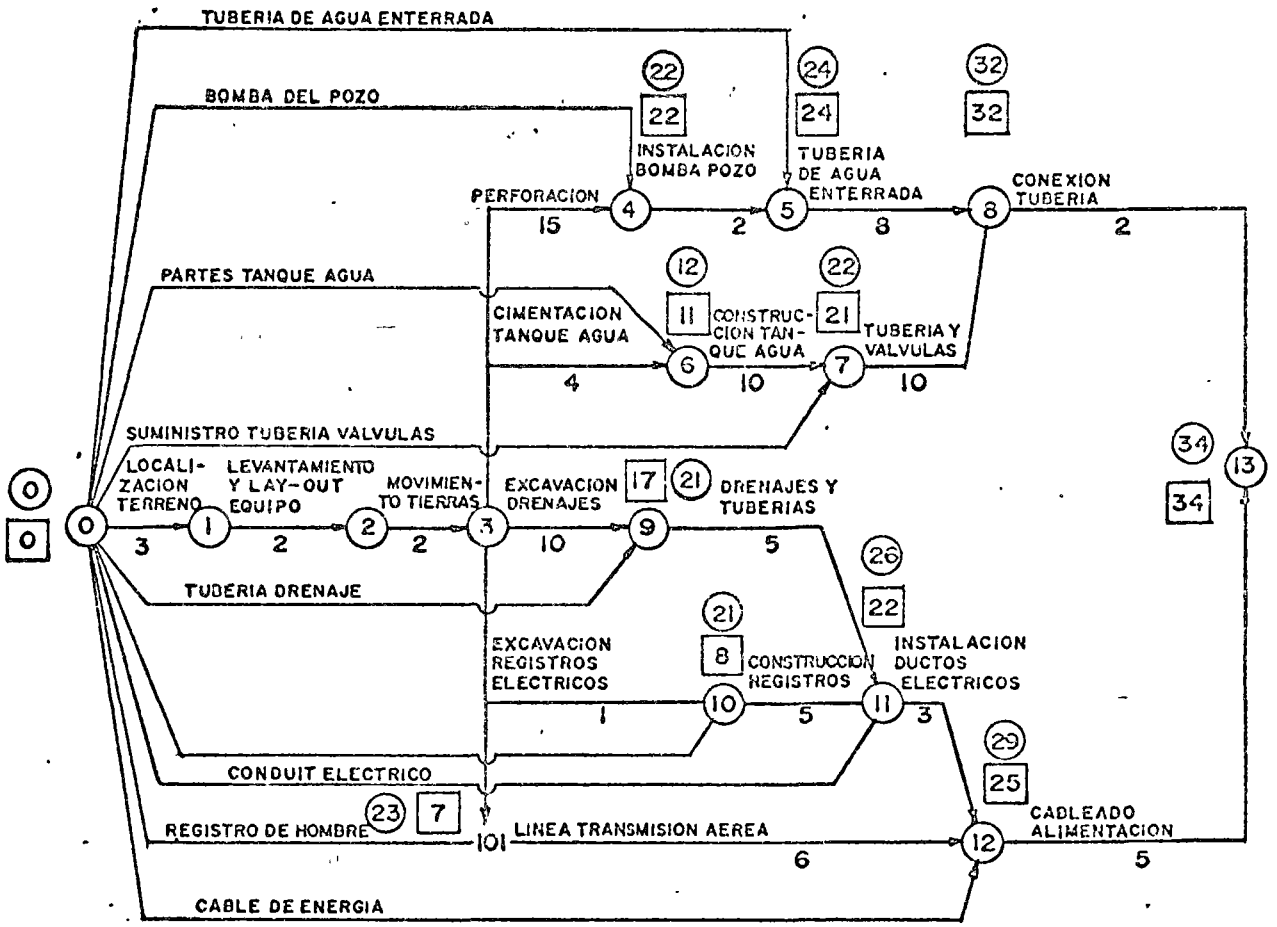


FIG. Nº 12

ACTIVIDAD	DURACION	CONCEPTO	COLOCACION A TIEMPO	TIEMPO NORMAL	COLOCACION TARDIA	TIEMPO CRITICO	TIEMPO FLOTANTE
0-4	0	BOMBA POZO	0	0	22	22	22
0-5	0	TUBERIA ENTERRADA	0	0	24	24	24
0-6	0	TANQUE DE AGUA	0	0	12	12	12
0-7	0	VALVULAS	0	0	22	22	22
0-9	0	TUBERIA DRENAJE	0	0	21	21	21
0-10	0	REGISTRO DE HOMBRE	0	0	21	21	21
0-11	0	CONDUIT ELECTRICO	0	0	26	26	26
0-12	0	ALIMENTADOR ELECTRICO	0	0	29	29	29
0-101	0	MATERIALES LINEA TRANSMISION	0	0	23	23	23

FIG. Nº 13

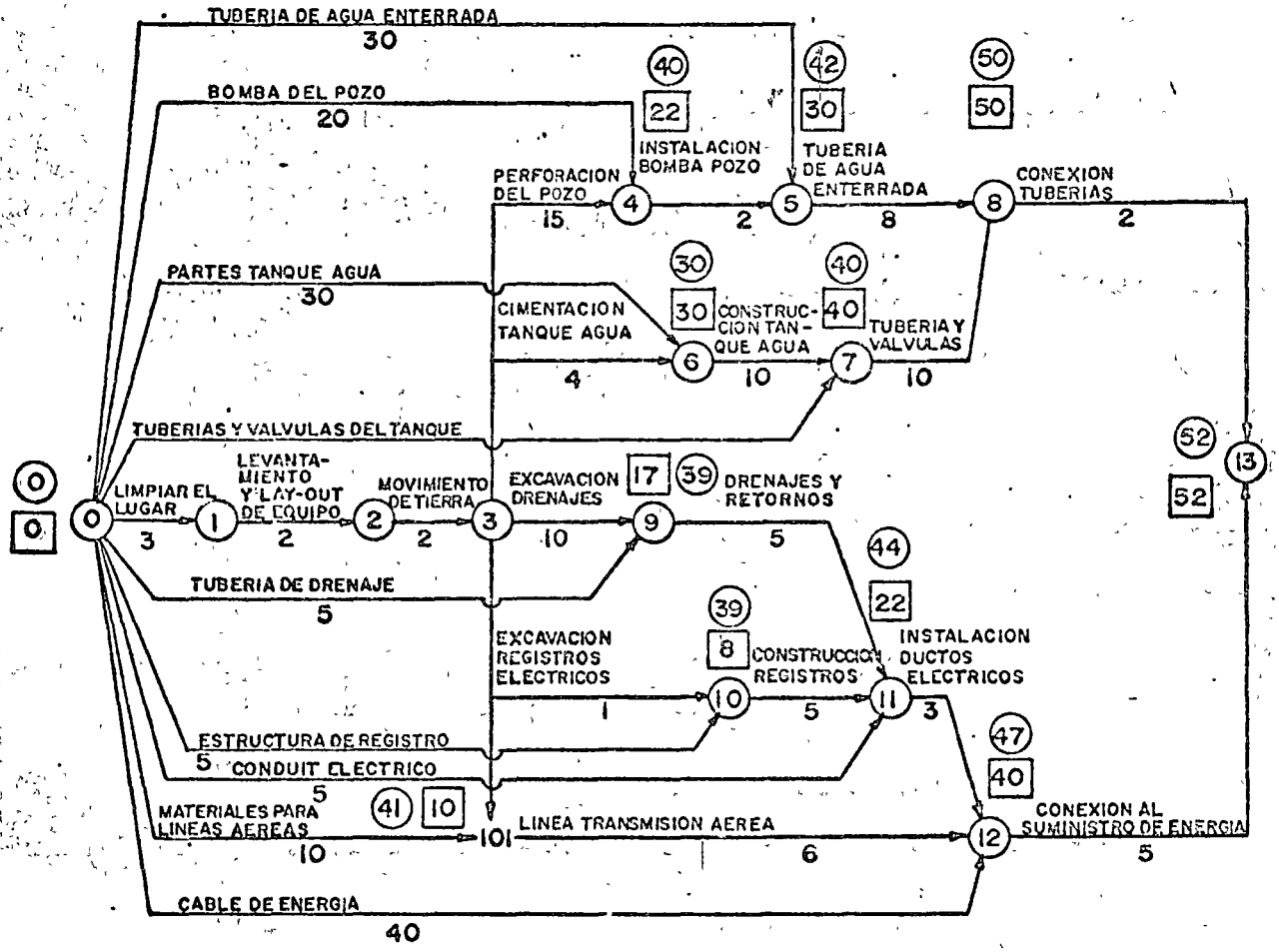


FIG. Nº 14

TIEMPO ACTIVIDADES NORMALES			TIEMPO ACTIVIDADES CRITICAS	
ANTERIOR	NUEVO	ACTIVIDAD	ANTERIOR	NUEVO
3	3	1	3	21
5	5	2	5	23
7	7	3	7	25
22	22	4	22	40
24	30	5	24	42
11	30	6	12	30
21	40	7	22	40
32	50	8	32	50
17	17	9	21	39
8	8	10	21	39
22	22	11	26	44
25	40	12	29	47
34	52	13	34	52
	10	101		41
CAMBIOS	7			14

FIG. Nº 15

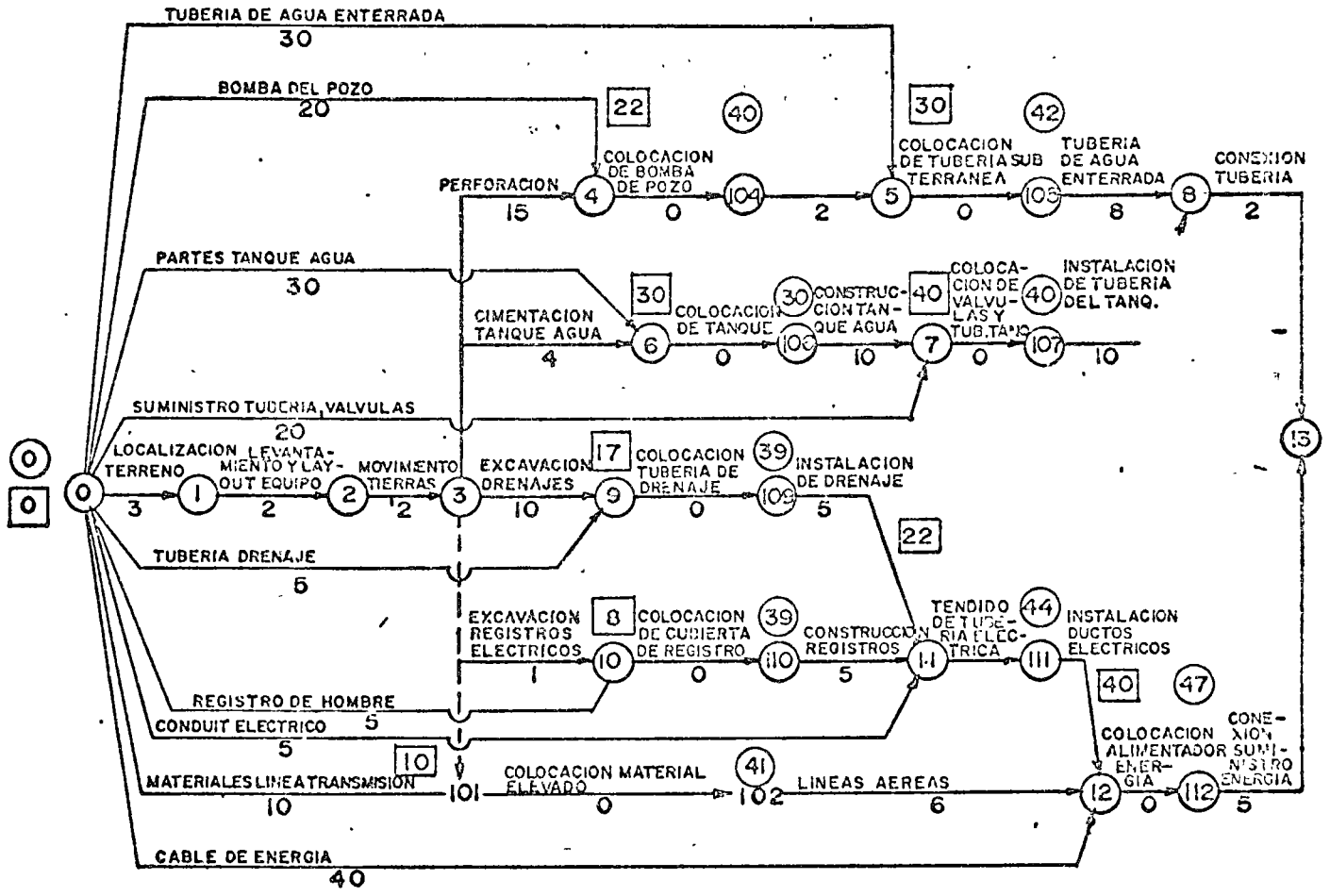


FIG. Nº 16

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	TIEMPO NORMAL	TIEMPO CRITICO	TIEMPO FLOTANTE
4-104	COLOCACION DE BOMBA DEL POZO	22	40	18
5-105	COLOCACION TUBERIA SUBTERRANEA	30	42	12
6-106	COLOCACION DEL TANQUE DE AGUA	30	30	0
7-107	COLOCACION DE LA VALVULA DEL TANQUE	40	40	0
9-109	COLOCACION DE TUBERIA DE DRENAJE	17	39	22
10-110	COLOCACION DE LA CUBIERTA DE REGISTRO	8	39	31
11-111	COLOCACION DE CONDUIT ELECTRICO	22	44	22
12-112	COLOCACION DE CABLE DE ENERGIA	40	47	7
101-102	COLOCACION DE LINEA DE TRANSMISION	10	41	31

FIG. Nº 17

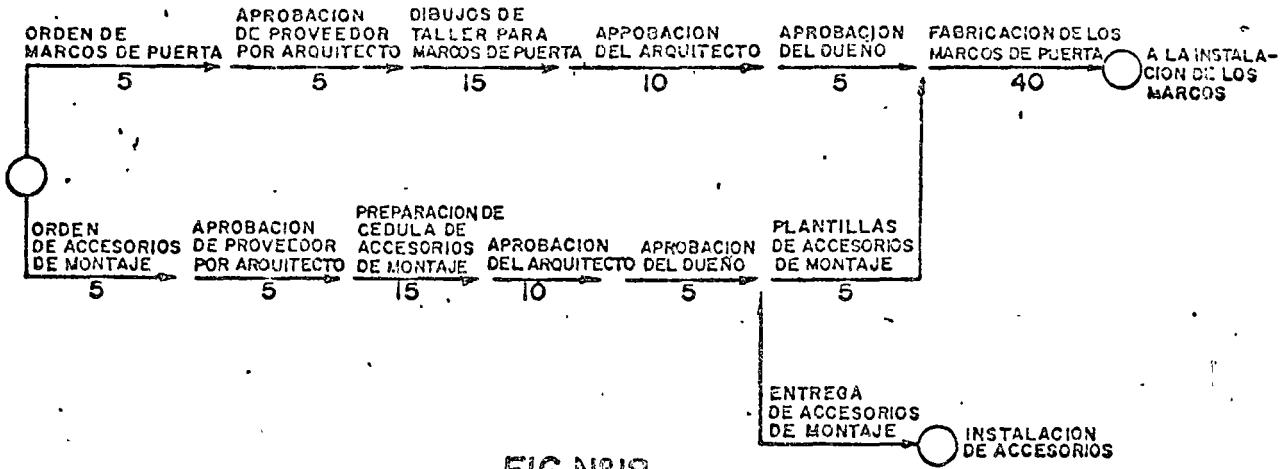


FIG.Nº18

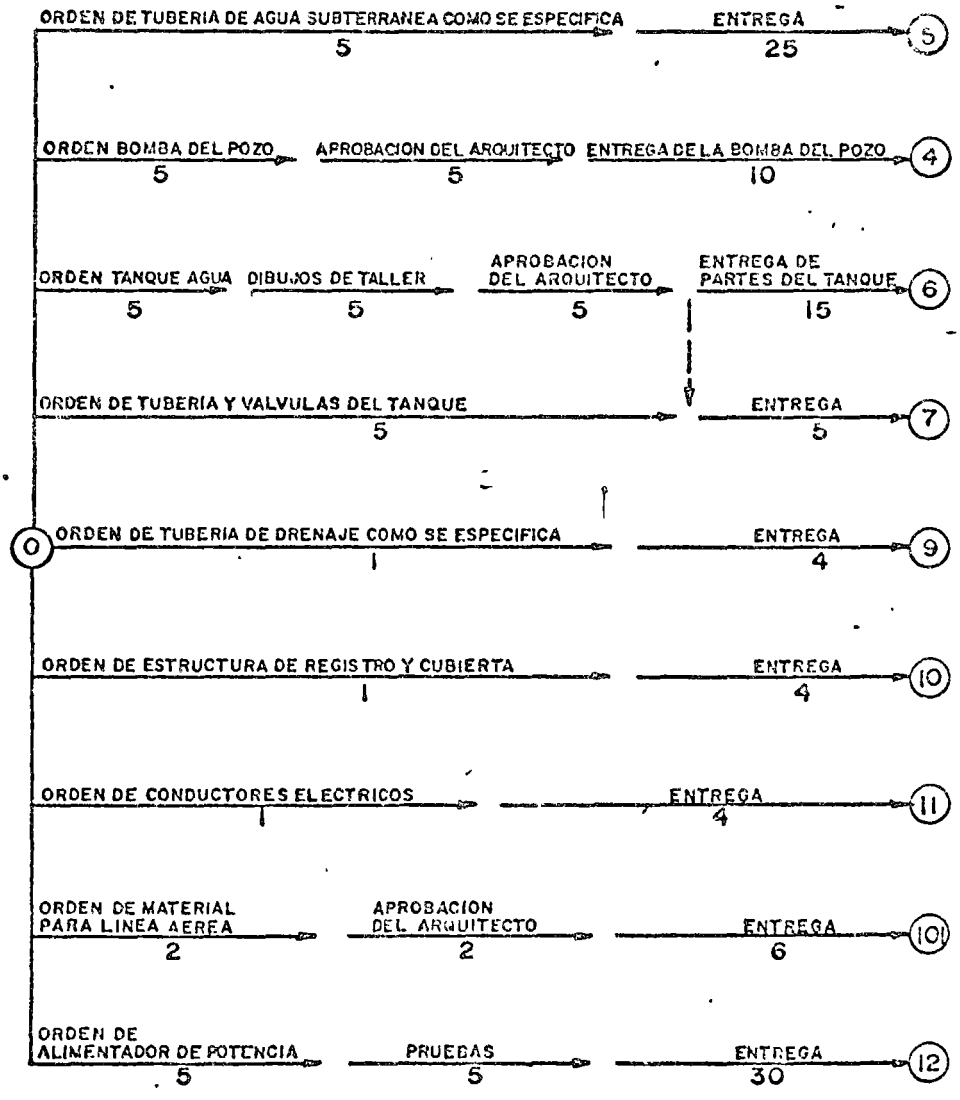


FIG. Nº 19

Curso Intensivo:

" INGENIERIA DE COSTOS EN CONSTRUCCION "

Centro de Educación Continua,
División de Estudios Superiores,
Facultad de Ingeniería, UNAM.

CAPITULO X

PARAMETROS, INDICES, ACTUALIZACION DE COSTOS Y FORMULA DE AJUSTE.

Autor: Ing. José Antonio Cortina Suárez

Agosto, 1976.

1.- INTRODUCCION

Durante muchos años, el costo de construcción se había mantenido en México con una tendencia de incremento más o menos uniforme. Estábamos acostumbrados a manejar los aumentos de salarios mínimos bianuales y sus repercusiones, razonablemente previsibles, en los costos de algunos materiales. Fuera de esto, solamente de manera ocasional nos enfrentabamos a ciertas fluctuaciones de costos motivadas mas bien por situaciones transitorias del mercado.

Durante los primeros meses de 1973, por las razones de todos conocidas, empezamos a sufrir aumentos de costos en materiales y mano de obra que impactaron fuertemente en los costos de construcción, llevandolos a niveles fuera de toda previsión lógica y que ademas siguieron incrementándose continuamente sin control alguno.

Esta situación nos encontró desprovistos de herramientas que nos permitieron manejar técnicamente y con agilidad los ajustes a los precios unitarios desde el punto de vista contractual. Ni los contratos estipulaban cláusula alguna en la que pudiera apoyarse cualquier reconsideración a los precios unitarios establecidos; ni era posible sostenerlos, debido a los continuos aumentos de costos; ni existian, como decíamos, instrumentos técnicos a usar para lograr esos ajustes de manera rápida y realista; ni los propietarios de las obras tenian por lo general previsiones economicas para cubrir los citados ajustes.

Como consecuencia de lo anterior, se creó una verdadera anarquía en cuanto a los criterios para manejar la situación. Contratantes y contratistas se enfrascaron en polémicas de orden legal y técnico; resultando en cuanto a lo primero, que por regla general se concedieran ajustes de precios unitarios a los contratistas puesto que de otra manera pudo haberse llegado a la suspensión de las obras. Desde el punto de vista técnico, el problema fué resuelto al mejor saber y entender de las partes, lo que produjo extrema lentitud en los cálculos y retrasos muy considerables en el pago de los ajustes.

Existen sin embargo instrumentos que permiten el manejo eficiente de estos problemas. En el curso de este trabajo, trataremos de establecer la metodología para el uso de índices de costos, parámetros de costos y fórmulas de ajuste de precios de construcción. Con estas herramientas es posible; medir las variaciones en costos de materiales, mano de obra y equipo; evaluar el impacto de dichas variaciones en el costo de construcción y más aun, pronosticar los costos de construcción dentro de ciertos lapsos.

2.- INDICES DE COSTOS DE CONSTRUCCION

2.1.- GENERALIDADES

Se dice que un "NUMERO INDICE" es la medida estadística diseñada para mostrar los cambios de una variable, o de un grupo de variables, a través del tiempo y de factores distintos al tiempo, pero que afectan también a dichas variables.

CUADRO II-3

Período	INDICE GENERAL	CLASIFICACION SEGUN LA NATURALEZA DE LOS BIENES Y SERVICIOS: Alimentos, bebidas y tabaco	Prendas de vestir, calzado y accesorios	Arrendos brutos combustibles y alumbrado	Muebles, enseres domésticos y conservación de la casa	Servicios	CLASIFICACION SEGUN LA DURABILIDAD DE LOS BIENES: Bienes no duraderos	Bienes duraderos	Servicios	Período
1968	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	1968
1969	103.5	102.8	105.9	104.1	102.9	104.6	103.2	102.2	104.1	1969
1970	108.7	108.0	108.6	111.1	112.4	111.4	107.9	105.6	110.1	1970
1971	114.6	113.1	115.1	116.6	117.3	119.7	112.8	109.4	117.8	1971
1972	120.3	117.6	122.7	123.1	124.5	127.3	117.4	113.2	125.2	1972
1973	134.8	136.2	143.7	134.1	133.3	138.9	134.7	123.7 r/	136.0 r/	1973
1974	166.9	176.9	169.3	149.0	151.0	153.4	174.0	149.9	157.9	1974
1972										1972
Julio	120.5	118.1	122.7	123.7	123.9	127.7	117.7	113.7	125.5	Julio
Agosto	121.3	118.8	125.5	123.7	126.5	128.1	118.6	114.4	126.2	Agosto
Septiembre	121.9	118.8	126.4	124.3	126.6	128.3	118.9	114.5	127.2	Septiembre
Octubre	122.0	118.6	128.0	124.0	126.5	128.4	118.9	114.8	127.3	Octubre
Noviembre	122.8	119.9	129.7	124.0	126.8	129.6	120.1	115.0	127.5	Noviembre
Diciembre	123.2	120.3	130.7	124.1	126.9	123.9	120.6	116.1	127.6	Diciembre
1973										1973
Enero	125.0	122.4	133.2	127.6	127.0	131.9	122.5	117.1	129.6	Enero
Febrero	126.0	123.7	135.3	128.0	127.0	132.6	123.8	118.0	130.1	Febrero
Marzo	127.1	125.1	136.7	123.2	127.0	133.7	125.1	119.1	131.1	Marzo
Abril	129.1	127.6	137.9	131.0	127.0	135.0	127.1	120.4	133.1	Abril
Mayo	130.6	129.8	139.7	131.4	127.1	136.7	129.0	121.6 r/	133.7	Mayo
Junio	131.6	131.0	141.7	132.4	127.5	137.6	130.2	122.5 r/	134.5	Junio
Julio	135.0	137.8	144.4	133.7	127.5	138.6	135.4	124.0	135.4	Julio
Agosto	137.1	140.6	147.4	135.5	127.5	140.6	138.0	124.7	137.1	Agosto
Septiembre	140.4	146.0	149.3	137.4	128.3	142.9	142.2	126.4	139.2	Septiembre
Octubre	142.2	147.4	150.7	140.5	128.2	144.3	144.1	127.6	140.8	Octubre
Noviembre	143.9	149.5	152.9	140.8	129.4	145.6	146.1	128.0	142.1	Noviembre
Diciembre	149.5	153.4	154.9	142.4	138.7	145.8	153.4	133.5	145.5	Diciembre
1974										1974
Enero	154.9	162.5	159.3	142.9	140.0	149.8	160.6	136.8	148.3	Enero
Febrero	158.4	168.3	161.6	143.9	143.8	151.7	165.2	141.4	150.0	Febrero
Marzo	159.6	169.5	163.9	144.4	149.9	152.5	166.7	143.2	150.8	Marzo
Abril	161.8	171.6	165.9	145.7	150.3	153.9	168.7	145.1	153.2	Abril
Mayo	163.0	173.5	167.6	145.7	150.3	154.7	170.3	147.0	153.6	Mayo
Junio	164.6	176.2	168.2	145.8	150.3	155.6	172.5	148.5	154.6	Junio
Julio	167.0	178.2	168.5	150.2	150.8	159.1	174.6	149.2	157.6	Julio
Agosto	168.8	180.4	170.6	151.7	151.7	160.7	176.5	150.7	159.1	Agosto
Septiembre	170.7	181.3	173.1	152.7	154.9	164.0	177.7	151.5	162.3	Septiembre
Octubre	174.1	184.6	175.2	153.5	159.9	168.0	180.5	155.7	166.4	Octubre
Noviembre	178.9	188.2	177.2	155.6	160.5	170.4	187.0	163.5	169.5	Noviembre
Diciembre	180.3	188.9	180.3	155.9	161.6	172.3	188.1	165.5	170.3	Diciembre
1975										1975
Enero	182.6	189.5	181.1	161.6	170.6	176.7	188.8	166.1	175.2	Enero
Febrero	183.6	190.1	185.5	161.9	171.5	177.6	189.9	165.9	175.0	Febrero
Marzo	184.8	190.8	186.8	163.4	175.5	178.9	190.7	169.3	177.7	Marzo
Abril	186.4	191.4	190.1	161.9	177.8	181.1	191.5	175.3	178.9	Abril
Mayo	188.9	190.2	191.2	165.5	177.9	182.1	195.2	178.3	180.8	Mayo
Junio	192.1	201.1	193.5	170.3	178.5	184.8	192.1	177.5	183.1	Junio
Julio	193.6	203.2	195.5	170.7	180.0	185.7	203.9	178.3	184.4	Julio
Agosto	195.3	203.8	196.2	174.5	185.7	188.7	201.7	179.8	187.4	Agosto
Septiembre p/	196.7	204.7	197.6	175.1	185.8	191.2	202.6	180.0	189.6	Septiembre p/

Nota: Los conceptos genéricos de bienes y servicios que forman el índice son 172 y están construidos con los promed... La recopilación de precios se realiza en forma directa, por días y sitios fijos en 7 ciudades del país. El sistema de la Encuesta de Ingresos y Gastos Familiares de México de 1968, trabajo conjunto de la Secretaría de Banco de M... [illegible]

TABLA 2.1.1.

CUADRO II-4

Período	INDICE GENERAL	CLASIFICACION P				CLASIFICACION SEGUN LA DURABILIDAD DE LOS BIENES			Período
		Alimentos, bebidas y tabaco	Prendas de vestir, calzado y accesorios	Arrendos brutos combustibles y alumbrado	partes	Servicios	Bienes no duraderos	Bienes duraderos	Servicios	
1968	100.0	100.0	100.0	100.0						
1969	103.9	102.9	104.0	107.2	3.0	100.0	100.0	100.0	100.3	
1970	109.2	106.6	104.5	118.3	3.3	100.1	102.8	102.3	105.2	1969
1971	115.4	112.5	112.8	123.9	3.3	115.2	106.9	104.9	110.0	1970
1972	121.3	118.5	119.0	131.5	3.9	123.2	111.8	108.1	120.9	1971
1973	134.9	133.8	140.1	137.1	4.4	130.4	117.1	111.5	127.9	1972
1974	165.2	176.0	165.6	150.7	4.5	133.7	135.4	125.2	135.4	1973
					3.9	153.4	173.0	151.7	157.1	1974
1972										1972
Julio	121.1	118.3	119.2	131.7						Julio
Agosto	122.1	119.1	121.7	131.7	3.0	130.4	116.9	111.5	126.6	Agosto
Septiembre	122.7	119.8	122.2	132.6	3.4	131.2	117.3	112.0	127.7	Septiembre
Octubre	122.7	119.6	122.1	132.5	3.4	131.9	118.5	112.6	128.4	Octubre
Noviembre	123.7	121.4	125.0	132.5	3.4	131.8	118.4	113.2	128.4	Noviembre
Diciembre	124.1	121.5	125.8	132.5	3.4	132.3	120.0	110.5	128.7	Diciembre
1973					3.4	132.6	120.4	116.0	128.9	1973
Enero	126.3	124.9	130.7	134.8						Enero
Febrero	127.0	126.1	131.4	134.8	3.4	134.3	123.3	117.1	130.4	Febrero
Marzo	128.2	128.2	132.1	134.8	3.4	134.5	124.3	118.0	130.7	Marzo
Abril	129.7	130.5	133.5	135.6	3.4	135.5	126.0	119.2	131.5	Abril
Mayo	131.2	133.4	134.8	135.6	3.4	137.1	127.8	118.3	132.7	Mayo
Junio	132.6	136.0	137.7	135.6	3.6	137.3	130.2	121.4	133.9	Junio
Julio	135.4	141.9	142.9	135.7	3.8	138.2	132.3	122.9	133.9	Julio
Agosto	136.4	142.6	144.3	135.7	3.8	139.0	137.2	125.4	134.4	Agosto
Septiembre	139.6	147.4	145.7	139.5	3.8	140.2	139.1	126.2	135.5	Septiembre
Octubre	140.8	148.3	146.6	140.2	3.3	143.6	141.7	128.2	136.5	Octubre
Noviembre	142.4	149.9	140.4	140.4	3.9	144.1	143.2	128.3	137.2	Noviembre
Diciembre	149.5	156.1	152.1	142.2	3.8	145.4	145.1	133.7	140.5	Diciembre
1974					4.5	146.5	155.2	140.4	144.2	1974
Enero	153.7	164.5	155.3	142.5						Enero
Febrero	156.2	168.9	158.1	142.5	4.0	148.0	151.1	142.9	146.4	Febrero
Marzo	158.7	168.2	159.3	142.6	4.0	150.0	156.9	150.8	147.3	Marzo
Abril	159.2	170.3	164.1	145.2	4.0	150.2	155.5	152.0	147.5	Abril
Mayo	160.5	172.5	165.6	145.2	4.4	152.2	157.3	153.3	150.0	Mayo
Junio	161.2	173.3	165.4	145.2	4.5	152.9	159.1	150.9	151.5	Junio
Julio	165.2	175.8	164.9	154.2	4.5	153.6	160.9	159.5	152.0	Julio
Agosto	167.0	178.0	165.8	157.2	4.8	160.1	172.5	160.9	157.5	Agosto
Septiembre	169.3	179.0	167.4	157.8	4.9	162.1	174.2	163.5	159.3	Septiembre
Octubre	173.9	182.9	171.2	158.5	4.9	165.8	175.3	164.5	163.2	Octubre
Noviembre	179.0	187.9	172.5	158.5	5.0	171.1	177.0	170.4	168.0	Noviembre
Diciembre	180.6	188.2	175.4	158.8	5.1	173.8	187.0	173.1	169.5	Diciembre
1975					5.1	174.0	188.9	181.8	171.4	1975
Enero	183.5	183.5	176.9	157.5						Enero
Febrero	184.1	183.2	177.5	157.5	4.0	180.7	180.3	182.0	177.2	Febrero
Marzo	184.5	190.2	178.7	157.5	5.1	181.0	179.5	181.7	178.3	Marzo
Abril	189.3	191.7	181.7	170.0	5.1	181.1	180.4	184.6	178.4	Abril
Mayo	188.7	194.9	183.5	171.0	5.4	182.5	181.3	181.3	180.1	Mayo
Junio	192.5	199.2	185.4	180.7	5.5	183.3	184.5	183.1	182.0	Junio
Julio	194.1	200.6	183.9	190.3	5.7	186.7	187.6	185.7	183.7	Julio
Agosto	196.5	201.1	183.3	193.2	5.8	191.2	189.3	185.1	190.4	Agosto
Septiembre p/	198.7	203.1	191.9	193.2	6.4	195.9	200.6	185.0	193.5	Septiembre
					7.4	199.9	202.7	190.1	199.1	

Nota: Los conceptos genéricos de bienes y servicios que forman el índice con 172 y están constituidos por los prom... principales de resultados de forma directa, parciales y estimados. El universo de ponderación en el que está basado el ... de 1968, trabajo realizado también por el Banco de México, S. A. La fórmula utilizada para el cálc...

TABLA 2.1.2.

CUADRO II-4

Período	INDICE GENERAL	CLASIFICACION P					CLASIFICACION SEGUN LA DURABILIDAD DE LOS BIENES			Período
		Alimentos, bebidas y tabaco	Prendas de vestir, calzado y accesorios	Arriendos brutos combustibles y alumbrado	partes ...nis- ...es	Servicios	Bienes no duraderos	Bienes duraderos	Servicios	
1968	100.0	100 0	100.0	100.0	.0	100.0	100.0	100 0	100 0	1968
1969	103.9	102 9	104.0	107 2	.3	106.1	102.3	102.3	105 2	1969
1970	109.2	106.6	104 5	118.3	.8	115.2	105.0	101.9	113.0	1970
1971	115.4	112.5	112.8	123.9	.8	123.2	110.8	108.1	120.0	1971
1972	121 3	118.5	119.0	131.5	.4	130.4	117.1	111.5	126.6	1972
1973	134 9	139 8	140.1	137.1	.5	139.7	135.4	125.2	135 4	1973
1974	165.2	176 0	165.6	150 7	.9	153.4	173.0	161.7	157.1	1974
1972										1972
Julio	121.1	119.3	118.2	131.7	.0	133.4	116.3	111.5	126.6	Julio
Agosto	122.1	119.1	121.7	131.7	.4	131.2	117.3	112.6	127.7	Agosto
Septiembre	122.7	119.8	122.2	132.6	.4	131.9	118 5	112.5	128 4	Septiembre
Octubre	122.7	119 6	123.1	132.6	.4	131.9	118.4	113.2	128 4	Octubre
Noviembre	123.7	121.4	125.0	132.6	.4	132.3	120.0	113.5	128.7	Noviembre
Diciembre	124.1	121 5	126.8	132.6	.4	132.6	120.4	115.0	128.9	Diciembre
1973										1973
Enero	126.3	124.9	130.7	134.8	.4	134.3	123.3	117.1	130.4	Enero
Febrero	127.0	126 1	131.4	134.8	.4	134.5	124 3	118 0	130.7	Febrero
Marzo	128.2	128.2	132.1	134.8	.4	135.5	126.0	119 2	131.5	Marzo
Abril	129.7	130.5	133.6	135.6	.4	137.1	127.8	119.8	132.7	Abril
Mayo	131.1	133.4	134.8	135.6	.6	137.3	130.2	121.4	133.0	Mayo
Junio	132.6	136.0	137.7	135.6	.8	138.2	132.3	122.9	133.8	Junio
Julio	135.4	141 8	142.9	135.7	.8	139.0	137.2	125.4	134.4	Julio
Agosto	136.4	142.6	144 3	135.7	.8	140.2	138.1	126 2	135.6	Agosto
Septiembre	139 6	147.4	145.7	139.5	.8	143.6	141.7	128.2	138.5	Septiembre
Octubre	140 8	148 3	146.6	140.2	.8	144.1	143 2	128.8	139.2	Octubre
Noviembre	142.4	149 9	149.4	140.4	.8	145.4	145.1	133.7	140.3	Noviembre
Diciembre	149 5	156.1	152.1	142.2	.5	146.5	155.2	140.4	144.2	Diciembre
1974										1974
Enero	153.7	164.5	155.3	142.5	.0	149.0	161.4	142.9	146.4	Enero
Febrero	156 2	168 9	158.1	142.5	.0	150.0	164 9	150.8	147.3	Febrero
Marzo	156 7	169.2	159.9	142.5	.0	150.2	165.5	152.0	147.6	Marzo
Abril	159 2	170.3	164.1	145.2	.4	152.2	167.3	153 9	150 8	Abril
Mayo	160 5	172.5	165.6	145.2	.5	152.9	169.1	153.0	151.5	Mayo
Junio	161 2	173.3	165.4	145.2	.5	153.6	169.9	153.6	152.0	Junio
Julio	165.2	175.8	164.9	154.2	.8	160.1	172.5	160 3	157.6	Julio
Agosto	167 0	178.0	165.8	157.2	.9	162.1	174.3	162.5	159 3	Agosto
Septiembre	169 3	179.0	167.4	157.8	.9	165.9	175.3	164.5	161 2	Septiembre
Octubre	173 9	182.9	171 2	158.5	.0	171.1	178.3	170.4	166 8	Octubre
Noviembre	179 0	187.9	173.6	158.5	.1	171.9	187.5	173.1	169 6	Noviembre
Diciembre	180 5	189.2	175.4	158.8	.1	174.0	188.3	181.8	171.4	Diciembre
1975										1975
Enero	183 5	188 3	176.6	167.5	.0	180.7	188 3	182 0	177.8	Enero
Febrero	184.1	189.2	177.5	167.5	.1	181.0	188.6	181.7	178.3	Febrero
Marzo	184.8	190 2	178.7	167.5	.1	181.1	189.4	184 6	178 4	Marzo
Abril	185 8	191.7	181.7	170 9	.4	183.0	191 8	184.3	180 7	Abril
Mayo	188.7	194 9	183.8	171.0	.5	185 3	194 5	183.1	182.0	Mayo
Junio	192 5	199 2	185.4	180.7	.7	188.7	197 8	183.7	183.7	Junio
Julio	194.1	200.5	186.9	180.9	.8	191.2	198.3	185.1	183 4	Julio
Agosto	196 6	201.1	183 3	183.2	.4	195.9	200.4	195.9	182.5	Agosto
Septiembre p/	192 7	203 1	191 9	188 2	.5	199.9	202 3	196 9	185 9	Septiembre p/

Nota. Los conceptos genéricos de bienes y servicios que forman el índice son 172 y están constituidos por los precios de 300 artículos. La recopilación se realiza en forma directa, periódica y sistemática. El sistema de ponderaciones está basado en el Censo de Comercio de México de 1963, trabajo realizado también por el Banco de México, S. A. La fórmula utilizada para elaborar

TABLA 2.1.2.

INDICE DE PRECIOS AL MAYOREO EN LA CIUDAD DE MEXICO 210 ARTICULOS *

CUADRO II-5 BASE 1954 = 100

Período	INDICE GENERAL	Artículos de Consumo.								Artículos de Producción					
		General	Alimentos			No Alimentos				General	Materias Primas			Combustible y Energía	Vehículos y Accesorios
			General	No elaborados	Elaborados	General	De uso personal	De uso en el hogar	Telas o hilos (Uso mixto)		General	No elaboradas	Elaboradas		
1953	142.1	145.2	146.4	151.3	138.6	142.5	144.3	147.6	137.3	137.8	125.5	110.7	143.8	175.7	151.4
1967	157.2	164.4	167.8	179.2	153.2	156.9	150.7	152.9	156.3	147.2	134.2	116.1	160.9	166.9	150.3
1968	160.2	168.1	171.9	182.5	163.8	158.8	150.7	154.4	161.7	149.3	134.3	115.0	162.8	201.6	153.3
1969	164.3	172.9	175.1	186.8	168.5	165.8	167.0	155.2	163.8	152.3	138.0	119.9	164.5	203.5	158.4
1970	174.1	185.3	189.1	203.1	183.1	175.9	173.5	157.0	189.4	158.6	144.1	126.0	170.7	215.2	160.7
1971	180.5	193.9	194.2	204.9	190.8	184.3	177.1	165.2	198.2	162.1	145.6	124.1	177.2	230.6	163.6
1972	185.7	199.9	204.0	212.5	191.9	190.9	185.3	171.9	204.9	165.9	150.7	131.3	179.2	230.6	169.1
1973	214.9	229.5	235.6	253.7	198.8	215.9	211.2	184.3	235.3	184.6	187.6	167.4	187.7	240.7	174.1
1974	263.2	283.2	293.6	312.3	243.9	259.5	246.6	231.5	284.5	235.4	226.5	218.4	233.4	315.6	178.9
1972															
Julio	186.0	201.1	205.4	214.7	191.4	191.5	188.3	171.6	204.0	165.0	148.5	129.4	179.2	230.8	169.7
Agosto	186.5	202.5	207.2	216.9	192.2	191.8	189.1	171.7	204.0	164.3	148.5	127.5	179.5	230.8	169.7
Septiembre	187.2	202.2	206.2	215.5	192.2	193.1	189.1	172.5	205.7	166.4	151.4	131.9	180.1	230.8	169.7
Octubre	187.7	202.6	206.3	215.7	192.2	194.2	188.1	172.6	209.1	167.1	152.3	133.3	180.4	230.8	169.7
Noviembre	187.9	202.4	206.1	215.3	192.2	194.3	189.1	172.9	209.1	167.7	153.2	134.7	180.4	230.8	169.7
Diciembre	190.9	204.2	206.4	215.8	192.0	198.4	199.1	172.9	221.0	172.5	159.2	144.7	180.5	230.8	173.2
1973															
Enero	194.6	207.7	209.9	220.7	192.0	202.7	197.8	173.6	221.0	176.5	164.7	153.5	181.2	230.8	173.2
Febrero	197.2	210.6	213.9	226.1	192.2	203.3	198.3	174.6	221.5	178.7	167.8	158.0	182.1	230.8	173.2
Marzo	199.2	214.7	219.4	233.9	192.0	204.0	199.3	175.4	222.1	177.8	166.5	155.7	182.4	230.9	173.3
Abril	202.7	219.8	225.3	243.3	192.6	205.1	199.3	175.4	224.5	179.1	168.3	158.3	183.0	230.9	173.3
Mayo	210.0	223.5	229.5	247.3	193.8	209.9	211.0	177.9	224.5	191.2	184.4	184.4	184.4	233.8	174.4
Junio	210.2	222.6	227.8	244.8	194.2	210.9	211.1	179.5	225.1	192.9	185.8	186.1	185.3	237.6	174.4
Julio	215.5	229.5	237.0	255.9	193.1	212.8	212.0	181.5	228.7	195.8	190.0	190.6	189.1	237.8	174.5
Agosto	220.3	236.0	247.7	262.0	199.3	223.2	212.0	189.1	240.3	196.5	190.7	190.3	189.7	237.8	174.5
Septiembre	227.3	242.8	251.1	274.3	191.2	223.9	214.0	189.3	249.3	203.8	203.8	213.1	180.0	237.5	174.5
Octubre	230.9	246.3	254.9	278.1	196.2	228.7	210.8	192.3	240.3	203.5	203.0	216.4	182.7	241.1	174.5
Noviembre	231.9	248.1	254.8	277.9	195.2	233.0	229.0	198.1	253.4	209.4	207.4	215.7	195.2	240.9	174.5
Diciembre	239.1	252.9	260.7	280.6	203.5	235.1	231.2	204.3	253.4	220.1	210.3	218.9	197.7	280.3	174.8
1974															
Enero	247.0	262.6	271.2	292.5	216.3	243.1	232.7	209.0	263.8	225.4	213.4	219.3	204.8	315.0	174.8
Febrero	255.6	272.9	284.9	303.5	227.0	245.9	232.7	221.1	269.2	231.7	222.1	232.4	208.9	315.0	174.8
Marzo	261.1	279.6	291.3	310.4	241.8	253.2	240.7	222.6	278.8	235.5	227.5	235.9	215.9	315.0	175.0
Abril	262.5	282.8	291.0	313.9	242.9	257.3	240.8	222.6	280.4	234.5	226.0	230.4	222.5	315.0	175.0
Mayo	262.3	282.2	292.6	312.0	243.2	253.4	243.5	223.2	280.4	235.1	226.8	227.0	223.5	315.0	175.0
Junio	263.2	282.5	293.1	312.3	243.7	258.6	243.6	223.2	280.6	236.4	228.6	223.6	230.0	315.0	175.0
Julio	265.3	289.2	300.3	322.7	244.3	263.1	250.6	232.0	280.6	234.4	226.3	211.5	240.3	315.0	175.6
Agosto	268.0	288.6	299.3	320.0	245.8	264.5	250.6	239.5	288.6	234.8	226.3	210.4	243.7	315.0	175.6
Septiembre	266.5	288.7	298.9	318.2	242.1	265.7	250.6	245.1	288.6	235.7	227.2	208.6	254.7	315.0	175.6
Octubre	267.6	288.2	297.4	314.3	253.8	267.4	255.3	245.1	288.6	238.9	231.7	209.2	264.9	315.8	175.6
Noviembre	268.5	289.1	299.0	315.2	253.8	268.8	258.8	245.5	288.6	240.0	229.3	204.4	267.0	315.8	175.6
Diciembre	271.0	291.7	301.4	319.7	254.7	269.5	259.4	247.9	288.6	242.3	232.9	210.4	269.1	315.0	175.8
1975															
Enero	273.9	294.1	302.6	320.9	255.4	274.7	273.3	248.7	288.6	245.2	233.5	210.0	262.2	331.6	175.8
Febrero	276.8	299.2	311.1	332.7	255.3	272.5	276.0	249.2	279.1	245.6	233.4	209.6	262.9	335.1	175.8
Marzo	278.2	300.8	313.3	335.2	255.8	272.5	276.0	249.2	279.1	247.0	235.3	211.5	270.4	335.1	175.8
Abril	281.3	303.0	315.2	339.2	257.1	272.8	276.0	251.0	279.1	251.2	240.4	216.6	270.6	338.3	203.7
Mayo	286.8	308.4	325.5	349.1	264.7	272.9	276.0	251.2	279.1	256.6	241.5	225.6	272.5	339.1	207.4
Junio	293.5	317.2	335.3	362.3	269.3	273.3	279.7	252.6	279.1	259.8	251.8	232.4	280.3	338.1	207.4
Julio	296.6	324.1	344.6	371.2	275.9	277.7	279.8	252.8	280.0	259.4	249.5	225.0	280.7	339.1	207.4
Agosto	298.4	322.6	341.4	365.8	275.9	278.9	280.6	256.6	281.2	260.2	250.3	226.3	280.6	342.1	207.4
Septiembre p/	299.9	322.9	341.9	365.2	277.6	280.1	280.6	256.6	281.2	260.3	250.7	227.3	280.2	344.7	207.4

p/ Cifras preliminares.

Nota: Los conceptos genéricos que forman este índice son 210 y están constituidos por los promedios simples de relativos de precios de alrededor de 500 con zonas. La recopilación de precios se realiza en forma directa en 15 [illegible]. El ponderación está basada en estimaciones del consumo de los 210 artículos en el año de 1939 que es el año base [illegible] (cada alimento reconvertido a 1954) y la fórmula utilizada para elaborar el índice es la de ponderados [illegible].

* Para los meses de enero de 1973 y todo el [illegible] de 1976, ver la nota de página 29 de Indicadores Económicos, Vol. III, No. 2.

TABLA 2.1.3

COSTOS DE MATERIALES BASICOS

AÑO	CEMENTO $/Ton.	ARENA $/m3.	MADERA $/MPT	TABIQUE $/MILLAR	VARILLA $/Ton.
1954	165.00	17.50	700.00	152.50	1,580.00
1955	170.00	20.00	875.00	171.50	1,810.00
1956	185.00	21.00	950.00	171.50	1,905.00
1957	230.00	23.50	950.00	185.00	2,185.00
1958	230.00	25.00	950.00	195.00	2,370.00
1959	230.00	25.00	950.00	195.00	2,100.00
1960	260.00	30.00	1,100.00	230.00	2,100.00
1961	265.00	33.65	1,100.00	230.00	2,175.00
1962	265.00	30.00	1,100.00	245.00	2,330.00
1963	260.00	34.00	1,100.00	245.00	2,250.00
1964	260.00	36.50	1,450.00	300.00	2,440.00
1965	270.00	40.00	1,600.00	300.00	2,480.00
1966	260.00	41.70	1,800.00	300.00	2,480.00
1967	267.50	40.85	2,100.00	345.00	2,500.00
1968	300.00	43.00	2,016.66	368.33	2,500.00
1969	300.00	43.50	2,066.66	380.00	2,500.00
1970	320.00	43.50	2,225.00	380.00	2,500.00
1971	303.75	45.79	2,027.08	383.33	2,479.16
1972	312.50	48.54	1,989.58	426.25	2,375.00
1973	419.17	57.33	2,534.17	491.25	2,640.83
1974	497.08	64.17	3,346.25	571.25	5,020.83

TABLA 2.1.5

INDICES DE COSTO DE CADA UNO DE LOS 5 MATERIALES

AÑO	CEMENTO	ARENA	MADERA	TABIQUE	FIERRO
1954	63.5	58.3	63.6	66.3	75.2
1955	65.4	66.7	79.5	74.6	86.2
1956	71.2	70.0	86.4	76.1	90.7
1957	88.5	78.3	86.4	80.4	104.0
1958	88.5	83.3	86.4	84.8	112.9
1959	88.5	83.3	86.4	84.8	100.0
1960	100	100	100	100	100
1961	101.9	112.2	100.0	100.0	103.6
1962	101.9	100.0	100.0	106.5	111.0
1963	100.0	113.3	100.0	106.5	107.1
1964	100.0	121.7	131.8	130.4	116.2
1965	103.8	133.3	145.5	130.4	118.1
1966	100.0	139.0	163.6	130.4	118.1
1967	102.9	136.2	190.9	150.0	119.0
1968	115.4	143.3	183.3	160.1	119.0
1969	115.4	145.0	187.92	165.2	119.0
1970	123.1	145.0	202.3	165.2	119.0
1971	116.8	152.6	184.3	166.7	118.1
1972	120.2	161.8	180.9	185.3	113.1
1973	161.2	191.1	214.0	213.6	125.8
1974	191.2	213.9	304.2	248.4	239.1

TABLA 2.1.6

En otras palabras, un índice es tambien la relación del costo de un determinado bien en un periodo dado y el costo del mismo bien en -- otro periodo, llamado base. Esto es lo que entendemos por "INDICE DE COSTO". Se expresa en porciento.

Un "INDICE DE COSTO DE CONSTRUCCION", es pues el número que indica la variación que ha sufrido el costo de la construcción a través del tiempo o bien la relación del costo de construcción en un periódo - - dado y el costo de construcción en otro periodo tomado como base.

Por ahora solamente dejaremos establecido que igualmente podemos - - hablar de indices de costos para los diferentes componentes del costo de construcción; tales como materiales, mano de obra y equipo.

Expresandolo algebraicamente, decimos:

$$I_c = \frac{C_n}{C_a} \times 100$$

en donde: I_c = Indice de costo

C_n = Costo en un periódo dado

C_a = Costo en el periódo base.

Ejemplificaremos lo anterior citando algunos índices que se manejan en México.
El Banco de México, S.A., publica mensualmente sus Indicadores Economicos, dentro de las cuales estan tres índices:

a).- Indice Nacional de Precios al Consumidor, Base 1968=100
b).- Indice de Precios al Consumidor en la Ciudad de México, base 1968=100
c).- Indice de precios al Mayoreo en la Ciudad de México 210 articulos, base 1954=100

En las tablas 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 y 2.1.4 se muestran dichas publicaciones.

Específicamente para el sector construcción, solamente existen en - - México los índices publicados por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Si analizamos la tabla 2.1.5, veremos los costos promedio anuales de los cinco materiales básicos que maneja dicha cámara. Así por ejemplo, el costo promedio del cemento en 1960 fué de $ 260.00, -- mientras que en 1972 era de $ 312.50. Igualmente, el costo promedio de - la varilla en 1960 era $ 2,100.00 mientras que en 1974 fué de $ 5,020.83.

En la tabla 2.1.6 aparecen los índices de costos de los mismos cinco materiales básicos, publicados tambien por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Con los mismos ejemplos tomados en la tabla 2.1.5 usados en el párrafo anterior, tenemos:

Indice de costo del cemento en el año de 1972, base 1960, es: $I_c = \frac{312.50}{260.00} \times .00 = 120.2$

Indice de costo de la varilla en el año de 1974, base 1960, es: $I_c = \frac{5,020.83}{2,100.00} \times 100 = 239.1$

que son los mismos indices que aparecen en la mencionada tabla 2.1.6. Es muy importante observar en esta tabla que los índices de la Camara toman como periódo base el año de 1960 y por tanto en ese año todos los índices son 100, por lo que veremos enseguida.

2.2.- Propiedades de los Indices

Es indispensable conocer las propiedades matemáticas que tienen los índices, con objeto de manejarlos adecuadamente en la práctica.

Siguiendo la notación establecida en el inciso 2.1, llamaremos:

$$C_a, C_b, C_c, \ldots\ldots\ldots, C_n$$

a los costos de un determinado bien en los períodos

$$a, b, c, \ldots\ldots\ldots, n$$

y definiremos las siguientes propiedades específicas de los índices:

2.2.1.- Propiedad de Identidad

Un índice de costo es un periodo dado, con base en el mismo periodo, es igual a cien

$$I_c = \frac{C_a}{C_a} \times 100 = 100$$

Usando nuestros ejemplos del inciso 2.1., demostraremos por qué el índice de costo del cemento en 1960, con base en 1960, es igual a 100

$$I_c = \frac{260.00}{260.00} \times 100 = 100$$

2.2.2.- PROPIEDAD DE TIEMPO INVERSO

Cuando dos periodos se intercambian, sus correspondientes índices de costo son recíprocos entre sí.

$$\frac{C_a}{C_b} \times \frac{C_b}{C_a} = 1$$

Siguiendo con nuestro ejemplo, el costo del cemento en 1960 era - - - $ 260.00 y en 1972 fué de $ 312.50

$$\frac{\$\ 260.00}{\$\ 312.50} \times \frac{312.50}{260.00} = 1$$

2.2.3.- INDICES EN CADENA O ENLAZADOS

El índice de costo para un periodo dado, con respecto a otro período tomado como base, puede siempre expresarse en términos de enlaces -- relativos, entendiendose por enlace relativo a la relación entre un - costo y el costo del período precedente, ó dicho de otra manera, como el peroducto de todos los indices de costo de los periodos comprendi dos entre el base y el dado tomado por cada uno de ellos como base el inmediato anterior.

$$\frac{C_n}{C_{n-1}} \times - - - - - - - - - - \times \frac{C_d}{C_c} \times \frac{C_c}{C_b} \times \frac{C_b}{C_a} = \frac{C_n}{C_a}$$

aplicando esta expresión nuevamente a la tabla 2.1.5 tenemos para el tabique por ejemplo, que el índice de costo en 1965, con respecto a 1960 tomando éste como base, puede calcularse como:

$$\frac{C\ 1965}{C\ 1964} \times \frac{C\ 1964}{C\ 1963} \times \frac{C\ 1963}{C\ 1962} \times \frac{C\ 1962}{C\ 1961} \times \frac{C\ 1961}{C\ 1960} = \frac{C\ 1965}{C\ 1960}$$

$$\frac{300}{300} \times \frac{300}{245} \times \frac{245}{245} \times \frac{245}{230} \times \frac{230}{230} = \frac{300}{230} = 1.304$$

$$1.304 \times 100 = 130.4$$

lo que es igual al Indice que aparece en la tabla 2.1.6

2.2.4.- RECONVERSION DEL PERIODO BASE

Cuando ya se tienen calculados los índices de costo para un cierto - período base, podemos requerir por alguna razón conocer los índices - de costo de la misma serie de artículos respecto a otro periódo base - distinto al tomado originalmente.

Refiriendonos nuevamente a la tabla 2.1.6, tenemos los indices de costo de la madera, por ejemplo, calculados con base 1960 = 100. Nos interesa ahora conocer los indices para los años 1972, 1973 y 1974 pero con base 1971 = 100. Lo que hacemos simplemente es dividir estos cuatro indices entre el indice 1971 pero respecto a nuestro periodo base original - - 1960, de donde resulta:

AÑO	INDICES DE COSTO BASE 1960	INDICES DE COSTO BASE 1971
1971	184.3	(184.3 ÷ 184.3) x 100 = 100
1972	180.9	(180.9 ÷ 184.3) x 100 = 98.1
1973	214.0	(214.0 ÷ 184.3) x 100 = 116.1
1974	304.2	(304.2 ÷ 184.3) x 100 = 165.0

2.2.5.- OPERACION DE INDICES ENTRE DISTINTOS PERIODOS

Como corolario de todo lo anterior, debemos establecer algo muy importante: Los indices no pueden restarse ente sí. Puede ser que conocida una serie de índices nos interese saber por ejemplo el aumento relativo de precio en la varilla entre 1972 y 1973. En la citada tabla 2.1.5. - encontramos que el índice para 1972 es 113.1 y para 1973 es 125.8.

Lo correcto es decir que: $\frac{125.8}{113.1} = 1.112$

es el aumento relativo entre ambos años. (11.2 %), o bien que 111.20 es el índice de costo de 1973, con base en 1972.
Pero de ninguna manera podemos decir que 125.8 - 113.1 = 12.7 Sea ese aumento relativo.

2.3.- INDICES DE VALOR

En el inciso 2.1. mencionabamos a los costos de materiales, mano de obra y equipo como componentes del costo de construcción. Hemos venido ejemplificando en paginas anteriores con el índice de costo de materiales de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción que como vimos maneja cinco materiales básicos. En forma similar pueden integrarse series de - índices para el costo de la mano de obra y para el costo del equipo. Sin embargo, con conocer aisladamente los índices de costo de todos estos - - componentes, no podremos definir el índice de costo de construcción puesto que no hemos determinado en que medida inciden los costos de dichos componentes en el mismo.

De aquí pues la importancia de introducir un nuevo concepto que derivaremos de relacionar el costo de cada uno de los citados componentes con -- ciertas cantidades que determinen la incidencia o peso de cada uno de -- ellos en un todo llamado Costo de Construcción.

Vamos a definir en primer lugar como "VALOR" al producto del costo de un bien por la cantidad consumida, producida, exportada, etc. del mismo bien en un periodo determinado.

Es decir: $V_a = C_a \times q_a$

donde V_a = es el valor en el periodo a

C_a = el costo del bien en el periodo a

q_a = la cantidad consumida, por ejemplo, de ese bien en el mismo periodo a

de la misma manera: $V_n = C_n \times q_n$

donde V_n, C_n y q_n seran valor, costo y cantidad pero en el periódo n.

Ahora bien, entendemos por "INDICE DE VALOR" la relación entre el valor de un bien en un período determinado, y el valor del mismo bien en otro período tomado como base.

Asi pues: $$I_v = \frac{V_n}{V_a}$$

y $$I_v = \frac{C_n \times q_n}{C_a \times q_a}$$

El costo de construcción es pues un valor que se forma con el producto del costo de sus componentes, por las cantidades consumidas de esos mismos componentes. El Indice de costo de construcción, será entonces un Indice de Valor.

Por razones que resultarán obvias mas adelante, debemos particularizar y hablar de Indices de Costos de Construcción para tipos de obra específicos como por ejemplo: vivienda, hospitales, edificios de oficinas, carreteras, presas, etc.

Antes de seguir adelante señalaremos que existen muy diversos criterios y metodologías para el manejo de "INDICES PONDERADOS" que no son mas que Indices de valor pero para un conjunto de artículos que componen un todo. Esto quedará muy claro al mencionar algunos de esos criterios, solamente a título ilustrativo.

Indice Ponderado de Laspeyres

$$I_c = \frac{\sum C_n q_o}{\sum C_o q_o}$$

Indice Ponderado de Paasche:

$$I_c = \frac{\Sigma c_n \; q_n}{\Sigma c_o \; q_n}$$

Indice Ponderado de Fischer

$$I_c = \sqrt{\frac{\Sigma c_n \times q_o}{\Sigma c_o \times q_o} \times \frac{\Sigma c_n \times q_n}{\Sigma c_o \times q_n}}$$

Tomando en consideración que para el caso que nos ocupa debemos - conocer, para un tipo de obra específico, la variación solamente - en costo puesto que las cantidades que inciden de materiales, mano de obra y equipo estan fijas, usaremos para calcular el Indice de costo de construcción el criterio de Laspeyres.

2.4.- APLICACIONES

Hemos establecido que siempre hablaremos del Indice de Costo de -- Construcción para una obra en partícular y éste será aplicable a -- otras obras de características similares. Por ésta razón es importante establecer lo que se llama un "MODELO" para el Indice en el que - determinaremos los principales componentes que inciden en el costo - y de qué cantidad lo hacen. Resulta obvio decir que para dicho modelo deberá seleccionarse una obra realmente representativa de las de su tipo, o bien un promedio de varias obras del mismo tipo.

Nuevamente presentaremos el unico índice de costo de construcción - que se publica en México y que es tambien de la Camara Nacional de - la Industria de la Construcción.

El modelo seleccionado por La Cámara fué un edificio de departamentos de interés social, tipo "2D" construido por el FOVI más o menos por - 1966. En la tabla 2.4.1. se muestra la relación de los principales -- componentes del costo de dicho edificio con sus cantidades respectivas. Como se ve, contiene 36 materiales mas mano de obra de peon y de - - oficial.

Una vez establecido lo anterior, se hicieron varios tanteos reduciendo los componentes primero a 20 materiales ademas de la mano de obra y por último a solo 5 materiales más mano de obra de peón y de oficial. Esto fue con el fin de simplificar la operación del modelo y se decidió una vez determinado que, para aquella epoca, el comportamiento era - muy similar en las tres alternativas.

En la tabla 2.4.2. se ilustra la operación del modelo que como se - - aprecia consiste simplemente en multiplicar la cantidad establecida de cada componente por su costo promedio anual, sumando los importes para obtener así el "Valor" en cada año.

. PRINCIPALES COMPONENTES DEL PRESUPUESTO

C O M P O N E N T E	UNIDAD	CANTIDADES EDIFICIO 2 D
Cemento Tipo I	Ton.	239.84
Arena	M3.	347.31
Grava	M3.	248.98
Madera para cimbra	M.P.T.	12.44
Madera para cimbra	M3.	29.355
Tornillos y clavos cimbra	Kg.	537.44
Alambre recocido No.18 cimbrado	Kg.	1,003.30
Aceite para cimbra	Lt .	2,748.98
Fierro Alta Resistencia	Ton.	34.45
Calidra	Ton.	8.56
Tabique Recocido	Millar.	94.42
Mosaico Granito	M2.	956.68
Cemento Blanco	Ton.	0.88
Loseta de Barro	Ciento.	44.64
Tezontle	M3.	32.93
Azulejo Blanco	Ciento.	168.00
Ladrillo	Millar.	17.35
Celosías	Pza.	4,500
Lavaderos	Pza.	16
Fregaderos	Pza.	16
Botiquines	Pza.	16
Juegos de accesorios baño	Jgo.	16
Lámina 18 en ventanas	Ton.	4.05
Fibracel en puertas	M2.	313.23
Yeso	Ton.	31.50
Pintura esmalte	Lt .	149.68
Pintura vinílica	Lt .	439.33
Chapas comunicación	Pza.	78
Vidrio medio doble	M2.	79.40
W.C.	Pza.	16
Calentador	Pza.	16
Lavabo	Pza.	16
Regadera	Pza.	16
Tubo galvanizado 13 mm.	M .	233.60
Tubo Conduit 13 mm.	M .	1,171.06
Alambre Plastilac No. 12	M .	3,465.00
Mano de obra peón	Jorn.	2,191.21
Mano de obra oficial	Jorn.	1,779.85

NOTA.- Los valores de la mano de obra indicados corresponden al costo total del edificio. Al considerar sólo 20 materiales la mano de obra considerada es de :

1,609.90 jornadas peón
y 1,388.96 jornadas oficial

atendiendo al valor de los materiales considerados .
Considerando sólo 5 materiales, la mano de obra es de :

978.56 jornadas peón
y 844.26 jornadas oficial.

TABLA 2.4.1

CALCULO DEL INDICE DE COSTOS DE CONSTRUCCION EN MEXICO, D.F.

AÑO	CEMENTO TIPO I 210 Kg/cm²		ARENA 969.93 m³		PIEDRA PARA CONCRETO 1/2" (1555 m³)		PIEDRA PARA CONCRETO 3/4" (1555 m³)		PIEDRA ALTA RESISTENCIA 3/4" 45 Kg/cm²		SUMA DE MATERIALES EN $	INDICE DE MATERIALES	MANO DE OBRA				SUMA DE MANO DE OBRA EN $	INDICE DE MANO DE OBRA	SUMA DE MATERIALES + MANO DE OBRA EN $	INDICE DE COSTOS DIRECTOS
													PEON 207.56 Jornales		OFICIAL 1245.36 Jornales					
	PRECIO UNIT. $/ton.	IMPORTE $	PRECIO UNIT. $/m³	IMPORTE $	PRECIO UNIT. $ Por M³ (1555 m³)	IMPORTE $	PRECIO UNIT. $/m³	IMPORTE $	PRECIO UNIT. $/ton.	IMPORTE $			PRECIO $/J	IMPORTE $	PRECIO $/J	IMPORTE $				
1954	165.00	39,571.60	17.50	6,077.93	700.00 (35 m³)	8,700.00	152.50	14,309.05	1,500.00	54,431.00	123,189.58	62.24	12.02	12,545.14	15.23	13,677.81	26,222.15	59.09	149,411.73	65.21
1955	170.00	40,772.00	20.00	6,946.20	875.00 (270 m³)	10,885.00	171.50	16,103.03	1,810.00	62,354.50	137,151.53	75.27	14.00	13,899.04	18.19	15,357.09	29,056.93	64.97	166,208.46	73.65
1956	185.00	44,370.40	21.00	7,293.51	950.00 (402.5)	11,818.00	175.00	16,523.50	1,905.00	65,627.25	145,632.66	80.67	16.34	15,909.57	21.33	17,062.74	33,972.41	75.96	173,605.07	79.59
1957	230.00	55,163.20	23.50	8,161.79	950.00 (402.53)	11,818.00	195.00	17,467.79	2,185.00	75,273.25	167,283.04	93.09	16.34	15,909.67	21.33	17,062.74	33,972.41	75.96	201,255.45	89.45
1958	230.00	55,163.20	25.00	8,682.75	950.00 (402.53)	11,818.00	195.00	16,411.90	2,370.00	81,646.50	175,722.35	97.34	17.53	17,203.08	24.36	20,566.17	37,769.25	83.67	213,491.60	94.81
1959	230.00	55,163.20	25.00	8,682.75	950.00 (402.53)	11,818.00	195.00	18,411.90	2,100.00	72,345.00	166,420.85	92.19	17.53	17,203.08	24.36	20,566.17	37,769.25	83.67	204,190.10	90.66
1960	260.00	62,353.60	30.00	10,419.30	1,100.00 (466.15)	13,684.00	230.00	21,716.60	2,100.00	72,345.00	180,523.30	100.00	21.33	20,943.33	28.78	24,297.83	45,241.13	100.00	225,764.43	100.00
1961	265.00	63,552.60	33.55	11,655.03	1,100.00 (466.15)	13,684.00	230.00	21,716.60	2,175.00	74,925.75	185,573.98	102.80	21.33	20,943.33	28.78	24,297.83	45,241.13	100.00	230,815.06	102.24
1962	265.00	63,552.60	30.00	10,419.30	1,100.00 (466.15)	13,684.00	245.00	23,132.90	2,330.00	80,253.50	191,062.30	105.84	25.74	25,159.13	36.25	30,604.43	55,763.56	123.68	246,825.86	109.33
1963	260.00	62,358.40	34.00	11,806.54	1,100.00 (466.15)	13,684.00	245.00	23,132.90	2,253.00	77,612.50	190,496.34	104.42	25.74	25,159.13	36.25	30,594.43	55,753.56	123.68	246,250.00	109.07
1964	260.00	62,358.40	36.50	12,676.82	1,450.00 (614.21)	18,018.00	300.00	28,335.00	2,440.00*	84,043.00	205,457.22	112.81	31.57	30,033.14	42.45	35,838.04	65,871.18	145.63	271,328.40	120.21
1965	270.00	66,756.80	40.00	13,892.40	1,609.00 (681.04)	19,994.00	300.00	28,335.00	2,400.00	85,436.00	212,315.20	117.61	31.57	30,953.14	42.45	35,838.04	66,791.90	147.83	279,047.18	123.66
1966	260.00	62,358.40	41.70	14,482.83	1,800.00 (762.03)	22,332.00	300.00	28,335.00	2,420.00	85,435.00	212,955.23	117.99	37.43	36,676.43	50.36	42,516.93	79,193.36	175.44	292,102.59	129.43
1967	257.50	64,157.20	46.85	16,187.61	2,100.00 (726.93)	26,124.00	345.00	32,574.90	2,500.00	86,125.00	223,168.71	123.62	37.43	36,676.43	50.36	42,516.93	79,193.36	175.44	302,362.07	133.99
1968	300.00	74,952.00	43.00	14 934.33	2,016.56 (697.61)	25,037.25	363.33	34,777.72	2,500.00	86,125.00	232,876.30	129.00	41.51	40,020.03	54.08	45,657.50	85,677.53	189.83	318,553.91	141.43
1969	300.00	74,952.00	43.50	15,107.93	2,256.66 (875.00)	25,709.25	350.00	35,879.60	2,500.00	86,125.00	234,773.84	130.05	41.51	40,020.03	54.08	45,657.50	85,677.53	189.83	320,451.45	142.27
1970	320.00	76,748.80	43.50	15,107.93	2,225.00 (948.00)	27,679.00	350.00	35,879.60	2,500.00	86,125.00	241,540.33	133.80	50.05	48,276.03	65.52	55,627.40	103,903.33	230.19	345,443.73	153.39
1971	335.75	72,851.40	45.79	15,903.32	2,027.00 (869.00)	25,216.25	303.33	36,194.02	2,479.16	85,407.06	235,572.60	130.43	50.94	49,047.05	69.76	59,674.23	108,721.28	231.59	344,293.81	152.77
1972	312.50	74,959.00	48.54	16,858.43	1,450.56 (643.14)	24,759.38	426.25	40,246.53	2,375.00	81,813.75	238,624.09	132.13	52.61	61,967.64	79.01	67,309.39	129,278.03	284.69	367,902.12	163.25
1973	419.17	101,154.43	57.33	19,911.09	2,194.12 (937.45)	33,263.67	491.25	46,383.53	2,640.83	90,976.50	287,714.05	159.33	57.01	65,572.31	84.70	73,593.02	137,165.33	303.67	424,799.38	188.49
1974	477.08	119,219.67	64.17	22,286.68	3,345.75 (1 419.07)	41,627.35	571.25	53,937.43	5,020.83	172,967.59	410,038.32	227.14	95.52	81,514.93	121.95	152,357.23	234,472.23	519.01	644,511.25	285.73

TABLA 2.4.2

Debe observarse que se han obtenido subtotales por materiales y por mano de obra para así lograr indices ponderados de materiales, de mano de obra y de materiales mas mano de obra, tomando como - - base en este caso 1960 = 100

Las propiedades del Indice de Costo de Construcción son las mismas que se han señalado con anterioridad para los índices de agregación simple tratados en el inciso 2.2.

Las principales aplicaciones de un Indice de Costo de Construcción, son:

a).- Obtener el Estimado de Costo, a nivel preliminar de un - proyecto ejecutado tiempo atras, a costos actuales.
b).- Pronosticar el costo probable de una obra en base a un proyecto conocido.
c).- Valuación de Inmuebles.
d).- En el ramo de seguros para establecer el monto del - - - reemplazo por daños.
e).- Como estadistica de comportamiento de la construcción como sector ecónomico.

Antes de cerrar este capítulo señalaremos someramente las precauciones que se deben tener al diseñar un Indice de Costo en general y un índice de costo de construcción en particular.

a).- Como ya mencionamos, seleccionar adecuadamente el modelo - para que sea realmente aplicable con un buen grado de confiabilidad a obras del mismo tipo.
b).- Establecer con claridad las fuentes para obtener información de costos y una vez operado el índice usar exactamente las mismas.
c).- Tomar como período base alguno del que tengamos información confiable, pero que además represente circunstancias normales, y no sujeto a escasez, fluctuaciones, etc.
d).- Establecer una periodicidad correcta para la operación del índice, en función de las fluctuaciones existentes y del - fin que se le quiera dar.

3.- PARAMETROS DE COSTO

3.1.- GENERALIDADES

El parámetro de costo mas conocido, hablando de edificación y vivienda en general, es el "Costo por metro cuadrado construido". Sin embargo pensamos que el uso de este parámetro es sumamente peligrosa puesto - que no refleja diferencias entre proyectos que llevan a variaciones - importantes en el costo.

Dicho de otra manera, cada proyecto tiene ciertas características propias que son determinantes para el costo y que sin embargo suelen - - diferir totalmente en otros proyectos. Dichas características pueden - ser por ejemplo la propia cimentación que varía segun varios factores importantes; el número de baños incidiendo en una superficie determinada; la densidad de muros;los claros y altura de la estructura, etc.

PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

EDIFICIO DE OFICINAS EN MEXICO D.F.

CLAVE	CONCEPTO.	IMPORTE
OPR	**OBRAS PRELIMINARES.**	
opr 01	Limpieza del terreno	$ 576.00
opr 02	Tapiales de madera.	1,674.75
	SUMA:	$ 2,250.75
CIM	**CIMENTACION.**	
cim 01	Trazo y nivelación.	$ 727.20
cim 02	Tablaestacado.	176,085.00
cim 03	Drenes y pozos de bombeo.	183,799.68
cim 04	Excavacion a máquina incluyendo afine.	21,732.25
cim 05	Plantilla de concreto f'c = 100 kg/cm² de 8 cm de espesor	10,029.60
cim 06	Losa de cimentación:	
	a).—Cimbra comun.	734.46
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm² No. 5	27,222.78
	c).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	37,870.82
cim 07	Dados de concreto:	
	a).—Cimbra común.	1,930.63
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No. 2.5	1,070.29
	b-2 Varilla del No. 8	532.00
	c).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	12,201.21
cim 08	Contratabes de concreto:	
	a).—Cimbra común.	11,120.92
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No. 2.5	4,915.40
	b-2 Varilla del No. 4.	7,730.48
	b-3 Varilla del No. 6	1,631.47
	b-4 Varilla del No. 8	12,732.55
	b-5 Varilla del No. 10	1,666.93
	b-6 Varilla del No. 12	21,847.49
	c).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	36,745.44
cim 09	Losa tapa (reticular).	
	a).—Cimbra comun.	11,760.40
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No. 2.5	238.51
	b-2 Varilla del No. 4	6,387.75
	b-3 Varilla del No. 5	10,389.02
	b-4 Varilla del No. 6 y 8	22,485.49
	c).—Acero de refuerzo fy = 2 320 kg/cm²	6,203.35
	d).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	26,211.99
	e).—Casetones de concreto:	
	e-1 de 0.60 x 0.60 x 0.25	5,715.84
	e-2 de 0.40 x 0.60 x 0.25	3,218.60
	e-3 de 0.40 x 0.40 x 0.25	1,489.00
cim 10	Muro de contención:	
	a).—Cimbra comun.	5,866.93
	b).—Cimbra aparente.	10,482.08
	c).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	c-1 Varilla del No. 2.5	9,236.19
	c-2 Varilla del No. 4	13,767.61
	c-3 Varilla del No. 6 y 8	12,838.95
	d).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	32,658.69
	e).—Cimbra de tabique rojo	2,358.92
cim 11	Acarreo de material producto de excavación en camion.	36,931.14
	SUMA:	$ 791,158.06
LOS	**LOSAS DE TECHOS Y LOSAS DE ENTREPISO.**	
los 01	Losa reticular:	
	a).—Cimbra común.	$ 77,492.69
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 0000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No 2.5	1,590.08
	b-2 Varilla del No. 4	45,120.39
	b-3 Varilla del No. 5	64,354.23
	b-4 Varilla del No. 6 y 8	152,737.61
	c).—Acero de refuerzo fy = 2 320 kg/cm²	
	c-1 Varilla del No. 2	39,718.06
	d).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	191,303.31
	e).—Casetones de concreto	
	e-1 de 0.60 x 0.60 x 0.25	40,890.24
	e-2 de 0.40 x 0.60 x 0.25	18,992.40
	e-3 de 0.40 x 0.40 x 0.25	9,680.00
los 02	Losa Maciza:	
	a).—Cimbra común.	5,757.10
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No. 3	2,668.81
	c).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	9,608.75
los 03	Trabes de concreto:	
	a).—Cimbra comun.	3,970.67
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No. 2.5	119.26
	b-2 Varilla del No. 4	2,843.10
	b-3 Varilla del No. 5	829.08
	b-4 Varilla del No. 6	1,209.66
	c).—Acero de refuerzo fy = 2 320 kg/cm²	
	c-1 Varilla No. 2	1,651.06
	d).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	2,881.37
los 04	Losa rampa para escaleras:	
	a).—Cimbra aparente.	3,321.25
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
	b-1 Varilla del No. 2.5	5,326.75
	c).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	4,727.12
los 05	Rampa de concreto incluye pretiles:	
	a).—Cimbra común.	3,712.39
	b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	

CLAVE		CONCEPTO.	IMPORTE
		b–1 Varilla No. 3	17,134.53
		c).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	9,338.20
los	06	Acarreo de escombro.	9,200.00
		SUMA:	$ 726,180.66

CME COLUMNAS Y MUROS ESTRUCTURALES.

cme	01	Columnas de concreto.	
		a).—Cimbra aparente	$ 45,532.55
		b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm²	
		b–1 Varilla No. 2.5	10,176.49
		b–2 Varilla No. 4	12,369.34
		b–3 Varilla No. 5	4,581.27
		b–4 Varilla No. 6	14,338.05
		b–5 Varilla No. 8	72,544.15
		b–6 Varilla No. 12	53,829.97
		c).—Acero de refuerzo fy = 2 320 kg/cm² No. 2	2,752.80
		d).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	37,907.16
		SUMA:	$ 254,031.78

AZT AZOTEAS.

azt	01	Enladrillado y lechadeado.	$ 9,877.42
azt	02	Impermeabilizacion.	10,042.52
azt	03	Entortado.	4,494.71
azt	04	Relleno de tezontle.	10,319.49
azt	05	Chaflanes de concreto.	2,000.14
azt	06	Pretil de concreto h = 40 cm. con 4 Ø 3 y E Ø 3 a 25 cm. acabado aparente.	9,566.02
azt	07	Domos con ventilación de 60 x 60 cm.	4,742.40
		SUMA:	$ 51,042.70

PIS PISOS Y SUS ACABADOS.

pis	01	Firme de cemento pulido.	$ 53,521.70
pis	02	Piso de terrazo.	4,237.63
pis	03	Piso de loseta vinilica.	92,047.13
pis	04	Piso de mosaico veneciano.	10,103 60
pis	05	Piso de cemento rayado.	3,083.05
pis	06	Escalones de granito.	36,878.55
pis	07	Descansos y desembarques de granito.	5,503.43
pis	08	Junta de construcción.	557.40
pis	09	Firme escobillado (estacionamiento).	9,610.92
		SUMA:	$ 215,543.41

TEC TECHOS Y SUS ACABADOS.

tec	01	Falso plafón de vitrocor, suspension visible.	$ 171,583.30
tec	02	Cajillo de vitrocor h = 0.30	3,756.30
tec	03	Plafón de yeso con pintura vinilica en techos de cubo de escaleras.	221.26
tec	04	Pintura vinilica en rampas de escalera.	639.13
		SUMA:	$ 176,229.99

MEX MUROS EXTERIORES Y ACABADOS.

mex	01	Muro de tabique recocido de 14 cm. incluye elevación.	$ 58,212.58
mex	02	Castillos de 15 x 15 de concreto armado con 4 Ø 3 y est. Ø 2 a 20 cm.	5,778.41
mex	03	Anclaje de castillos en losas.	794.64
mex	04	Cadena de 15 x 20 de concreto armado con 4 Ø 3 y est. Ø 2 a 20 cm.	14,261.98
mex	05	Aplanado de mezcla cemento arena 1:4	33,727.31
mex	06	Boquillas de mezcla.	2,150.09
mex	07	Aplanado de yeso.	2,178.34
mex	08	Boquillas de yeso	956.72
mex	09	Pintura Vinilica.	2,187.41
		SUMA:	$ 120,249.48

MIN MUROS INTERIORES Y ACABADOS.

min	01	Muro de tabique recocido de 14 cm. incluye elevación.	$ 38,907.36
min	02	Castillos de 15 x 15 de concreto armado con 4 Ø 3 y est. Ø 2 a 20 cm.	12,137.03
min	03	Anclaje de castillos en losas.	1,787.94
min	04	Cadena de 15 x 20 de concreto armado con 4 Ø 3 y est. Ø 2 a 20 cm.	6,201.99
min	05	Aplanado de mezcla cemento arena 1:4	12,842.11
min	06	Boquillas de mezcla.	1,356.41
min	07	Aplanado de yeso.	4,607.04
min	08	Boquillas de yeso.	936.86
min	09	Pintura vinilica.	9,778.04
min	10	Recubrimiento de mármol.	18,867.92
min	11	Recubrimiento de acero inoxidable.	47,636.43
		SUMA:	$ 155,059.23

VPE VENTANAS Y PUERTAS EXTERIORES.

vpe	01	Cancelería de aluminio anodizado.	$ 271,312.03
vpe	02	Puerta metálica de lámina estriada en azotea	806.58

CLAVE		CONCEPTO.	IMPORTE
vpe	03	Reja de aluminio acceso a estacionamiento.	5,605.76
vpe	04	Puertas de aluminio en acceso edificio.	7,785.72
vpe	05	Chapa en puerta acceso y reja.	689.79
vpe	06	Chapa en puerta metálica.	94.93
vpe	07	Vidrio solar bronce del País.	10,789.60
vpe	08	Tabletas de vidrio solar-bronce.	44,124.00
vpe	09	Pintura esmalte en puerta metálica.	44.61
vpe	10	Limpieza de vidrios.	879.44
		SUMA:	$ 441,832.50

PIA PUERTAS INTERIORES Y ACABADOS.

pia	01	Puerta de madera de pino tipo tambor de 0.80 x 2.30	$ 4,000.00
pia	02	Chapa puerta de madera.	1,299.30
pia	03	Pintura esmalte en puerta de madera.	465.50
pia	04	Marcos de madera de pino.	2,000.00
pia	05	Pintura esmalte en marcos.	199.50
		SUMA:	$ 7,984.30

IHS INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.

ihs	01	Lambrin de azulejo, incluye limpieza.	$ 22,663.85
ihs	02	Muebles de baño y accesorios, incluye limpieza.	
		a).—Inodoro.	10,333.20
		b).—Lavabos.	13,491.60
		c).—Mingitorios.	1,286.20
		d).—Vertedero.	1,760.35
		e).—Papeleras.	2,293.80
		f).—Ganchos.	1,005.20
		g).—Jaboneras.	1,786.20
		h).—Toalleras.	1,315.40
		i).—Goteadores.	2,123.85
		j).—Fluxómetros.	20,010.80
ihs	03	Espejos con marco de aluminio y bastidor de pino.	12,999.50
ihs	04	Mamparas en baños de tambor y lámina estriada.	13,621.64
ihs	05	Pasadores de puertas de mamparas.	614.60
ihs	06	Meseta de concreto para recibir lavabo.	3,377.00
ihs	07	Meseta de mármol en lavabos.	12,042.00
ihs	08	Cisterna de concreto:	
		a).—Cimbra común.	3,269.62
		b).—Acero de refuerzo fy = 4 000 kg/cm² No. 4	6,908.46
		c).—Acero de refuerzo fy = 2 320 kg/cm² No. 2	196.07
		d).—Concreto f'c = 200 kg/cm²	10,505.55
ihs	09	Alimentación y desagüe a muebles sanitarios.	52,735.20
ihs	10	Tinacos de 1 100 lts.	1,937.16
ihs	11	Bases para tinacos.	497.26
ihs	12	Bombas centrífugas de 2 H. P.	3,368.00
ihs	13	Bomba centrífuga de ¼ H. P.	2,416.00
		SUMA:	$ 204,457.51

IEL INSTALACION ELECTRICA.

iel	01	Tableros e interruptores.	$ 6,875.40
iel	02	Lamaleo incluyendo alimentacion:	
		a).—Para lámparas y arbotantes.	29,944.48
		b).—Para plafón luminoso.	1,563.50
		c).—Para contacto.	14,082.80
		d).—Para timbre.	156.35
iel	03	Unidad de alumbrado para empotrar de 4 x 40 W	41,820.00
iel	05	Unidad de alumbrado de sobreponer de 1 x 40 W	1,094.40
iel	06	Unidades de alumbrado para plafón luminoso de de 4 x 74 W	6,830.00
iel	07	Arbotantes interiores de 100 W	3,463.60
iel	08	Arbotantes exteriores de 100 W.	584.55
iel	09	Unidad de iluminación con focos de 75 W y portalámpara.	425.85
		Unidad de iluminación con foco de 100 W y portalámpara de empotrar.	2,146.00
		SUMA:	$ 108,986.93

IES INSTALACIONES ESPECIALES.

ies	01	Salida telefónica	$ 4,537.64
ies	02	Elevadores (2 piezas)	583,300.00
		SUMA:	$ 587,837.64

TABLA 3.2.3

RESUMEN:

	OPR	OBRAS PRELIMINARES.	2,250.75
	CIM	CIMENTACION.	791,158.06
	LOS	LOSAS DE TECHO Y ENTREPISO.	726,.80.66
	CME	COLUMNAS Y MUROS ESTRUCTURALES.	254,031.78
	AZT	AZOTEAS.	51,042.70
	PIS	PISOS.	215,543.41
	TEC	TECHOS.	176,229.99
	MEX	MUROS EXTERIORES	120,249.48
	MIN	MUROS INTERIORES.	155,059.23
	VPE	VENTANAS Y PUERTAS EXTERIORES.	441,832.50
	PIA	PUERTAS INTERIORES.	7,984.30
	IHS	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS.	204,467.51
	IEL	INSTALACION ELECTRICA.	108,986.93
	IES	INSTALACIONES ESPECIALES.	587,837.64
		TOTAL:	$ 3'842,854.94

TABLA 2.2.4

CATALOGO DE PARAMETROS DE SUPERFICIE

PARTIDA		IMPORTE	PESO	MEDIDA		$/U
O P R	$	2,250.75	0.06%	2,696.53 m2	$	0.83/m2
C I M	$	791,158.06	20.59%	2,696.53 m2	$	293.40/m2
L O S	$	726,180.66	18.90%	2,696.53 m2	$	269.30/m2
C M N	$	254,031.78	6.61%	2,696.53 m2	$	94.21/m2
A Z T	$	51,042.70	1.32%	2,696.53 m2	$	18.93/m2
P I S	$	215,543.41	5.61%	2,696.53 m2	$	79.93/m2
T E C	$	176,229.99	4.58%	2,696.53 m2	$	65.35/m2
M E X	$	120,249.48	3.13%	2,696.53 m2	$	44.59/m2
M I N	$	155,059.23	4.03%	2,696.53 m2	$	57.50/m2
U P E	$	441,832.50	11.50%	2,696.53 m2	$	163.86/m2
P I A	$	7,984.30	0.21%	2,696.53 m2	$	2.96/m2
I M S	$	204,467.51	5.82%	2,696.53 m2	$	75.83/m2
I E L	$	108,986.93	2.84%	2,696.53 m2	$	40.42/m2
I E S	$	587,837.64	15.30%	2,696.53 m2	$	218.00/m2
SUMA - - -	$	3'842,854.94	100.00%	2,696.53 m2	$	1,425.11/m2

TABLA 3.2.5

CATALOGO DE PARAMETROS FUNCIONALES

PARTIDA	IMPORTE	PESO	MEDIDA	$/U
O P R	$ 2,250.75	0.06%	360.00 m2	$ 6.25/m2
C I M	$ 791,158.06	20.59%	417.04 m2	$1,897.08/m2
L O S	$ 726,180.66	18.90%	2,621.85 m2	$ 276.97/m2
C M I	$ 254,031.78	6.61%	90.18 m2	$2,816.94/m2
A Z T	$ 51,042.70	1.32%	360.00 m2	$ 141.79/m2
P I S	$ 215,543.41	5.61%	2,469.65 m2	$ 87.28/m2
T E C	$ 176,229.99	4.58%	2,530.34 m2	$ 69.65/m2
M E X	$ 120,249.48	3.13%	1,117.37 m2	$ 107.62/m2
M I N	$ 155,059.23	4.03%	897.01 m2	$ 172.86/m2
U P E	$ 441,832.50	11.50%	558.06 m2	$ 791.73/m2
P I A	$ 7,984.30	0.21%	20.24 m2	$ 394.48/m2
I H S	$ 204,467.51	5.32%	50.00 sal.	$4,089.35/sal.
I E L	$ 108,986.93	2.84%	308.00 sal.	$ 353.85/sal.
I E S	$ 587,837.64	15.30%	2,696.53 m2	$ 218.00/m2
SUMA - - -	$ 3'842,854.94	100.00%	2,696.53 m2	$1,425.11/m2

TABLA 3.2.6

Por lo anterior, no hay quien, deba comprometerse a un costo por metro cuadrado construido para un proyecto nuevo, basado en alguna experiencia anterior, a menos que ese nuevo proyecto presente características muy similares al ya experimentado.

Dada la enorme necesidad de contar con esta herramienta, especialmente para evaluación de proyectos, es muy recomendáble el uso de parametros de costo, siempre y cuando reunan algunos requisitos fundamentales.

.2.- PARAMETROS DE SUPERFICIE Y PARAMETROS FUNCIONALES

Si agrupamos todos los conceptos que integran el costo de una obra por partidas afines y determinamos el costo de cada una de esas partidas y dividimos el costo así obtenido entre la superficie construida total, obtenemos los "PARAMETROS DE SUPERFICIE". El mencionado costo por metro cuadrado construído en un parámetro de superficie que será igual a la suma de los parámetros de superficie de todas y cada una de las partidas.

Si el costo obtenido para cada partida de presupuesto se dividen entre su superficie o medida correspondiente, obtenemos su "PARAMETRO FUNCIONAL" Son éstos parámetros funcionales los que consideramos adecuados para usarse en la evaluación de proyectos y en estimados de costo a nivel preliminar.

El manual de costos S-INCO publicado por Control Económico de Obras, S.A. (CONTEO) tiene parámetros tanto de superficie como funcionales para diversos tipos de obras.

Vamos a analizar el caso de un edificio para oficinas en la ciudad de México, D.F. En las tablas 3.2.1, 3.2.2., 3.2.3 y 3.2.4 se reproduce el presupuesto de costo directo que aparece en el manual S-INCO número 1.

En la tabla 3.2.4. tenemos el resumen de costos por partidas para ese mismo edificio.

En la tabla 3.2.5. tenemos obtenidos los parámetros de superficie correspondientes a cada una de las partidas, obteniendose al final la suma de todos estos parámetros que es igual al costo total por metro cuadrado construido que es $ 1,425.11 para una superficie construida total de 2,696.53 M2

En la tabla 3.2.6 que tambien como las anteriores corresponde al manual S-INCO número 1 aparecen los parámetros funcionales. Así por ejemplo para pisos tenemos un costo total de $ 215,543.41 que dividido entre la superficie neta de pisos da un costo por unidad de $ 87.28/M2. La instalación hidraúlica y sanitaria da un costo por unidad de $ 4,089.35/Sal.

En las tablas 3.2.5 y 3.2.6 aparece ademas el "Peso" de cada partida, expresado como el procionto que representa el costo de cada partida respecto al costo total.

Es importante hacer notar que la suma de parámetros funcionales, no tiene sentido. Estos deben manejarse individualmente.

Debe observarse tambien que el acomodo de los conceptos del presupuesto es, como decíamos por grupos afines. Así por ejemplo los muros - incluyen todos sus acabados, las ventanas incluyen vidrio , las puertas incluyen sus chapas y acabados etc.

3.3.- APLICACIONES

El diseño de los parámetros y su cálculo debe hacerse siempre sobre un proyecto conocido y perfectamente estudiado, por ejemplo el edificio de oficinas al que nos referimos en el inciso anterior.

Si contamos con esta herramienta, cualquier nuevo proyecto que se nos presente y que presente características similares a nuestro proyecto base es suceptible de estudiarse, fundamentalmente para tres fines - distintos:

a).- Evaluación del Proyecto
b).- Estimado de Costo
c).- Analisis de Alternativas

Puede requerirse por ejemplo evaluar un proyecto. Esto podría consistir en determinar el costo a que nos lleva la densidad de muros, - - número de salarios de instalaciones, cimentación que necesitará, etc. Para ello bastará simplemente con calcular las medidas particulares de cada partida por analizar y aplicarle su costo por unidad correspondiente de nuestro proyecto base. Obviámente estos costos por unidad - deben mantenerse permanentemente actualizados, utilizando por ejemplo, índices de costo.

Si el problema es hacer el estimado de costo, cuando no tenemos el -- proyecto completo o no hay razón para hacer un presupuesto detallado, simplemente hacemos el analisis completo de la obra por parametros funcionales.

Ahora bien, una de las enormes ventajas que representa el uso de parámetros funcionales es que permite la variación de acabados, de dimensiones o clase de sistemas de piso, de cimentaciones, etc., siendo - - evidentemente muy simple el ajuste de los costos por unidad obtenidos en el proyecto base. Esta característica permite usar tambien los parametros funcionales para analizar diferentes alternativas de acabados, cimentación, sistemas de piso, etc.

4.- LA FORMULA DE AJUSTE

4.1.- GENERALIDADES

Una fórmula de ajuste es aquella que contiene los principales componentes del costo de una Obra con la medida en que estos inciden en el mismo. A cada uno de dichos componentes se les aplicarán los indices

variación de costo que sufran individualmente, para que al volver a sumar los componentes modificados, obtengamos un índice de - - variación en el costo total de la obra.

La fórmula de ajuste mas simple, es:

MATERIALES	0.65
MANO DE OBRA	0.35
COSTO TOTAL	1.00

De tal manera que si para un periodo dado en el transcurso de la obra, los materiales aumentaron un 20% y la mano de obra un 15% con respecto a los costos iniciales, tenemos:

MATERIALES	0.65 x 1.20	=	0.7800
MANO DE OBRA	0.35 x 1.15	=	0.4025
COSTO TOTAL			1.1825

Quiere decir que el costo total aumentó en dicho período 18.25% con respecto al costo inicial de la misma obra.

La Fórmula de ajuste puede integrarse con tantos componentes como se - quiera y dichos componentes pueden aparecer en la Fórmula como porcentajes que son del costo total inicial, en cuyo caso les aplicaremos - indices de costo. Otra manera de integrar la Fórmula es con las cantidades que requerimos de cada componente para esa obra en particular. Es decir, el cemento se expresaría como el total de toneladas y la -- mano de obra como el número de jornales a consumir para la obra de que se trata. En este último caso multiplicaremos cada componente por su - costo unitario particular, tanto para obtener el costo inicial, como - para calcular el costo de cada periodo, modificando aquellos costos -- unitarios de componentes que hayan sufrido cambio respecto a los iniciales.

Para ilustrar lo anterior tomemos como ejemplo el modelo que sirve de estructura básica al Indice de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Para el primer caso, la Fórmula sería:

Cemento	0.2763
Arena	0.0462
Madera para cimbra	0.0606
Tabique recocido	0.0962
Fierro Alta Resistencia	0.3207
Mano de obra:	
Peón	0.0923
Oficial	0.1077
COSTO	1.0000

Para el segundo procedimiento tendríamos, considerando los costos iniciales:

Cemento	239.84 Ton x	$ 260.00 =	$ 62,358.40
Arena	347.31 M3 x	30.00 =	10,419.30
Madera para cimbra	12.44 mpt x	1100.00 =	13,684.00
Tabique recocido	94.42 mill x	230.00 =	21,716.60
Fierro Alta Resistencia	34.45 Ton x	2100.00 =	72,345.00
Mano de obra:			
Peón	978.56 Jor x	21.30 =	20,843.33
Oficial	844.26 Jor x	28.78 =	24,297.80
	COSTO	$	225,664.43

Ahora bien, para un período posterior, los precios de los diferentes componentes, con sus correspondientes índices de variación respecto a los iniciales, son:

Cemento	260.00	1.0000
Arena	34.00	1.1333
Madera para cimbra	1,100.00	1.0000
Tabique recocido	245.00	1.0652
Fierro Alta Resistencia	2,250.00	1.0714
Mano de obra:		
Peón	25.74	1.2085
Oficial	36.25	1.2596

Es decir que para este período el costo de nuestra obra sería, por el primer procedimiento:

Cemento	0.2763	x	1.0000	= 0.2763
Arena	0.0462	x	1.1333	= 0.0524
Madera para cimbra	0.0606	x	1.0000	= 0.0606
Tabique Recocido	0.0962	x	1.0652	= 0.1025
Fierro Alta Resistencia	0.3207	x	1.0714	= 0.3436
Peón	0.0923	x	1.2085	= 0.1115
Oficial	0.1077	x	1.2596	= 0.1357
		COSTO		1.0825

O sea que tenemos un aumento del 8.26% respecto al costo inicial.

Y por el segundo procedimiento obtenemos:

Cemento	239.84	x	260.00	= 62,358.40
Arena	347.31	x	34.00	= 11,808.54
Madera para cimbra	12.44	x	1,100.00	= 13,684.00
Tabique Recocido	94.42	x	245.00	= 23,132.00
Fierro Alta Resistencia	34.45	x	2,250.00	= 77,512.50

Peón	978.56	x	25.74	=	25,188.13
Oficial	844.26	x	36.25	=	30,604.43
	COSTO			$	244,288.90

$$\frac{\$\ 244,288.90}{\$\ 225,664.43} = 1.0826$$

Por lo que concluimos que el resultado debe ser idéntico cualquiera que sea el procedimiento seguido por cuanto a la manera de integrar - la Fórmula se refiere.

4.1.- UNIVERSO DE APLICACION

Una Fórmula debe ser diseñada para aplicarse a cualquier obra similar a la tomada como modelo típico.

Otra solución podría ser el diseño de una Fórmula específica para su aplicación a una sola obra en particular, en base a los análisis de - costos unitarios y cantidades de obra, en suma, basada en el presupues to de costo directo para el proyecto en cuestión. Dicha fórmula debería ser propuesta por el contratista y presentada junto con su presupuesto al contratante.

Pensamos sin embargo que, por cuanto que el mayor volúmen de construc ción que ejecutan las empresas constructoras en nuestro Pais es para - el sector oficial y consecuentemente se rige por las mismas normas - - contractuales y operativas, las Fórmulas de ajuste deben ser estableci das buscando modelos de caracter representativo, e inclusive formar - parte de las bases para concurso de las obras y posteriormente del - - contrato respectivo.

La solución de contar con una Fórmula para cada obra en particular -- volvería a presentar complicaciones de manejo que harían los computos mas laboriosos y consecuentemente lentos, ademas de que se prestaría a manejos relacionados con la estrategia para el concurso, e incluso a - errores u omisiones fatales.

Una de las enormes ventajas que debe reportar el uso de estas Fórmulas es precisamente su aplicación agil que redundará en una pronta recupera ción de los incrementos, en beneficio del contratista y de la propia -- obra. A ésto ayuda la universalidad de aplicación, aun a costa de menor precisión en los resultados. A la larga resultará benefico para todas las partes.

Un ejemplo de cuales podrían ser las obras tipo a manejar, es:

a).- Vivienda Popular
b).- Obra civil con equipo pesado.
c).- Edificios.
d).- Obras Industriales.
e).- Hospitales.
f).- Escuelas.
g).- Hoteles.

FORMULA REAJUSTE TIPO

ELEMENTO	PESO EN PRECIO BASE	PESOS POR PERIODOS SUBSECUENTES																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
[illegible]ENTO	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]TGADOS	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]DERA	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]DUC RECRETO	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]O REFUERZO	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]A MATERIALES	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]O DE OBRA	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]A COSTO	[illegible]	[illegible]																														

ELEMENTO	PESO EN PRECIO BASE	INCREMENTOS POR CADA PERIODO RESPECTO AL PERIODO BASE																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
[illegible]CIO	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]GADOS	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]DERA	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]DUC RECRETO	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]O REFUERZO	[illegible]	[illegible]																														
[illegible]A DE OBRA	[illegible]	[illegible]																														

CUADRO 6.3.1

PESOS POR PERIODOS SUBSECUENTES

ELEMENTO	PESO EN PERIODO BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
VIENTO	0.0478	0.0478	0.0478	0.0478	0.0478	0.0503	0.0503	0.0510	0.0520	0.0510	0.0520	0.0510	0.0510	0.0510	0.0510	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520
EMPLEADOS	0.0207	0.0243	0.0207	0.0207	0.0236	0.0218	0.0216	0.0230	0.0233	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230
MADERA	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435
EQUIPO DE RECREO	0.0241	0.0241	0.0247	0.0247	0.0266	0.0247	0.0265	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273	0.0273
EQUIPO REFRIGERACION	0.1150	0.1097	0.1097	0.1097	0.1097	0.1111	0.1111	0.1111	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150
EQUIPO EXTINGUIDOR	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240
EQUIPO SANIT. Y SANIT.	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339	0.0339
EQUIPO ELECTRICA	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283
FERRETERIA	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269
HERRAMIENTA	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084	0.0084
HIELO	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105
PINTURA	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
PUERTA METALICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
PUERTA MATERIALES	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489	0.0489
PUNO DE CERA	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431	0.0431
VIDRIOS	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826	0.0826
OTROS COSTO	1.0000	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241

INCREMENTOS POR CADA PERIODO RESPECTO AL PERIODO BASE

ELEMENTO	PESO EN PERIODO BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
VIENTO	0.0478	1.0000	0.0167	0.0167	0.0333	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0333	0.0333	0.0667	0.0333	0.0333	0.0667	0.0333	0.0667	0.0000	0.0167	0.0167	0.0333	0.0167	0.0167	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333
EMPLEADOS	0.0207	1.0345	0.0000	0.0000	0.1159	0.0444	0.0145	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.2222	0.2222	0.2222	0.3333	0.3333	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222
MADERA	0.0435	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EQUIPO RECREO	0.0241	1.0263	0.0263	0.0263	0.1053	0.0263	0.1316	0.1316	0.1316	0.0526	0.1316	0.2368	0.1842	0.1842	0.2368	0.2368	0.2368	0.2368	0.2368	0.1842	0.1053	0.0789	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842
EQUIPO REFRIGERACION	0.1150	0.0000	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0435	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EQUIPO EXTINGUIDOR	0.0240	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EQUIPO SANIT. Y SANIT.	0.0339	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EQUIPO ELECTRICA	0.0283	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FERRETERIA	0.0269	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
HERRAMIENTA	0.0084	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
HIELO	0.0105	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PINTURA	0.0156	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PUERTA METALICA	0.0100	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PUERTA MATERIALES	0.0489	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PUNO DE CERA	0.0431	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
VIDRIOS	0.0826	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
OTROS COSTO	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Evidentemente cada tipo enunciado podría subdividirse para lograr mayor número de modelos que nos permitan encuadrar en un momento dado cualquier obra, con mayor precisión en los resultados.

Sobra decir que los modelos deben buscarse de tal suerte que resulten verdaderamente representativos.

4.2.- INTEGRACION DE COMPONENTES POR PORCENTAJES

En el inciso 4.1. explicamos la diferencia entre usar porcentajes o cantidades.

Pensamos que las Fórmulas de ajuste deben integrarse con los porcentajes en que incide cada uno de sus componentes en el costo de la obra.

Integrarlas con cantidades presenta el problema de universalidad de aplicación puesto que es de todos sabida la dificultad para determinar en cada período los precios de los componentes, con justicia para ambas partes.

La universalidad de aplicación de la Fórmula presupone que exista alguna entidad multisectorial que dictamine mensualmente, por ejemplo, los Indices de costos de los principales materiales y de la mano de obra, para que sean esos Indices los que se apliquen a las Fórmulas. No cabe pues el uso de cantidades por componente para integrar las Fórmulas.

4.3.- NUMERO DE COMPONENTES

En los cuadros 4.3.1 y 4.3.2 analizamos el comportamiento de dos Fórmulas para la misma obra.

La primera de ellas compuesta por cinco materiales y la mano de obra correspondiente a la albañilería exclusivamente.

La segunda Fórmula está integrada por siete materiales y los costos de materiales para: Instalación hidraúlica y sanitaria, instalación eléctrica, herrería, carpintería, yeso, pintura y vidriería, además de la totalidad de la mano de obra. Contiene además el porcentaje de materiales y demás elementos no especificados.

Es obvio que la segunda Fórmula resulta completa puesto que cubre el 80.76% del costo total, lo que la hace sensible a las modificaciones en los precios de cualquiera de los componentes del costo y consecuentemente más apegada a la realidad.

Cabe aclarar que para las instalaciones, la herrería, la carpintería, el yeso, la pintura y el vidrio se consideran en la Fórmula la suma del costo de todos los materiales correspondientes a cada uno de estos componentes. Los índices aplicados, corresponden a los precios: tubo de cobre de 13mm., tubo galvanizado de 38mm., tubo de PVC de 102mm., tubo de fierro fundido de 102 mm., para la instalación hidraulica y sanitaria; a tubo conduit pared delgada de 13mm., y cable TW número 12 para la instalación eléctrica; perfiles rolados para ventanería,

puerta de triplay de pino de 6mm de 0.80 x 2.10, yeso amarrado, pintura vinílica en cubeta de 19 lts y vidrio medio doble respectivamente.

Como criterio general, sugerimos que se consideren todos los componentes necesarios para cubrir el 80% del costo total cuando menos, y que la Fórmula quede sensible a la variación de precios de todos los materiales que representan las diversas fuentes de producción.

En la gráfica 4.3.3. observamos claramente que el comportamiento de - - ambas Fórmulas es ciertamente distinto.

4.4.- INDIRECTOS Y UTILIDAD

En virtud de que los indirectos y la utilidad constituyen un factor que en gran medida es privativo de cada contratista, las Fórmulas de Reajuste deben manejarse a costo Directo. Esto va desde luego directamente - - relacionado tambien con la universalidad de aplicación.

Por lo demás, en caso de haber incrementos que incidan directamente - - sobre el factor de costos indirectos y utilidad, éstos pueden ser expresados individualmente y por separado del resto de los componentes.

4.5.- APLICACIONES

Resulta evidente la bondad de este sistema para ajustar los costos de - construcción. Solamente debemos llamar nuevamente la atención de que -- para operar correctamente una fórmula de ajuste se requiere de un buen sistema de índices de costos.

Por otra parte, para que el resultado de aplicar una fórmula de ajuste a una obra sea satisfactorio, es indispensable que correspondan el tipo de obra y el diseño de la fórmula.

Por último conviene mencionar que para ciertos casos, especialmente -- cuando la fórmula se va a aplicar en diferentes etapas de la obra, - - conviene separar la obra en diferentes etapas, para cada una de las -- cuales deberá diseñarse una fórmula.

CAPITULO XII

CRITERIOS PARA LA LICITACION Y CONTRATACION DE OBRAS

CAPITULO XII

CRITERIOS PARA LA LICITACION Y CONTRATACION DE OBRAS

CONVENIENCIA DE LA LICITACION DE OBRAS PUBLICAS.

En la realización de obras de construcción, sobre todo en aquéllas en las cuales los recursos económicos para su ejecución provienen de la Administración Pública y consecuentemente representan el dinero del Pueblo, el aspecto económico de su contratación cobra un interés especial.

Debe tomarse en cuenta que el destino o finalidad de las obras públicas es, en términos generales, el desarrollo económico del País; consecuentemente, será necesario obtener el aprovechamiento máximo de la inversión efectuada, o, dicho de otra manera, lograr la máxima cantidad de obra con la inversión realizada.

Si, por ejemplo, se piensa en la construcción de caminos para desarrollar la infraestructura del transporte, se debe procurar obtener el máximo número de kilómetros con la inversión destinada a tal propósito. Resulta claro que la forma más simple de lograrlo está en proyectar con requisitos mínimos y en consecuencia, reducir o limitar las especificaciones, sacrificando al usuario de los caminos; sin embargo, una vez que se han fijado las especificaciones respectivas, no habrá otra forma de economía que la de obtener el precio más bajo posible por cada kilómetro que se construya.

básico o primordial. Para el caso que nos ocupa, se hará el planteamiento del sistema y se verá si aparecen subsistemas cuyo desarrollo sea necesario realizar, así como cuál podría ser la programación adecuada de dicha realización.

Un sistema adecuado de Contratación de Obras mediante la celebración de concursos implica los pasos siguientes:

1.- Lanzar una Convocatoria
2.- Efectuar el registro y clasificación de los interesados
3.- Realizar una selección previa para invitar a concursar
4.- Efectuar la invitación a los seleccionados
5.- Celebración física del Concurso (Recepción de proposiciones)
6.- Analizar las proposiciones presentadas
7.- Dar el fallo correspondiente
8.- Otorgar el contrato
9.- Prever las excepciones al sistema
10.- Crear el instructivo y las formas necesarias para su adecuada implantación.

Para cada uno de los puntos señalados, procederemos a establecer los criterios relativos, tanto en función de los elementos mínimos requeridos, como en cuanto al sistema a seguir en cada caso.

CONVOCATORIA

Se entiende por convocatoria el llamado público que se hace a las personas físicas o morales que tengan interés en participar

en los concursos que se realicen para el otorgamiento de los contratos de obra respectivos.

Previo al lanzamiento de la convocatoria, es necesario conocer la obra o las obras por concursar, así como la programación que se haya hecho para su ejecución, toda vez que la convocatoria puede hacerse para uno o varios concursos de obras determinadas, o bien para concursos que se celebren dentro de un período determinado, período cuya duración se recomienda no exceda de un año a partir de la publicación de la convocatoria.

Es conveniente que la convocatoria cumpla con los siguientes requisitos:

a).- Deberá publicarse cuando menos en uno de los periódicos de mayor circulación en el País. Conviene aclarar a este respecto que los bancos mundiales exigen, para las obras que se realizan con financiamientos de los mismos, que si el o los contratos por concursar son de cierta magnitud y las obras de importancia, la convocatoria debe publicarse en revistas técnicas, periódicos y otras publicaciones con circulación internacional amplia y con suficiente anticipación a la fecha de invitación a el o los concursos.

b).- Deberá contener como mínimo los datos siguientes:

1°.- Nombre de la dependencia convocante.

2°.- Nombre y domicilio del órgano a través del cual la dependencia realiza el o los concursos.

3°.- Las características generales de las obras por ejecutar y su ubicación.

4°.- Fechas entre las cuales estima la dependencia que se realizarán la o las obras.

5°.- La información que deberán proporcionar y requisitos que deberán satisfacer los interesados por lo que se refiere a personalidad jurídica, experiencia, capacidad técnica, económica y de disponibilidad de equipo.

6°.- El lugar y las fechas límites dentro de las cuales los interesados podrán recabar los documentos necesarios para proporcionar la información a que se refiere el punto anterior.

7°.- El lugar y las fechas límites dentro de las cuales los interesados deberán entregar la documentación a que se refiere el punto 5.

c).- El plazo que se fije para la entrega de la documentación, es conveniente que no sea menor de 10 días de calendario ni mayor de 60, contados a partir de la fecha de la última publicación de la convocatoria.

REGISTRO Y CLASIFICACION DE LOS INTERESADOS.

Una vez recibidos los datos solicitados en la convocatoria, presentados en los términos y dentro de los plazos que la misma establece, la dependencia debe proceder a efectuar el registro de los interesados con base en el estudio de la documentación presentada.

Los criterios que debe aplicar la dependencia al registro y clasificación de los interesados, pueden quedar resumidos en los siguientes puntos:

a). - El registro y clasificación debe hacerse tomando como base los datos que se hayan solicitado, relativos a personalidad jurídica, capacidad técnica, económica y de disponibilidad de equipo, de acuerdo con la o las obras a que se refiera la convocatoria, la especialidad de dichas obras y los antecedentes que puedan tenerse de los interesados.

b). - La dependencia tiene el pleno derecho de verificar la información recibida y la falta de veracidad en los datos proporcionados por los interesados, la faculta para negar el registro correspondiente, así como para comunicar lo anterior a las dependencias que considere conveniente tengan noticia de tal incumplimiento.

c). - Es conveniente que una vez registrado el interesado, la dependencia se lo comunique por escrito, en un plazo que se recomienda no exceda de los 60 días de calendario a partir de la última fecha señalada en la convocatoria para recibir la documentación.

SELECCION PREVIA DE CONCURSANTES.

Es conveniente que la dependencia, para garantizar la ejecución satisfactoria de las obras, haga una selección entre los interesados que hayan quedado registrados, según lo establecido anteriormente de aquéllos que convenga invitar para participar en el o los concursos a que se refiera la convocatoria.

Las características que pueden considerarse como necesarias

para garantizar la ejecución satisfactoria de las obras y que la dependencia debe tomar en cuenta son las siguientes:

a).- Con relación a las obras de que se trate, la capacidad técnica y económica de los interesados.

b).- La experiencia que tenga el personal con que cuenten para la ejecución de las obras por ejecutar.

c).- La maquinaria de construcción de que puedan disponer para la ejecución de las obras de que se trate.

d).- El número y monto de las obras que estén realizando o que se hayan comprometido a realizar en el mismo período en que ejecutarán las obras que se concursen.

e).- Los antecedentes que existan, en relación con el cumplimiento de obligaciones contraídas en otros contratos u obras ejecutadas, o en proceso.

Es conveniente, a efecto de que exista la competencia adecuada en los concursos, que el número de seleccionados para cada concurso sea tal qué, de acuerdo con la experiencia de la dependencia, resulten, como mínimo 5 proposiciones para cada concurso.

Cabe hacer la reflexión de que si la selección se lleva a cabo con criterios extraordinariamente rígidos, el número de invitados será relativamente pequeño y consecuentemente las empresas seleccionadas se repetirían continuamente en todos los concursos, dando lugar a una élite de empresas y a la poca participación de la totalidad de los integrantes de la rama de la Industria de la Construcción relacionada con la especialidad de la dependencia, lo cual no es aconsejable.

INVITACION A LOS SELECCIONADOS.

Una vez efectuada la selección de acuerdo con los criterios establecidos en el apartado anterior, la dependencia, por medio de una comunicación escrita, debe invitar a los seleccionados para que participen en el concurso de que se trate.

Es conveniente que la invitación contenga como mínimo los siguientes datos:

a).- Nombre de la dependencia.

b).- Nombre y domicilio del órgano a través del cual la dependencia realizará el concurso.

c).- Nombre y ubicación de la o las obras motivo del concurso.

d).- El lugar y las fechas límites dentro de las cuales los invitados podrán recabar los documentos necesarios para preparar su proposición y, en su caso, el monto que deberá cubrir como importe de los mismos.

e).- El lugar, la fecha y hora en que se llevará a cabo el acto de presentación y apertura de las proposiciones.

Se considera que todo invitado, al recabar la documentación del concurso de que se trate, quedará inscrito para participar en el mismo. Dicha documentación debe contener todos los datos, condiciones y requisitos que necesitan conocer las empresas para poder presentar proposiciones adecuadas y comparables a la dependencia. Mediante el estudio de cada proposición, ésta podrá elegir aquélla que en su conjunto resulte la más conveniente. La documentación mencionada incluye el Pliego de Requisitos, que debe contener cuando menos lo siguiente:

a). - El nombre, descripción y ubicación de la o las obras motivo del concurso.

b). - Las fechas límites para la iniciación y terminación de los trabajos.

c). - El lugar, la fecha y hora en que se recibirán las proposiciones y se celebrará el acto de apertura de las mismas.

d). - El tipo, importe y condiciones de las garantías que habrán de otorgarse para responder del sostenimiento de la proposición.

e). - El lugar, fechas y horas en que el personal autorizado por la dependencia, mostrará a los invitados el lugar en que se llevarán a cabo las obras y, en su caso, otros elementos relacionados con la ejecución de las mismas.

f). - El nombre y la dirección del órgano ante el cual se podrán solicitar, por escrito, aclaraciones relacionadas con los documentos del concurso.

g). - Un listado de aquellos conceptos de trabajo para los cuales se deberá presentar análisis de precio unitario, incluyendo asimismo, un instructivo de la forma en que la dependencia requiere la formulación y la presentación de los análisis de precios unitarios.

h). - Los planos del proyecto correspondientes a las obras o, en su caso, un listado de éstos y el lugar donde pueden consultarse.

i). - Las especificaciones, tanto generales como particulares, a que deberán sujetarse los trabajos que se realicen con motivo de las obras del concurso.

j). - Las formas siguientes: Forma para presentar la proposición; Forma en la que se consignen los conceptos de obra y cantidades de trabajo, para que los invitados presenten su proposición de precios unitarios y el importe total de la misma; Forma para presentar programas de trabajo; Forma para presentar el programa de utilización de maquinaria, y Forma correspondiente al modelo de contrato que se deba utilizar.

La dependencia deberá tomar en cuenta el tiempo necesario que requerirán los invitados, para la preparación correcta de sus proposiciones, para fijar la fecha en que éstos deban presentarlas. Asimismo, deberá estar pendiente de las aclaraciones que, con relación a los documentos para el concurso, le soliciten los invitados, y contestar éstas por escrito, con una anticipación razonable a la fecha que se haya fijado para la entrega de las proposiciones, enviando copia a todos y cada uno de los invitados inscritos dentro del mismo concurso, con objeto de brindarles igual oportunidad para la preparación de sus proposiciones.

CEREMONIA DE PRESENTACION DE PROPOSICIONES.

En el lugar, día y hora señalados en la invitación respectiva, la dependencia recibirá las proposiciones de los invitados y celebrará la ceremonia de acuerdo con las siguientes recomendaciones generales:

a).- Es conveniente que el acto sea presidido por el funcionario designado por la dependencia, el cual deberá tener la jerarquía o rango adecuado.

b).- La ceremonia deberá iniciarse precisamente a la hora señalada y solamente se permitirá la participación de los invitados que estén presentes en esa hora; procediéndose de inmediato a pasar lista de asistencia.

c).- A continuación los invitados postores, por sí mismos o por medio de sus representantes debidamente acreditados, presentarán su proposición y demás documentación, debidamente firmada, de preferencia en un sobre cerrado.

d).- Una vez que se hayan recibido todos los sobres correspondientes a las proposiciones presentadas por los invitados presentes, registrados en la lista de asistencia, se procederá a abrir cada uno de ellos y se verificará de inmediato, que contengan todos los documentos solicitados, así como que estos documentos cumplan con todos los requisitos establecidos para el concurso que se está celebrando.

Las proposiciones que no contengan todos los documentos o que en alguno o algunos de ellos hayan omitido algún requisito, se rechazarán. A continuación se dará lectura a las proposiciones aceptadas.

e).- En la mayor parte de los casos, para proporcionar seguridad a los participantes, conviene que éstos rubriquen en el acto todos aquellos documentos en que se consignen los precios unitarios y el importe total de cada proposición.

f).- Los postores deben entregar una garantía para responder del cumplimiento de su proposición, así como otra documentación que no es necesario retener, por lo que es conveniente otorgar un recibo por la garantía otorgada y devolver la otra documentación antes mencionada.

g).- Como constancia de lo ocurrido en el acto, se debe levantar un acta, en la que se haga constar las proposiciones aceptadas y sus montos, así como aquéllas que fueron rechazadas y las causas que motivaron tal rechazo; asimismo, deberán asentarse los incidentes de importancia que tengan lugar durante el acto. El acta deberá ser firmada por todos los participantes en el acto, así como por los invitados al mismo; éstos últimos pueden ser los representantes de alguna dependencia cuyas funciones sean de carácter fiscal o de vigilancia, dentro de la Administración Pública, así como representantes de las Cámaras de la Industria de la Construcción y de otras Industrias, y representantes de instituciones que tengan relación con las obras motivo del concurso y que la dependencia convocante considere conveniente invitar. Una vez firmada el acta, debe entregarse copia de la misma a cada uno de los participantes.

h).- Como el fallo no puede darse ni es conveniente que se proporcione de inmediato, una vez firmada y distribuída el acta, debe informarse a los participantes el lugar, la fecha y la hora en la que la dependencia dará a conocer el fallo. Conviene que el lapso de tiempo que transcurra entre la fecha de este acto y la fecha en

que se dará a conocer el fallo, no sea mayor de 30 días, con objeto de no mantener las garantías de los no agraciados guardadas por mucho tiempo, puesto que lo contrario puede ser lesivo para la economía de las empresas.

i).- En relación con la garantía a que se ha hecho mención en puntos anteriores, es conveniente aclarar lo siguiente: La garantía se proporciona para responder del sostenimiento de la proposición, por lo cúal el monto que la dependencia fije para la misma debe estar acorde con la naturaleza de la obra y el monto de la misma. En términos generales, se considera que dicha garantía no deberá exceder del 5% del valor aproximado de la obra.

Por lo que se refiere al tipo de garantía, ésta podrá estar constituida ya sea por certificados de depósito en efectivo, cheques certificados, cheques de caja, o certificados de depósito de valores de renta fija; todos estos documentos deberán ser expedidos por instituciones de confianza para la dependencia y deben estar girados o endosados debidamente para que, en su caso, la dependencia pueda hacerlos efectivos.

j).- En el caso de que transcurra el plazo fijado para dar el fallo, sin que la dependencia, por alguna causa, pueda emitirlo, debe comunicarse tal circunstancia a los postores y fijar nueva fecha y hora en que se dará a conocer el fallo definitivo. En caso de que la dependencia requiera de un tiempo relativamente largo para proporcionar el fallo definitivo, es conveniente que proponga a los interesados opten entre mantener su proposición y dejar la garantía en poder de la dependencia o en retirar su proposición y recoger su garantía y perder el derecho a seguir como concursantes.

ANALISIS DE LAS PROPOSICIONES PRESENTADAS.

Con objeto de que la dependencia esté en posibilidad de emitir un fallo, es necesario que efectúe un análisis cuidadoso de las proposiciones aceptadas y produzca un dictamen en el cual, de acuerdo con su juicio, tome en consideración los aspectos siguientes:

a). - Si, a la fecha del análisis, todavía los concursantes mantienen la misma capacidad técnica y económica y la disponibilidad de maquinaria que la dependencia tomó como base para seleccionarlos como participantes en el concurso.

b). - Si los programas de obra y de utilización de maquinaria presentados por los concursantes son factibles y satisfactorios.

c). - Si en los análisis de precios unitarios solicitados por la dependencia y presentados por los concursantes, éstos tomaron en cuenta procedimientos de construcción adecuados y compatibles con los programas de ejecución de obra y de utilización de maquinaria, así como también si los costos básicos son reales y, en consecuencia, si los análisis de precios de la parte correspondiente a costos directos resultan satisfactorios; asimismo, si los costos indirectos considerados son aceptables.

Como conclusión del análisis efectuado de acuerdo con los puntos anteriores, la dependencia podrá elaborar un cuadro comparativo completo, mediante el cual podrá determinar cuál es la empresa que, reuniendo las condiciones necesarias que garanticen el cumplimiento del contrato y la ejecución satisfactoria de la obra, haya presentado la proposición más económica y adecuada, o bien verá que ninguna de las proposiciones cumple con las condiciones anteriores y en consecuencia el concurso debe declararse desierto. Ya sea en uno o en otro sentido, la dependencia deberá asentarlo en el dictámen que haga, así como las razones tomadas del estudio realizado y que fundamentan dicho dictámen.

Puede ocurrir que el número de proposiciones presentadas y/o recibidas, en algún concurso, resulte menor de tres, o también puede ocurrir que durante el estudio de las mismas sólo sean aceptadas o resulten satisfactorios menos de tres; en estos casos, la dependencia

puede optar por declarar desierto el concurso o continuarlo, de acuerdo con las diferentes circunstancias que concurran en él.

FALLO Y ADJUDICACION DEL CONTRATO.

Una vez que la dependencia haya producido el dictámen correspondiente al concurso de que se trate, debe dar a conocer su fallo, lo cual deberá hacer en un acto público al cual se invite a todos los participantes en el acto de presentación de las proposiciones. La dependencia declarará cuál fué el concursante seleccionado para ejecutar la obra objeto del concurso, o en su caso, declarará desierto el concurso.

El fallo de la dependencia debe ser inapelable; ésto cobra importancia sobre todo en los concursos internacionales, en los que tengan ingerencia los bancos mundiales mediante el otorgamiento de créditos para la ejecución de las obras motivo del o de los concursos.

En el acto en que se dé a conocer el fallo, se señalará que el contrato se adjudica al concursante seleccionado, así como el término dentro del cual deberá firmar dicho contrato, término que conviene no sea mayor de 15 días de calendario, contados a partir de la fecha de la adjudicación.

De los hechos ocurridos durante el acto de fallo y adjudicación, conviene levantar un acta, misma que deben firmar todos los asistentes, a quienes se entregará copia de ella.

En la misma ceremonia, la dependencia deberá devolver a los postores los documentos relativos a las garantías que presentaron, salvo aquéllos que corresponden a la proposición del ganador del concurso, ya que éstos deberá retenerlos hasta que el postor firme el contrato y constituya la garantía correspondiente.

Si el adjudicatario no firma el contrato dentro del término establecido, la dependencia está en posición de hacer efectiva la garantía que el adjudicatario hubiere entregado para participar en el concurso; en este caso, si lo estima conveniente, sin convocar a nuevo concurso, adjudicará el contrato al participante siguiente, y de negarse éste concursante, se podrá adjudicar el contrato a los subsecuentes, en el orden respectivo.

EXCEPCIONES AL SISTEMA DE LICITACION.

En la ejecución de las obras públicas, es conveniente tener establecido un sistema de licitación para las obras, que quede debidamente protocolizado para que se instituya con calidad de obligatorio. En consecuencia, es conveniente prever todos aquéllos casos en que, por causas especiales, sea necesario o conveniente eliminar, ya sea en forma total o parcial, el procedimiento de licitación antes descrito, de acuerdo con ciertas circunstancias especiales que pueden presentarse y dentro de las cuales las más comunes pueden ser: La urgencia de la iniciación y terminación de la obra, que no permita disponer del tiempo necesario

para cumplir con todos los requisitos que impone el sistema de licitación; la oportunidad que pueda presentarse de aprovechar ciertos elementos con que se cuente en forma eventual en un lugar y tiempo determinados y de cuya utilización se obtengan mayores ventajas que las que se tendrían si se cumpliera con todos los requisitos de licitación; la economía que puede representar, por ejemplo, el que el monto de la obra no justifique la erogación que, tanto la dependencia como las posibles empresas invitadas a concursar, tendría que realizar para la preparación del concurso; la especialización que puede requerirse, para la ejecución de una obra por sus características particulares, en materia de experiencia, materiales, maquinaría o técnicas especiales, que solamente puedan proporcionar un número de empresas tan reducido que no se justifique el cumplimiento de todos los requisitos establecidos para la licitación; o finalmente, alguna modalidad particular de la inversión necesaria para la ejecución de la obra, tal como la utilización de una determinada fuente de financiamiento cuyas condiciones para su aprovechamiento resulten incompatibles con los requisitos establecidos para la licitación.

Adicionalmente a prever las posibles excepciones que puedan presentarse al sistema de licitación, también será necesario pensar en la forma adecuada de exponerlas y justificarlas ya sea en forma interna o hacia el exterior, con aquellas dependencias ante las cuales, por sus

funciones de vigilancia y supervisión, o por tener el control de las inversiones, sea necesario justificar la anulación parcial o total del procedimiento.

CELEBRACION DE LOS CONTRATOS.

En materia de contratos cabe establecer en primera instancia, que éstos pueden referirse a la ejecución de obras, o a la formulación de estudios y proyectos. Debe tenerse en cuenta que en materia de estudios y proyectos resulta improcedente, en la mayor parte de los casos, la aplicación del sistema de licitación, toda vez que la especialización de la materia impone un número reducido de empresas para su ejecución y en la mayor parte de los casos, los antecedentes y la confianza que la dependencia tenga de las compañías será lo que determine a quién debe otorgársele el contrato, puesto que un análisis frío de aspectos cuantificables y susceptibles de recibir una calificación no puede llevarse a cabo.

Los criterios que aquí se expongan se referirán únicamente a los contratos para la ejecución de obras. Como norma fundamental, cabe tener en cuenta que un contrato representa el acuerdo escrito de dos partes para realizar algo y en consecuencia es bilateral. Sin embargo, tratándose de obras públicas, debe prestarse atención principal al objetivo del contrato y en consecuencia conceder una mayor influencia a la autoridad, interés e intervención de la contratante en sacrificio de los

derechos del contratista, todo ello dentro de un marco de justicia que impida llegar situaciones extremas que resulten lesivas a la economía de las empresas, lo cual redundaría en perjuicio de la Administración Pública, pues en la ejecución de obras públicas y de cualquier otro tipo, el contratista y la dependencia deben considerarse como partes de un equipo cuya meta principal es la de ejecutar obras de calidad y a un precio justo para ambas partes.

Para la celebración de contratos de obras, los criterios generales que se ocurren son los siguientes:

1.- Los contratos deben celebrarse sobre la base de precios unitarios invariablemente, salvo condiciones especiales previstas en los mismos.

2.- Es posible, sin embargo, la ejecución de trabajos por administración a través del contratista, por un importe limitado y que, en términos generales, conviene no exceda al 20% del monto del contrato.

3.- La estructura de un contrato de este tipo, de acuerdo con la costumbre general seguida puede ser la siguiente:

a).- Enunciado del contrato
b).- Declaraciones iniciales de las partes.
c).- Clausulado.
d).- Declaraciones finales de las partes.
e).- Cierre del contrato, fecha y firmas del mismo.

Cabe aclarar asímismo, que es conveniente, y así lo ha establecido la costumbre, hacer formar parte del contrato a las Especificaciones Generales que tenga la dependencia en vigor; así como a las Especiales que resulten necesarias para la obra de que se trate; los planos del

proyecto; los programas, los catálogos de conceptos de obra y precios unitarios y todos aquellos documentos que se juzguen necesarios, los cuales pueden ser anexos del contrato, o bien detallarse en una relación anexa al mismo.

ENUNCIADO Y DECLARACIONES DEL CONTRATO.

El enunciado del contrato deberá contener la descripción de los trabajos para los cuales se celebra, y los nombres de las partes, con las denominaciones convencionales que se les dará en el cuerpo del contrato.

Las declaraciones iniciales de las partes deben estar agrupadas de tal manera que las primeras correspondan a la dependencia y las últimas al contratista. Las declaraciones de la dependencia deben incluir:

a).- Si tiene autorización superior para destinar la inversión a la obra motivo del contrato.

b).- Mencionar la forma en que se adjudicó el contrato al contratista, es decir: si fué mediante concurso, proporcionar los datos de éste; si fué mediante adjudicación directa, la justificación de dicha adjudicación.

c).- Citar la fuente de los recursos para cubrir el compromiso derivado del contrato y, en su caso, la partida presupuestal que se afectará.

d).- Todas aquellas otras declaraciones que estime conveniente agregar.

Por lo que hace a las declaraciones del contratista, en términos generales, es conveniente que incluyan:

a).- Que tiene la capacidad jurídica necesaria para contratar, así como que dispone de la organización y los elementos suficientes para cumplir con las obras relacionadas con el contrato;

b).- Que está plenamente enterado de las Leyes, Reglamentos, Bases y Normas relacionadas con la contratación de obras, así como que conoce plenamente las Especificaciones, el Proyecto, el Programa, el calendario de pagos así como el documento en que figuran los precios unitarios y los volumenes apróximados de obra, y otros documentos que forman parte del contrato;

c).- Que ha inspeccionado el lugar en que se desarrollarán las obras y por lo tanto ha considerado todos los factores que intervienen en su ejecución , y

d).- Otras declaraciones tales como la mención del permiso correspondiente de la autoridad competente para contratar, en el caso de ser contratista extranjero.

CLAUSULADO DEL CONTRATO.

El contrato debe contener todas las estipulaciones que definan en forma clara y precisa los derechos y obligaciones de ambas partes. Las cláusulas más importantes del contrato cubrirán los siguientes aspectos:

a).- El objeto del contrato, describiendo las obras que cubre y el monto de las mismas, estipulando, si así se considera conveniente, que dicho monto sólo podrá rebasarse mediante convenio adicional celebrado entre las dos partes.

b).- Los plazos de ejecución y la obligación de que las obras se realicen de acuerdo con el programa, así como la mecánica que debe operar cuando ésto no sea posible, ya sea por causas imputables al contratista o a la contratante, así como las sanciones aplicables en caso de incumplimiento y, en su caso los premios por una rápida ejecución.

c).- La obligación de realizar la obra de acuerdo con los planos del proyecto y las especificaciones de obra correspondientes.

d).- La posible clasificación de los trabajos, previendo que surjan conceptos de trabajo no considerados en el concurso o que, por convenirle así a la dependencia, ésta modifique el proyecto y surjan nuevos conceptos obviamente no considerados en el concurso. Adicionalmente deberá determinarse en cada caso el sistema o forma en que se procederá a calcular los precios unitarios para los nuevos conceptos o para los modificados y el sistema de pago que se aplicará en cada caso.

e).- La forma en que se realizará la supervisión de la obra, así como la obligación del contratista de mantener una persona responsable en la obra, que tenga los conocimientos y grados que de acuerdo con las condiciones de la obra requiera la dependencia.

f).- La posibilidad de que la dependencia modifique los programas, los planos, las especificaciones y las cantidades de trabajo y lo que procede hacer en cada caso, en relación con los importes y precios unitarios de obra.

g).- la necesidad que por causas fortuitas o de fuerza mayor que puedan presentarse, sea necesario ampliar el plazo de ejecución o suspender las obras y las implicaciones que ésto pueda tener en cuanto a las causas que la determinaron; así como si ésta es imputable al contratista, señalar las penalidades que le correspondan, si la dependencia considera que la prórroga necesaria así lo requiere.

h).- La forma en que, ya sea a su total terminación o en etapas parciales, se hará la recepción de las obras, así como la forma en que se hará esta recepción cuando la terminación del contrato esté motivada por una causa anormal, ya sea porque la dependencia rescinda el contrato por causas propias de la misma o por causas imputables al contratista.

i).- las responsabilidades del contratista en relación con la correcta ejecución de las obras; el cumplimiento de las disposiciones de seguridad vigentes; de los daños y perjuicios que con motivo de la ejecución de las obras pueda

causarle a la dependencia o a terceras personas; de la conservación de las obras hasta su recepción, y de la reparación y/o reposición en su caso, de los desperfectos o vicios de la obra durante el plazo de vigencia de las fianzas.

j).- De la fianza que debe presentar el contratista, en cuanto a plazo de presentación, monto de la misma, cobertura, vigencia, así como características físicas de la misma y de las instituciones que se acepten como afianzadoras.

k).- De las retenciones que se le hagan al contratista; en las estimaciones periódicas que se formulen para el pago de los trabajos realizados; ya sea como fondo de garantía adicional a la fianza o como pena por el incumplimiento del programa de obra, así como la forma en que estas retenciones pueden ser devueltas al contratista o utilizadas por la dependencia en la medida en que esto resulte necesario.

l).- La forma en que puede el contratista subcontratar las obras y ceder el contrato, así como cuáles son las providencias que tomará la dependencia en estos casos.

m).- De las sanciones por incumplimiento del programa y la forma en que éstas se le aplicarán al contratista, así como, de ser posible,del establecimiento de un sistema adecuado y fácil de vigilancia del cumplimiento de los programas y de las sanciones que en cada caso se deban aplicar, cuidando de que éstas no resulten contraproducentes.

n).- De las causas o motivos de rescisión del contrato y de los procedimientos que deban seguirse en cada caso.

o).- De las relaciones que el contratista debe tener con sus trabajadores, relaciones que deben estar apoyadas en la legislación vigente en materia de trabajo.

p).- De la intervención que otras dependencias oficiales puedan tener en el ejercicio del contrato, tales como inspección periódica, etc.

Una vez establecido el clausulado del contrato, puede ser necesario incluir algunas declaraciones finales, en las cuales podrán considerarse la nacionalidad, la personalidad y el domicilio del contratista. Y finalmente se consignarían las firmas necesarias para establecer la base legal o el perfeccionamiento del contrato, como sucle llamarse, en términos jurídicos.

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS APLICABLES A LA LICITACION, ADJUDICACION Y CONTRATACION DE OBRAS.

1.- EL SISTEMA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.

La contratación de obras forma parte de los mecanismos operativos del sistema económico-social denominado "industria de la construcción". Por lo tanto, es necesario analizar cuáles son los elementos que integran dicho sistema, sus funciones y las relaciones entre los mismos.

En la figura 1 se muestran esquemáticamente los principales elementos de la industria de la construcción. Encontramos en primer lugar a los usuarios de los productos de dicha industria: las familias que habitan en casas y edificios, las empresas que desarrollan sus actividades en oficinas y fábricas y los empleados de éstas, las organizaciones hospitalarias y los pacientes, que hacen uso de hospitales y clínicas, y así sucesivamente, incluyendo a los habitantes de las ciudades y del país en general que hacen uso de las obras públicas.

Como segundo elemento del sistema se indican los clientes del mismo. A veces el cliente y el usuario es una misma persona o grupo, pero más frecuentemente, el que solicita y obtiene los servicios de la industria es diferente al usuario de sus productos. De esta dualidad se deriva un problema de coordinación entre las necesidades del usuario, debidamente interpretadas, y los requisitos impuestos por el cliente.

SISTEMA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

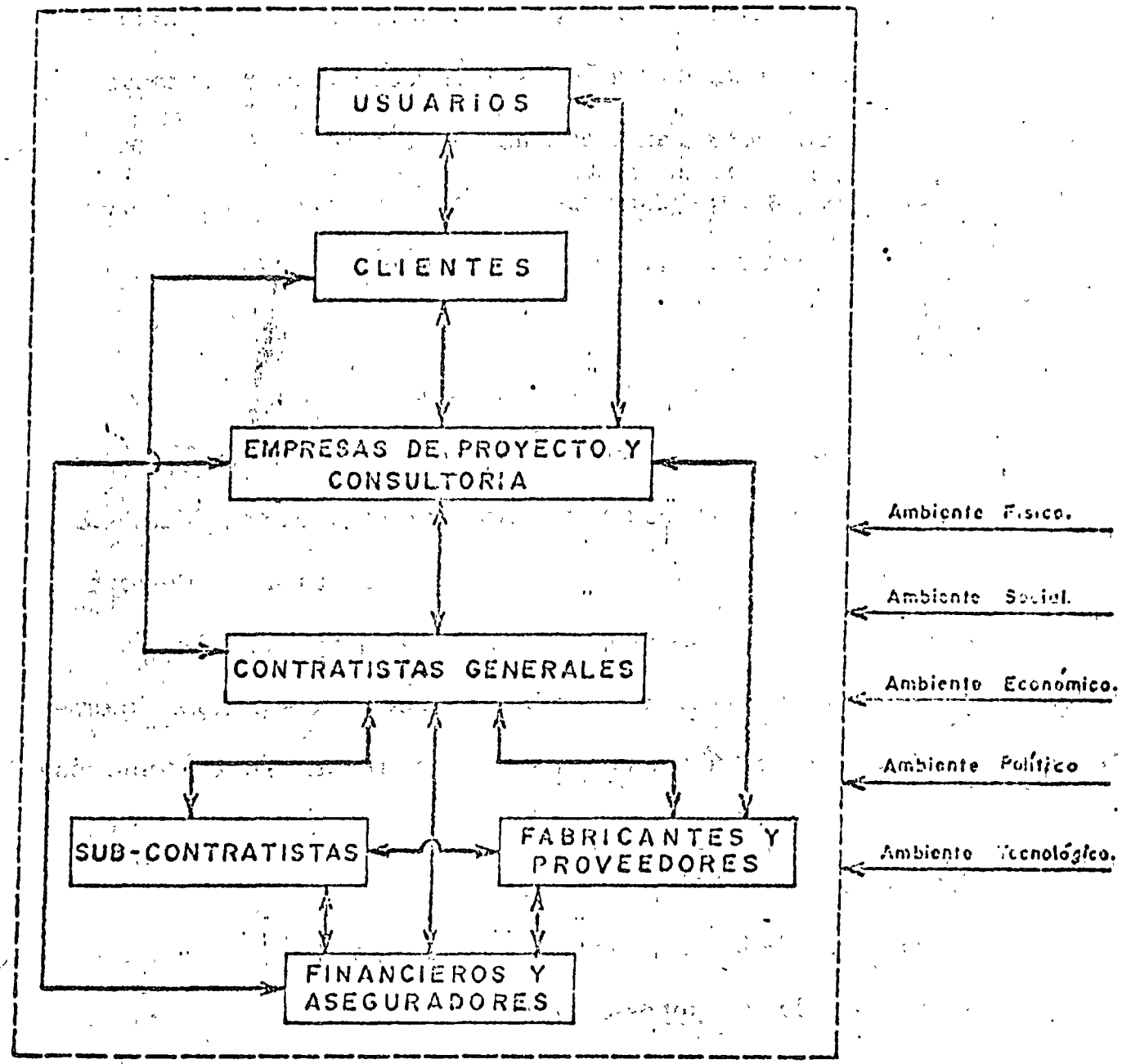


FIGURA Nº 1

Un tercer elemento del sistema lo constituyen los profesionales o las empresas de proyecto y consultoría. Su misión es la de precisar e interpretar las necesidades del cliente y de los usuarios, elaborando proyectos que respondan óptimamente a dichas necesidades. Estas mismas empresas formulan para los clientes estudios de viabilidad, financieros u operativos de las obras e instalaciones y, durante la construcción, prestan a menudo servicios de asesoría, vigilancia y fiscalización a los mismos clientes.

Un elemento clave de la industria lo constituyen sin duda las empresas constructoras, llamadas también "contratistas generales" por la forma en que normalmente operan, a través de contratos con los clientes. Mediante estos contratos, dichas empresas adquieren la responsabilidad de llevar a cabo las obras, apegándose a los proyectos aprobados por el cliente.

El contratista general utiliza con mucha frecuencia los servicios de empresas especializadas en ciertos aspectos de la construcción, tales como instalaciones eléctricas o mecánicas. Por su posición respecto al contratista general, estas empresas se denominan "sub-contratistas".

Otro elemento vital de la industria es el formado por los fabricantes y proveedores de materiales y equipos para la construcción. El tipo de artículos que este sector es capaz de ofrecer tiene gran influencia sobre las características de las obras; su economía afecta fundamentalmente la de la industria de la construcción, y su modo de operar tiene un reflejo decisivo sobre la operación de dicha industria.

Las empresas financieras y aseguradoras constituyen un eslabón impor-

tante de la industria de la construcción; sus exigencias y modo de operación tienen considerable influencia en las operaciones de contratistas, clientes y proveedores de materiales y equipos.

Los elementos del sistema de la industria de la construcción que se han descrito brevemente no son todos los que la integran, aunque sí los más importantes. Lo ideal sería que todos estos elementos actuasen en forma armoniosa y coordinada, adaptándose a las influencias y presiones del ambiente físico, social, económico, político y tecnológico. Desgraciadamente, la relativa independencia de dichos elementos, que es una característica de esta industria, hace difícil una coordinación efectiva entre los mismos.

2.- RELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.

Los numerosos elementos que componen el sistema de la industria de la construcción y la relativa independencia entre ellos, que hemos mencionado, dan lugar a una gran variedad de relaciones entre dichos elementos, Mencionaremos sólo las más importantes.

a).- Relaciones Cliente-Usuario: Contratos de arrendamiento o contratos de servicios, formalizados o no.

b).- Relaciones Proyectista-Cliente: Contratos de estudios, proyectos o ingeniería. Las grandes empresas y los organismos gubernamentales realizan con frecuencia por sí mismos una parte importante de sus estudios y proyectos. Sin embargo, la con-

tratación con firmas de ingeniería especializadas se extiende cada vez más por sus ventajas en flexibilidad, economía y calidad profesional de los servicios que es posible obtener.

c).- Relaciones Constructor-Cliente: Contratos de construcción, ya sea a precio alzado, a base de precios unitarios, o a base de costo más honorarios. El contratista se hace responsable de la organización y administración de la obra, la contratación del personal necesario, el suministro del equipo de construcción, la compra de los materiales no proporcionados por el cliente y, en general, de todas las actividades necesarias para terminar la obra satisfactoriamente, de acuerdo con el proyecto y las condiciones estipuladas en el contrato. La ejecución directa de las obras por parte del cliente, usando sus propios elementos y su organización, está limitada hoy en día casi exclusivamente a obras pequeñas de ampliación o mantenimiento.

d).- Relaciones Proyectista-Constructor: Consisten normalmente en actividades de supervisión, inspección y fiscalización que la firma proyectista ejerce, por cuenta del cliente, sobre la empresa constructora. Estas actividades pueden ser desarrolladas directamente por el cliente cuando éste cuenta con la organización técnica requerida.

e).- Relaciones combinadas Cliente-Proyectista-Constructor: Puede ser conveniente que las responsabilidades de proyectar y construir

se asignen a una sola firma. Tal sería el caso de ciertas instalaciones electro-mecánicas en las que es fácil especificar y comprobar los resultados del sistema: eficiencia, rangos de operación, capacidad, potencia, etc. En estos casos se suscribe un contrato de proyecto y construcción entre el cliente y la firma seleccionada.

f).- Relaciones Proyectista-Proveedor: La especificación por parte del proyectista, de los materiales y equipos que integren la obra, presenta problemas especiales. La especificación puede ser de tipo "abierto" en la que sólo se dan características y requisitos de los productos o artículos, sin mencionar ninguna marca en particular; cuando ésto no es posible, se señala una o varias marcas aceptables y se añade la expresión "o equivalente". Por otra parte, la especificación puede ser "cerrada", es decir, exigir una marca y modelo determinados, sin opciones alternativas. Este tipo de especificación generalmente no es permitido en las obras públicas. Por otra parte, el proveedor debe proporcionar catálogos y datos que permitan al proyectista seleccionar los materiales y equipos, e integrar éstos eficientemente a otros materiales o equipos. Tratándose de equipos especiales, generalmente no se puede terminar el proyecto sin que el fabricante proporcione los planos y especificaciones de montaje e instalación.

g).- Relaciones-Constructor-Proveedor: Consisten normalmente en solicitudes de cotización, cotizaciones ya sea directas o por el sistema de concurso, elección de los proveedores y colocación de los pedidos o contratos de suministro correspondientes, entrega y control de calidad de los materiales o equipos suministrados por el proveedor. El cumplimiento de los programas de entregas es esencial para poder llevar a cabo los programas de obra y lograr costos aceptables.

h).- Relaciones del Cliente y el Contratista con Afianzadores y Aseguradores: El contratista adquiere obligaciones y responsabilidades hacia el cliente, por un lado , y hacia sus proveedores y sub-contratistas por la otra. La compañía afianzadora emite fianzas que protegen a los interesados contra el incumplimiento del contratista. Las operaciones de éste, están sujetas a diversos riesgos, por lo cual en los contratos de obra se prevé la emisión de seguros contra daños causados por el contratista a terceros, en sus personas o en sus bienes. Las compañías de seguros y fianzas constituyen por este motivo un sector muy importante de la industria de la construcción.

3.- CONTRATOS DE ESTUDIOS Y PROYECTOS.

La adjudicación de los contratos de ingeniería, ya sea para estudios o proyectos, se realiza generalmente en forma directa, sin recurrir al procedimiento de licitación. Esta práctica se justifica, teniendo

en cuenta que: 1o. No es posible definir anticipadamente la calidad en la extensión de los servicios profesionales de estudio y proyecto; y 2o., la calidad del proyecto influye de tal manera en el costo y eficiencia de la obra, que el ahorro que pudiera obtenerse mediante la licitación no compensa los riesgos que ésta implicaría en cuanto a la calidad del proyecto.

La selección de una firma de ingeniería, para la ejecución de un proyecto, requiere, en general, los siguientes pasos:

a).- Invitación a diversas firmas para que presenten una solicitud, manifestando su interés por el proyecto de que se trate, acompañada de datos relativos a su organización, proyectos realizados con anterioridad, experiencia y antecedentes de su personal clave, y otros datos que se juzguen necesarios.

b).- Evaluación de la experiencia y calificación técnica de cada firma, respaldada con documentos y fotografías de los trabajos ejecutados con anterioridad.

c).- Entrevistas con el personal clave de la firma, para tener oportunidad de apreciar las actitudes, filosofía y capacidad administrativa de la firma.

d).- Investigación de proyectos realizados previamente por la firma, preferiblemente mediante visitas a las obras terminadas y pláticas con los clientes y usuarios de las mismas.

e).- Notificación a la firma seleccionada para que presente una proposición, señalando las bases y los requisitos que deban llenarse.

Los contratos de ingeniería pueden ser de cualquiera de los siguientes tipos, según la forma de determinar el monto de los servicios:

I.- Contrato a base de porcentaje del costo de la obra: Se usa con mucha frecuencia. Diversas asociaciones técnicas han publicado aranceles de honorarios profesionales, en forma de porcentajes sobre el costo de las obras, según el tipo del proyecto y la extensión de los servicios profesionales. Una posible desventaja para el cliente es que no conoce el monto exacto de los honorarios hasta que la obra se concursa o se adjudica directamente. Otra posible desventaja es que no existe ningún incentivo para que la firma de ingeniería busque la solución más económica.

II.-Contrato a precio alzado: En este tipo de contrato el monto total de los honorarios es fijo. Dicho monto puede basarse en un porcentaje del costo estimado de la obra o en un análisis detallado del costo de los servicios de ingeniería. Este tipo de contrato elimina las desventajas mencionadas para el primer tipo. Se usa mucho en proyectos de obras públicas.

III.-Contrato a base de costo directo de personal por un factor: En este tipo de contrato, el monto de los servicios se determina multiplicando el monto de los salarios del personal asignado directamente al proyecto por un factor (generalmente entre 2 y 3) que compensa a la firma por sus consumos de materiales, gastos indirectos y utilidad. Este tipo de contrato tiene aplicación cuando no se puede determinar de

antemano con precisión la cantidad de trabajo involucrado y la extensión de los servicios. Tal sería el caso de estudios de factibilidad que exigen el análisis de varias alternativas.

IV.- Contrato a base de gastos más honorarios fijos: Es semejante al anterior, pero requiere llevar una contabilidad completa de los gastos ocasionados por el proyecto. Generalmente, sobre los gastos directos se aplica un factor de indirectos y al costo total se suma el monto de los honorarios fijos.

V.- Contrato a base de gastos más honorarios, con tope garantizado: Se distingue del anterior únicamente en que la firma garantiza un costo máximo de los servicios. Esto sólo es posible cuando se tiene una idea suficientemente aproximada del alcance y extensión del proyecto y se puede hacer una estimación conservadora del costo involucrado.

En cualquiera de los casos anteriores, los servicios de ingeniería pueden abarcar una o más de las siguientes fases:

a).- Proyecto general o anteproyecto

b).- Proyecto detallado (Planos y especificaciones técnicas)

c).- Elaboración de documentos para construcción.

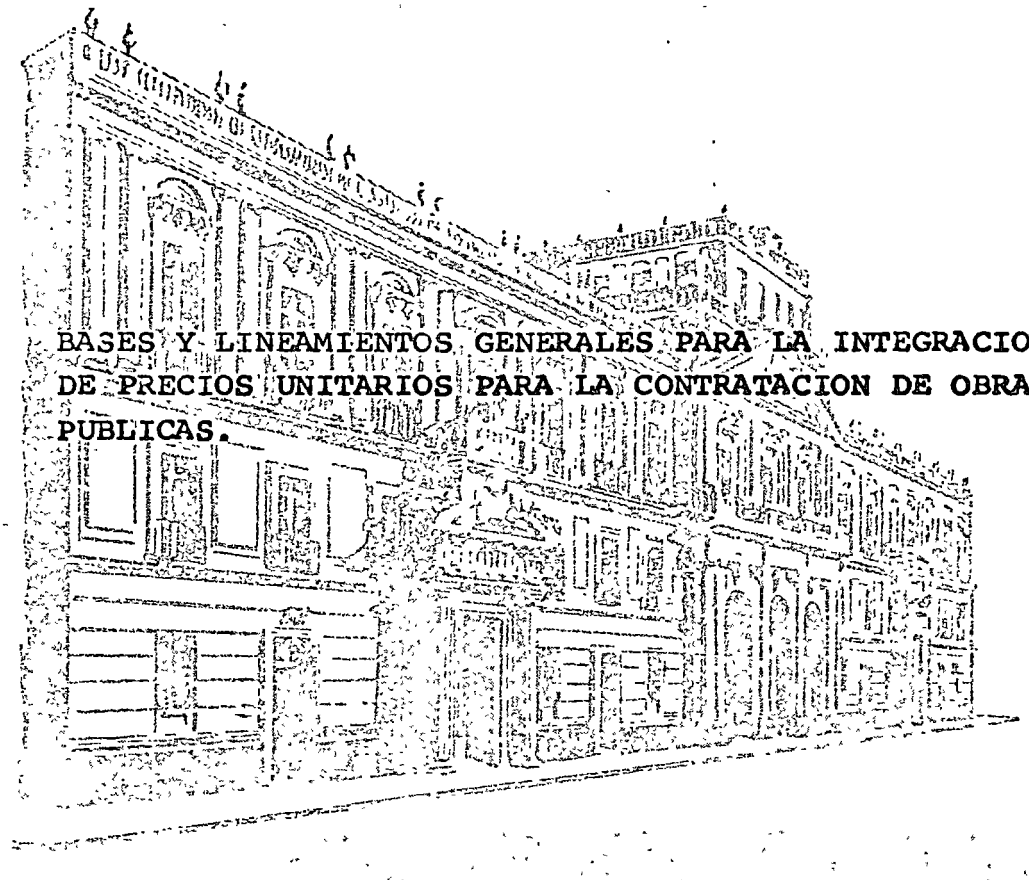
d).- Asesoría en la licitación

e).- Asesoría durante la construcción.

El contrato debe ser muy explícito respecto a los servicios que la firma de ingeniería se obliga a prestar. Debe expresar también con toda

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION



BASES Y LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRAS PUBLICAS.

ING. CARLOS URIEGAS TORRES

JULIO DE 1976.

SECCION 4

BASES Y LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRAS PUBLICAS.

1. GENERALIDADES. Los precios unitarios que forman parte de un contrato para la ejecución de obras públicas, deberán integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en esta Sección, sin perjuicio de lo que dispongan la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas y su Reglamento.

1.1. La integración de los precios unitarios para una obra determinada, deberá guardar concordancia con los procedimientos constructivos, con los programas de obra, de utilización de maquinaria y equipo y demás recursos necesarios para los trabajos, todo ello de acuerdo con las especificaciones generales y particulares que sean aplicables.

1.2. La enumeración de los cargos mencionados en estas bases y lineamientos generales para la integración de precios unitarios, tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible, la lista de los cargos que pueden integrar un precio unitario. Sin embargo, para cada caso particular, solos se deberán considerar los que sean procedentes y en la medida en que sean aplicables.

1.3. Los importes de los precios unitarios deberán expresarse siempre en moneda nacional y las unidades de medida de los conceptos de obra, conforme al sistema métrico decimal, en lo aplicable.

1.4. En lo que proceda, se aplicarán estas bases y lineamientos generales a los trabajos que realice el contratista por el sistema de administración, los cuales se le pagarán cubriéndole todos los gastos directos necesarios para la ejecución de los mismos, más un porcentaje sobre dichos gastos por concepto de indirectos y utilidad, en los términos que establezca el contrato.

2. CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO. El precio unitario del concepto de obra se integra con los cargos directos e indirectos, el correspondiente a la utilidad del contratista y los adicionales estipulados contractualmente. Todo cargo integrante

del precio unitario, sólo podrá figurar en uno de los renglones a -- que se refieren los cuatro puntos que siguen.

2.1. Cargos Directos. Son los que se originan por las erogaciones aplicables exclusivamente a la realización del concepto de obra correspondiente. En los Capítulos 3, 4, 5, 6 y 7 de esta -- Sección 4 se indican los lineamientos para su integración.

2.2. Cargos Indirectos. Son los gastos necesarios que realiza el contratista para la ejecución de la obra y para el funcionamiento de la empresa, que no pueden asignarse a un concepto de obra determinado y por lo tanto, no se incluyen en lo cargos directos. En el Capítulo 8 de esta Sección 4 se indican los lineamientos para la integración de estos cargos.

2.3. Cargo por Utilidad. Es la ganancia que debe percibir el contratista por la ejecución del concepto de obra. En el capítulo 9 de esta Sección 4 se indican los lineamientos para la integración de este cargo.

2.4. Cargos Adicionales. Son aquellos que corresponden a las erogaciones que realice el contratista por estar estipulados en el contrato y que no forman parte de los cargos directos, de los indirectos, ni de la utilidad. En el Capítulo 10 de esta Sección 4, se indican los lineamientos para la integración de estos cargos.

3. CARGO DIRECTO POR MANO DE OBRA. Es el que se deriva de las erogaciones que hace el Contratista, por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de obra de que se trate; no deberán considerarse dentro de este cargo las percepciones del personal incluido en los Cargos Indirectos.

El Cargo unitario por Mano de Obra "Mo" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$M_O = \frac{S}{R}$$

En la cual:

"S" representa los salarios del personal considerado, por unidad de tiempo; deberán incluir todos los cargos y prestaciones derivados de la Ley Federal del Trabajo, de la Ley del Seguro -- Social y de los Contratos de Trabajo, en vigor.

"R" representa el rendimiento, es decir, el trabajo que desarrolla el personal por unidad de tiempo, de acuerdo con lo considerado al valuar "S".

4. CARGO DIRECTO POR MATERIALES. Es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de obra, con excepción de los considerados en los cargos por maquinaria. Los materiales que se usen podrán ser permanentes o temporales. Los primeros son los que pasan a formar parte integrante de las obras; los segundos son los que no pasan a formar parte integrante de las obras y se consumen en uno o varios usos.

El cargo unitario por concepto de cada uno de los materiales "M" podrá obtenerse de la ecuación:

$$M = Pm. C$$

En la cual:

"Pm" representa el precio por unidad más económico, de acuerdo con las circunstancias de la obra, del material de que se trate, puesto en el sitio de su utilización. El precio unitario del material se integrará sumando a los valores de adquisición en el mercado, los de acarreos, maniobras y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis respectivo.

"C" representa el consumo de material por unidad de obra. Cuando se trate de materiales permanentes, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto y las especificaciones, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine. Cuando se trate de materiales temporales, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deben utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de obra, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de obra y en la experiencia.

5. CARGO DIRECTO POR MAQUINARIA. Es el que se deriva del uso correcto de la o las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto de obra, de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones y conforme al programa de trabajo establecido.

El cargo directo unitario por maquinaria "CM" se expresa como el cociente del costo horario directo de la máquina o grupo de máquinas, entre el rendimiento horario de dicha máquina o grupo de máquinas. Podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

En la cual:

"HMD" representa el costo directo de la hora máquina o grupo de máquinas. Se integra con cargos fijos, cargos por consumos y cargo por operadores, calculados por hora de trabajo.

"R M" representa el rendimiento por hora de trabajo de la máquina o grupo de máquinas.

En vista de que algunos de los cargos que integran el costo de la hora máquina tienen componentes que están variando continuamente, los cargos por maquinaria deberán actualizarse en forma periódica, a juicio de las dependencias.

5.1. Cargos Fijos. Son los correspondientes a depreciación, seguros, almacenaje y mantenimiento mayor y menor.

5.1.1. Cargo por Depreciación. Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

El cargo unitario por depreciación "D" podrá obtenerse de la ecuación:

$$D = \frac{Va - (Vr + V11 + Vp)}{Ve}$$

En la cual:

"Va" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional.

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"Ve" representa la vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo, o sea el tiempoque pueda mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

"Vll" representa el valor de adquisición de las llantas, considerando el precio promedio en el mercado nacional para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

"Vp" representa el valor de adquisición de las piezas especiales de desgaste rápido y cambio frecuente, considerando el precio promedio en el mercado nacional para las piezas nuevas de las características indicadas por el fabricante.

5.1.2. Cargo por Seguros. Es el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidentes que sufra. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure por una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).

El cargo unitario por seguros "S" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$S=\frac{n+1}{2n}\cdot\frac{Va\cdot s}{Ha}$$

En la cual: "Va" representan el valor enunciado en el punto 5.1.1.

"s" representa la prima anual promedio, valuada como porciento del valor de la máquina.

"Ha" representa el número de horas efectivas que la máquina trabaja durante el año.

"n" representa el número de años de vida económica de la máquina.

5.1.3. Cargo por Almacenaje. Es el que corresponde por la guarda y la vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad, dentro de su vida económica. Incluye todos los gastos que se realicen por este motivo como son: la renta o amortización y mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria.

El cargo unitario por almacenaje "A" podrá obtenerse de la ecuación:

$$A = Ka \cdot D$$

En la cual:

"Ka" es un coeficiente que será función de los costos de los locales necesarios para guardar la maquinaria, de los salarios del personal de vigilancia y del tiempo de guarda considerado.

"D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

Este cargo, cuando sea conveniente a juicio de la Dependencia, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos indirectos y suprimirse de los directos.

5.1.4. Cargo por Mantenimiento. Es el originado por las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones de operación, para el trabajo a realizar. El mantenimiento se divide en mayor y menor.

a) Mantenimiento Mayor. Lo constituyen las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria empleando personal especialista y que, por su magnitud, requieren retirar las máquinas de los frentes de trabajo. Incluye las erogaciones por mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como por otros materiales que resulten necesarios para efectuar las reparaciones.

El cargo unitario por mantenimiento mayor "T_1" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$T_1 = Q_1 \cdot D$$

En la cual:

"Q_1" es el coeficiente, cuyo valor se determinará en función del tipo de la máquina y las características del trabajo. Se podrá calcular con base en experiencia estadística.

"D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

b) Mantenimiento Menor. Lo constituyen las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes, reparaciones y cambios de repuestos, incluyendo las piezas especiales de desgaste rápido y cambio frecuente, que se realizan en las propias obras en forma rutinaria, los servicios de engrase, los elementos de filtros, material de limpieza y equipos que los proporcionan. Incluye las erogaciones por mano de obra, por equipo auxiliar, por repuestos y -

los materiales que sean necesarios para su correcta ejecución.

El cargo unitario por mantenimiento menor "T_2" podrá obtenerse de la ecuación:

$$T_2 = Q2.\ D$$

En la cual:

"Q2" es un coeficiente, cuyo valor se determinará en función del tipo de la máquina y las características del trabajo. Se podrá calcular con base en experiencia estadística.

"D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

En algunos casos en que atendiendo a las condiciones en que deban realizarse los trabajos, las Dependencias así lo juzguen conveniente, se podrá considerar la reposición de piezas de desgaste rápido y cambio frecuente, dentro de los cargos por consumos. En este caso, el valor de estos materiales deberá deducirse del precio de adquisición de la máquina, al calcular los cargos en que interviene dicho precio.

5.2. Cargos por Consumos. Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía, lubricantes, aceites hidráulicos y llantas en su caso, así como cuando la dependencia lo juzgue conveniente las piezas especiales de desgaste rápido y cambio frecuente.

5.2.1. Cargo por combustibles. Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina, diesel o gas para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo.

El cargo unitario por combustibles "E" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$E = c.\ Pc$$

En la cual:

"c" representa la cantidad de combustible necesaria, por hora efectiva de trabajo para alimentar los motores de las máquinas a fin de que desarrollen su trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. Se determinan en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

5.2.2. Cargo por Otras Fuentes de Energía. Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los combustibles señalados en el punto anterior. La determinación de este cargo requerirá en cada caso un estudio especial.

5.2.3. Cargo por Lubricantes. Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites lubricantes.

El cargo unitario por lubricantes "Al" podrá obtenerse de la ecuación:

$$A_l = a_l \cdot P_l$$

En la cual:

"a_l" representa la cantidad de aceites lubricantes necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación; está determinada por la capacidad de los recipientes y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

"P_l" representa el precio de los aceites lubricantes puestos en las máquinas.

5.2.4. Cargo por Aceites Hidráulicos. Es el derivado de las erogaciones originadas por los cambios periódicos de aceites para los sistemas de transmisión hidráulica.

El cargo unitario por aceites hidráulicos "A_h" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$A_h = a_h \cdot P_h$$

En la cual:

"a_h" representa la cantidad de aceites hidráulicos necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación; está determinada por la capacidad de los recipientes y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

"P_h" representa el precio de los aceites hidráulicos puestos en las máquinas.

5.2.5. Cargo por Llantas. Es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas. Cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá deducirse el valor de las llantas, del valor inicial de la misma.

El cargo unitario por llantas "Ll" podrá obtenerse de la ecuación:

$$Ll = \frac{Vll}{Hv}$$

En la cual:

"Vll" representa el valor de adquisición de las llantas, -- considerando el precio promedio en el mercado nacional para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

"Hv" representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre -- otros los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo; condiciones relativas al camino que transiten, tales como pendientes, curvatura, superficies de rodamiento; posición en la máquina; cargas que soporten, y climas en que se operen.

5.2.6. Cargo por Piezas Especiales de Desgaste Rápido y - Cambio Frecuente. Corresponde al consumo por desgaste rápido, que tiene lugar debido a circunstancias especiales y que hace necesario el cambio más frecuente que el normal, de algunas piezas de la maquinaria.

Este cargo se obtiene dividiendo el valor de adquisición de las piezas especiales entre sus horas estimadas de vida útil. Cuando se considere éste cargo como consumo, al calcular la depreciación de la maquinaria, deberá deducirse el valor de estas piezas, del valor inicial de las mismas y suprimirse del cargo por mantenimiento y de los indirectos.

5.3. Cargo por Operadores. Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto de pago de salarios al personal que opere la máquina, por hora efectiva de la misma.

El cargo unitario por operadores "O" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$O = \frac{So}{H}$$

En la cual:

"So" representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán incluir la cuota diaria adicionada de todos los cargos y prestaciones derivados de la Ley Federal del Trabajo, de la Ley del Seguro Social y de los Contratos de Trabajo en vigor.

"H" representa las horas efectivas de trabajo de la máquina, dentro del turno.

6. CARGO DIRECTO POR HERRAMIENTA. Este cargo corresponde al consumo por desgaste de herramientas utilizadas en la ejecución de los conceptos de obra. Se considerarán dos tipos de herramienta: las de aplicación general, llamadas comunmente de mano y que son de bajo costo y las especiales, de uso específico y de más alto costo.

6.1. Cargo por Herramienta de Aplicación General. Este cargo, corresponde al consumo o desgaste de las herramientas llamadas de mano.

El cargo unitario por herramienta "Hm' podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$Hm = K. Mo$$

En la cual:

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de mano de obra, calculado de acuerdo con lo señalado anteriormente.

"K" representa un coeficiente, cuyo valor se determinará en función de las condiciones de la obra y del tipo de herramienta, de acuerdo con la experiencia.

6.2. Cargo por Herramienta Especial. Este cargo corresponde al consumo o desgaste de las herramientas de uso específico y que por su mayor costo se analizarán en la misma forma que el cargo directo por maquinaria, según lo señalado en el capítulo anterior.

7. OTROS CARGOS DIRECTOS. Dentro del Capítulo de Cargos Directos podrán considerarse algunos cargos que normalmente se incluyen en los Indirectos. Estos cargos son los de Inversión y Transporte de Maquinaria e Instalaciones. Su integración dentro de los precios unitarios se hará como se indica en el Capítulo 8, Cargos Indirectos.

8. CARGOS INDIRECTOS. Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluídos en los cargos directos, que realiza el contratista tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden entre otros, los gastos de organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, adminis

tración, financiamiento, imprevistos, inversión y transporte de maquinaria, instalaciones, prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo y a las regalías que procedan, en su caso, por el uso de patentes.

8.1. Cargo por Inversión. Es el cargo que compensa al contratista por el capital invertido en maquinaria, atendiendo a los años de vida económica de ésta. Este cargo, cuando sea conveniente a juicio de la Dependencia, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos directos para facilitar la integración de ellos y suprimirse de los indirectos.

El cargo unitario por inversión "I" podrá obtenerse mediante la ecuación:

$$I = \frac{n+1}{2n} \cdot \frac{Va.i}{Ha}$$

En la cuál:

n = Número de años de vida económica

Va= Valor de adquisición

Ha= Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año

i = Tasa de interés anual en vigor.

8.2. Cargo por Transporte. Corresponde a las erogaciones necesarias para trasladar la maquinaria al lugar de la obra. Cuando sea conveniente a juicio de la dependencia, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos directos, o como un concepto de trabajo específico.

8.3. Cargo por Instalaciones. Corresponde a las erogaciones para construir todas las instalaciones que no formando parte de la obra, son necesarias para realizar los conceptos de trabajo. A juicio de la dependencia, pueden considerarse ya sea como un concepto de trabajo específico, o como cargo directo dentro del concepto de trabajo en que se hagan las instalaciones.

8.4. Los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo el resultado de esa suma entre el costo total directo de la obra de que se trate.

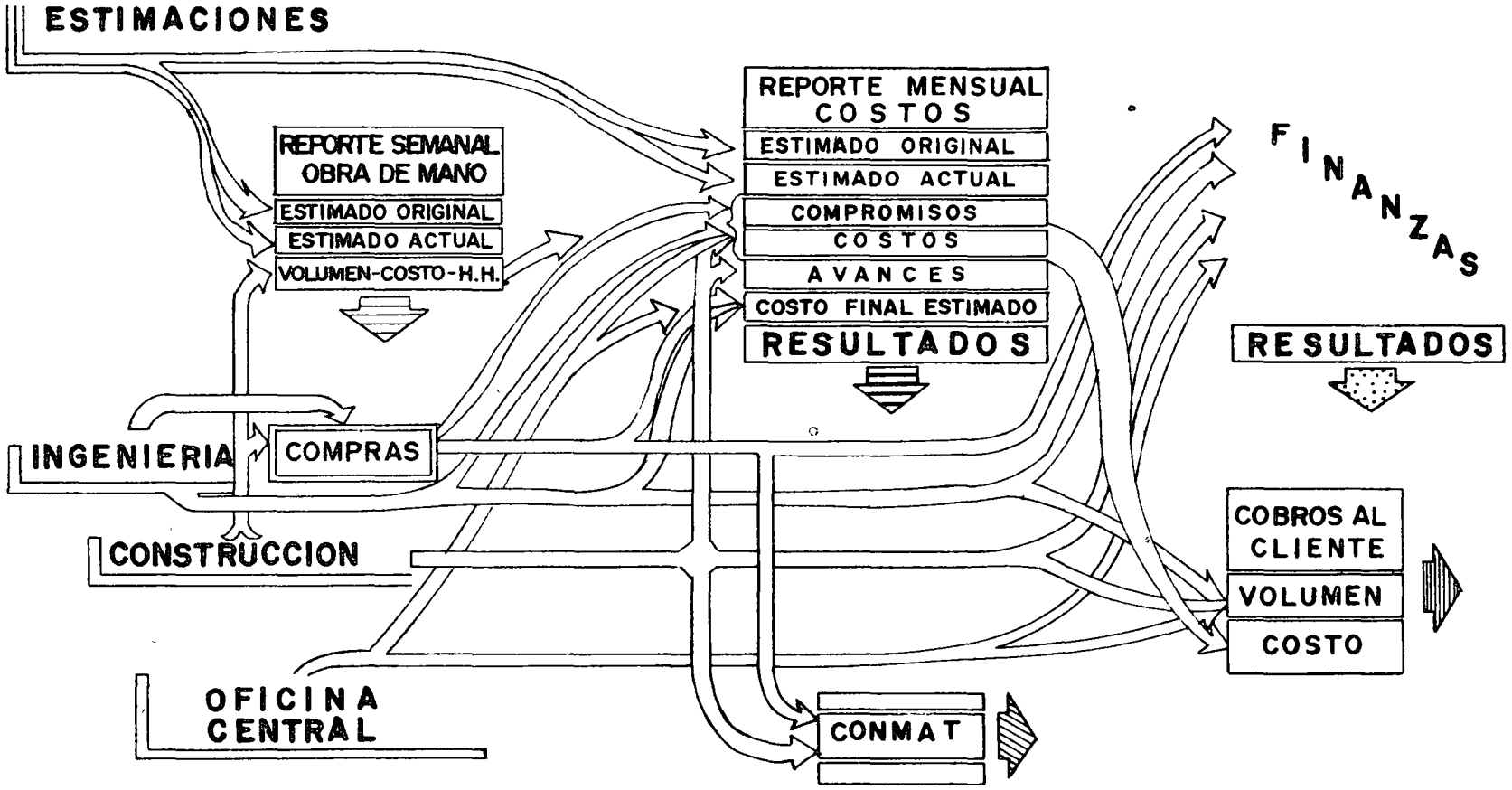
9. CARGO POR UTILIDAD. Corresponde a la ganancia que debe pagarse al contratista por la ejecución del concepto de trabajo. Se considera que puede ser variable en función del tipo de obra, del tiempo necesario para su ejecución y demás factores que afectan el costo de la misma. Podrá quedar expresada como un porcentaje del cargo directo, o bien como un porcentaje de la suma de cargos directos más indirectos, en cuyo caso deberán suprimirse de los cargos indirectos las cantidades que representen en forma parcial, cargos por utilidad.

10. CARGOS ADICIONALES. Son los correspondientes a las erogaciones que realiza el contratista por estipularse expresamente en el contrato de obra como obligaciones complementarias, y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los indirectos, ni en la utilidad. Se expresarán, como porcentaje sobre la suma de directos, indirectos y utilidad.

(anexo capítulo v)

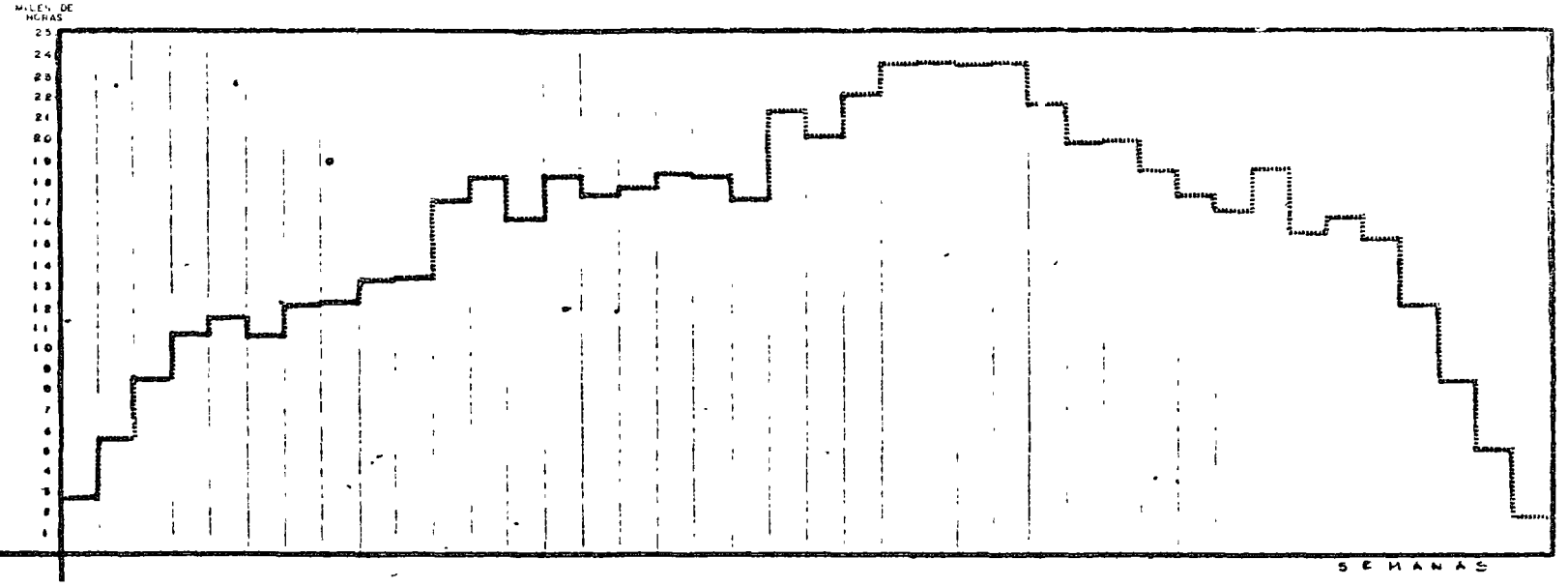
REPORTE DE COSTOS

DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO



PLANEACION DE RECURSOS DE MANO DE OBRA

COSTO DIRECTO



A- NUMERO DE HORAS HOMBRE NORMALES (hr)	7100 9440 3540 9445 10114 10686 11411 12134 12428 13378 14474 15373 16102 16603 16561 16056 17019 17050 17063 16774 22059 22177 23402 23390 23497 23457 21736 19954 19071 18482 17238 16403 13601 13581 13455 11439 12105 8485 5000 1700
B- NUMERO DE HORAS HOMBRE EXTRAS (hr)	1400 400 700 600 2800 2500 2800 600 1100 1300 1100 2800 200 300 100 900 2800 900
C- NUMERO TOTAL DE HORAS HOMBRE (hr)	7100 9550 3540 10845 10864 10026 12111 12134 13228 13878 17026 18173 16402 18003 17526 17525 17569 18150 17053 21874 20059 22177 23602 23390 23497 23557 21736 19954 19071 18482 17238 16403 18601 15381 13055 15139 12105 8485 5000 1700
D- NUMERO DE OBREROS (Nº)	56 116 117 197 211 223 236 263 268 276 302 320 336 348 346 345 354 353 356 391 426 462 487 497 490 469 453 414 416 385 359 342 329 320 316 315 252 177 104 35
E- AVANCE PARCIAL (%)	0.43 0.30 1.36 1.74 1.65 1.71 1.94 1.85 2.13 2.15 2.14 2.91 2.99 2.92 2.78 2.84 2.94 2.91 2.74 3.41 3.30 3.56 3.78 3.91 3.17 3.78 3.48 3.15 3.10 2.97 2.76 2.62 2.09 2.43 2.07 2.43 1.94 1.87 0.80 0.27
F- AVANCE ACUMULADO (%)	0.43 1.35 2.80 4.63 6.28 7.99 9.93 11.88 14.00 16.15 18.29 21.20 24.19 27.11 30.09 32.93 35.87 38.78 41.52 44.93 48.23 51.79 55.57 59.36 63.16 66.93 70.41 73.60 76.60 79.37 82.53 85.16 88.15 90.62 93.19 95.67 97.64 99.93 98.13 100.00
G- COSTO H. H NORMALES ($/hr)	6.20 6.30 6.47 6.65 6.80 6.93 7.31 7.64 7.73 8.08 8.40 8.64 8.82 8.50 8.68 10.20 10.66 11.02 11.32 11.78 12.25 12.82 13.20 13.78 14.26 14.95 15.43 15.95 16.44 17.01 17.39 17.85 17.93 18.00 18.05 18.07 18.15 18.85 18.43 19.0
H- COSTO H. H. EXTRAS ($/hr)	15.00 17.50 19.20 19.20 20.85 20.70 22.10 22.30 22.50 23.30 24.00 24.70 25.80 27.20 25.00 31.15 34.00 37.25 39.12
I- COSTO POR H. NORMALES (MILES $)	17 35 55 83 88 74 85 91 98 100 122 156 160 150 163 169 181 188 183 221 252 288 309 322 337 351 336 317 228 214 300 293 283 277 274 274 220 164 92 32
J- COSTO POR H. EXTRAS (MILES $)	21 25 18 18 59 56 55 18 25 30 26 63 6 9 3 80 104 84
K- COSTO TOTAL (MILES $)	17 35 55 83 88 96 96 91 110 100 174 184 160 153 181 194 211 218 188 208 252 288 315 331 337 354 338 317 308 314 300 293 287 277 305 274 220 164 92 32

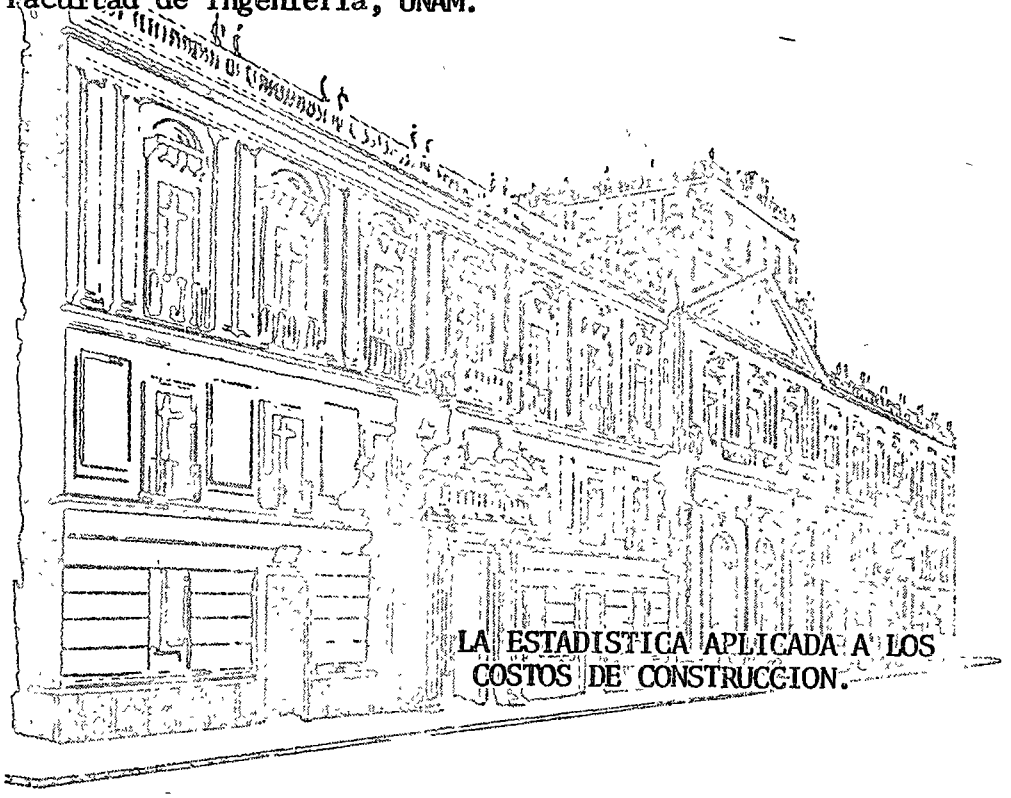
GRAFICA A1

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

Curso Intensivo

" INGENIERIA DE COSTOS EN CONSTRUCCION "

Centro de Educación Continua
División de Estudios Superiores
Facultad de Ingeniería, UNAM.



LA ESTADISTICA APLICADA A LOS COSTOS DE CONSTRUCCION.

Autor: Ing. José Antonio Cortina Suárez

Agosto, 1976.

BUILDING MODEL ON ORIGIN
division de estudios superiores
facultad de ingenieria unam

1.- PRINCIPIOS BASICOS DE PROBABILIDAD Y ESTADISTICA

VARIABLE ALEATORIA

Supongamos que una moneda se arroja al aire tres veces, y que nos interesa conocer la frecuencia relativa con que aparece el - - -- águila. Desde luego, el águila podrá aparecer 0, 1, 2, ó 3 veces.

Los resultados posibles son:

S = (A,A,A),(A,A,S),(A,S,A),(A,S,S),(S,A,A),(S,A,S),(S,S,A),(S,S,S,)

Por lo tanto llamando x al número de veces que aparece el águila, - tendremos el siguiente cuadro:

X	0	1	2	3
P(X)	1/8	3/8	3/8	1/8

Los números 0; 1, 2, 3 son valores de una variable aleatoria que - describe el número de veces que puede aparecer el águila al arrojar una moneda al aire tres veces.

Obsérvese que a cada evento de interés corresponde un solo valor - - "X" de la variable aleatoria.

Una variable aleatoria es pues una función definida sobre los eventos de un espacio de muestra.

Cada valor de la variable aleatoria está asociado con una frecuencia relativa o probabilidad de ocurrencia.

La función que asocia una probabilidad a cada valor de la variable - aleatoria se denomina " distribución de probabilidad"

Las distribuciones de probabilidad pueden expresarse mediante una -- tabla que exhiba la correspondencia entre los valores de la variable aleatoria y las probabilidades asociadas (ejemplo anterior), ó median te ecuaciones apropiadas que liguen á la variable aleatoria con la - distribución de probabilidad.

En cualquier caso, las probabilidades asociadas deben satisfacer los tres axiomas de probabilidad.

Antes de seguir adelante, definiremos algunos términos:

Experímento Estadístico .- Es la observación de los resultados de - cualquier proceso o fenómeno.

Espacio de Muestra ó Universo.- La totalidad de los resultados posibles de un experimento; se designa como "S"

Eventos.- Son resultados o combinaciones de resultados de un experimento.

Función de Probabilidad.- Dado un Espacio de muestra finito "S" y un evento "A" en "S", la probabilidad de A, P(A) se define como un valor de la función aditiva P del conjunto S.

Para que una función P sea una función de probabilidad debe satisfacer los tres axiomas a que hicimos referencia anteriormente, y que son:

Axioma 1: $0 \leq P(A) \leq 1$

Axioma 2: $\sum P(S) = 1$

Axioma 3: Si A y B son eventos mutuamente exclusivos en S, entonces:

$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$

Considerando (A u B) (A union B) como el conjunto de S que contiene a los elementos que estan en A, en B, o en ambos. Ademas, entiendase que A y B son eventos de un mismo experimento que no tienen elementos en comun. Son mutuamente exclusivos.

Los axiomas señalados constituyen la base de la "Teoria Axiomática de Probabilidad ", una teoria que si bien es puramente matemática, se apega muy bien al concepto " empírico" de probabilidad, de acuerdo con el cual una probabilidad se considera como una frecuencia relativa, o una proporción en una gran cantidad de observaciones.

En todo caso, la asignación axiomática de probabilidad debe hacerse de manera que las probabilidades asignadas correspondan " lo mejor posible" a la realidad, satisfaciendo desde luego los tres axiomas enunciados.

Principios Básicos de Analisis Combinatorio:

En la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de un evento A, a menudo resulta necesario calcular el número total de arreglos mutuamente exclusivos e igualmente probables que componen un evento.

Los principios básicos son:

1.- Si un evento A puede ocurrir de "m" maneras y un evento B mutuamente exclusivo puede ocurrir de "n" maneras, entonces el evento A ó B puede ocurrir de "m+n" maneras.

2.- Si un evento A puede ocurrir de "m" maneras y un evento diferente

B puede ocurrir de " n " maneras entonces los eventos A y B pueden ocurrir de " m x n " maneras.

Ejemplos:

1.- Una espada ó un corazón se pueden sacar de un juego de - cartas de:

$$13 + 13 = 26 \text{ maneras}$$

2.- Una espada y un corazón se pueden sacar de:

$$13 \times 13 = 169 \text{ maneras.}$$

Ahora bien, volviendo a donde estableciamos que en cualquier caso - las probabilidades asociadas deben satisfacer los tres axiomas de - probabilidad, veamos un ejemplo:

Se arroja una moneda al aire una vez, la distribución de probabili dad o el número de aguilas que pueden aparecer está dado por la tabla:

X	0	1
P(X)	1/2	1/2

Deciamos que las distribuciones de probabilidad pueden expresarse tambien mediante ecuaciones que liguen la variable aleatoria con la - propia distribución de probabilidad; para nuestro ejemplo:

$$P(X) = 1/2 \quad \text{para} \quad X = 0 \quad \text{y} \quad X = 1$$

Notese que si P(x) es una distribución de probabilidad;

(1) $P(X) \geq 0$ para toda X

y

(2) $\Sigma P(X) = 1$ para toda X

Las distribuciones de probabilidad pueden expresarse tambien gráfica mente. Si sobre los valores de "x" se dibujan barras de altura igual a P(x), resulta un diagrama de barras.

Si sobre los valores de "x" se construyen rectángulos de altura - - - P(x) y base tal que no exista espacio vacio entre los rectangulos, -- resultará un " Histograma "

Para nuestro ejemplo inicial de arrojar la moneda al aire tres veces, habiamos expresado la distribución de probabilidad con que aparece el águila, segun la tabla:

X	0	1	2	3
P(X)	1/8	3/8	3/8	1/8

Tenemos:

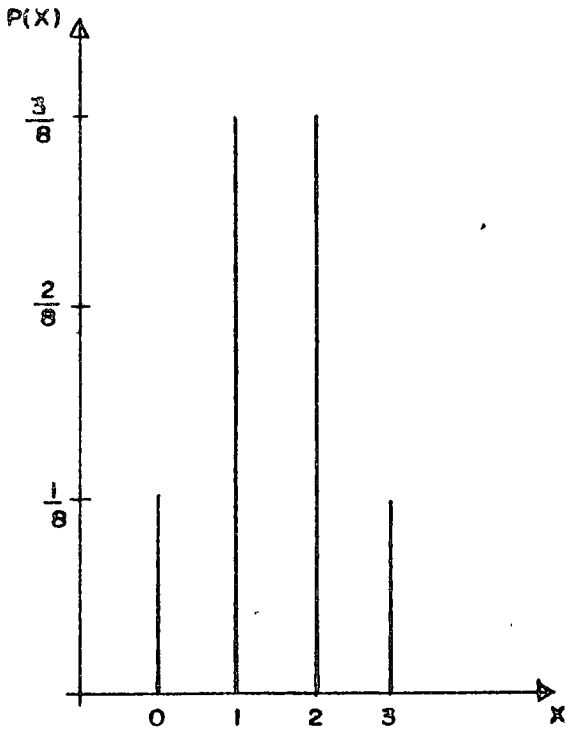
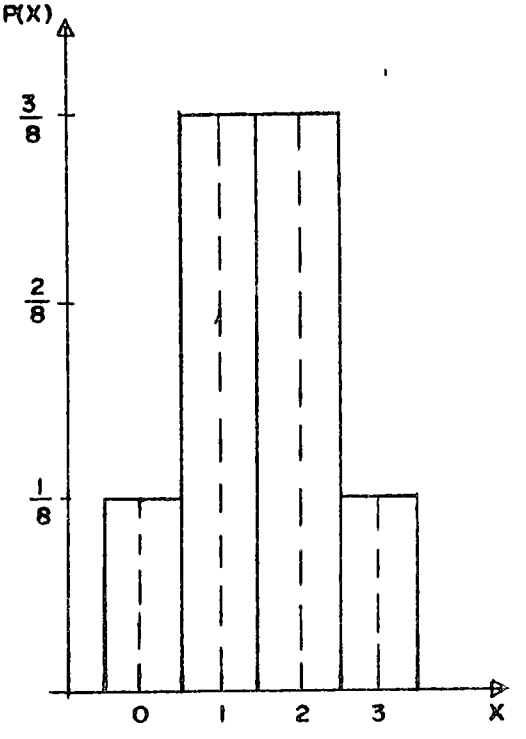


DIAGRAMA DE BARRAS



HISTOGRAMA

donde: x = número de veces que puede aparecer el aguila al arrojar una moneda tres veces.

y P(X) = probabilidad de que el aguila aparezca x veces al arrojar una moneda tres veces.

.- Distribuciones Empiricas

La Estadística puede considerarse como un método usado para recopilar, presentar y analizar datos numéricos.

La recopilación de datos puede obtenerse de la fuente predeterminada.

El análisis de los datos se comienza a realizar,de hecho, al mismo tiempo que la recopilación y termina en la presentación, ya que - para clasificar los datos ó exponerlos es necesario tener idea sobre su condición o categoria.

Con el objeto de analizar los datos, se recurre fundamentalmente a arreglos denominados "Ser es o Distribuciones de Frecuencias" que -- consiste en clasificar los datos en grupos o clases determinando -- luego el número de datos correspondientes a cada grupo ó clase. El - método consiste en lo siguiente:

1.- Se ordenan los datos creciente o decrecientemente de acuerdo a su magnitud.

2.- Se calcula la amplitud de la serie "A", que es igual a:

$$A = \text{Dato mayor} - \text{Dato menor}$$

3.- Se elige, arbitrariamente, el numero "n" de grupos ó clases que consideremos adecuado. En términos generales se recomienda no - trabajar con menos de 40 datos y usar un número de grupos "n" - de entre 8 y 20.

4.- Se determina el Intervalo de Clase "c" que es igual a :

$$c = \frac{A}{N}$$

Es recomendable usar un valor "c" entero, por lo que se acostumbra redondear éste, logrando además con ésto que los datos - -- extremos se agrupen hacia el centro de los íntervalos extremos.

5.- Se asignan los datos que serán los límites inferiores y superiores de cada grupo o clase, de tal manera que los intervalos de clase cubran simétricamente la amplitud de la serie de datos.

6.- Se calcula la Marca de Clase " M " que es igual a la media aritmética de los límites de grupo ó clase.

$$M = \frac{\text{Límite Superior} + \text{Límite Inferior}}{2}$$

7.- Se cuenta el número de datos que queda comprendido dentro de los limites de cada grupo ó clase . A este número se le llama - - - Frecuencia " fi ".

8.- Con todos los datos anteriores, podemos construir una gráfica marcando en el eje de las absisas las marcas de clases y en las ordenadas las frecuencias.
El resultado se llama " Poligono de Frecuencias" y señala de hecho la Distribución de las mismas. Si esta Distribución -- resulta poco uniforme, pueden variarse el número de grupos -- " n " y consecuentemente el intervalo de clase "c" hasta que obtengamos un polígono de Frecuencias uniformes.

Distribuciones Acumuladas

Volviendo nuevamente a nuestro ejemplo de la moneda arrojada tres -- veces, y nuestra tabla.

X	0	1	2	3
P(X)	1/8	3/8	3/8	1/8

La probabilidad P(x) de que $x = 0$, es : 1/8

" " " " " $x \leq 1$, es : 4/8

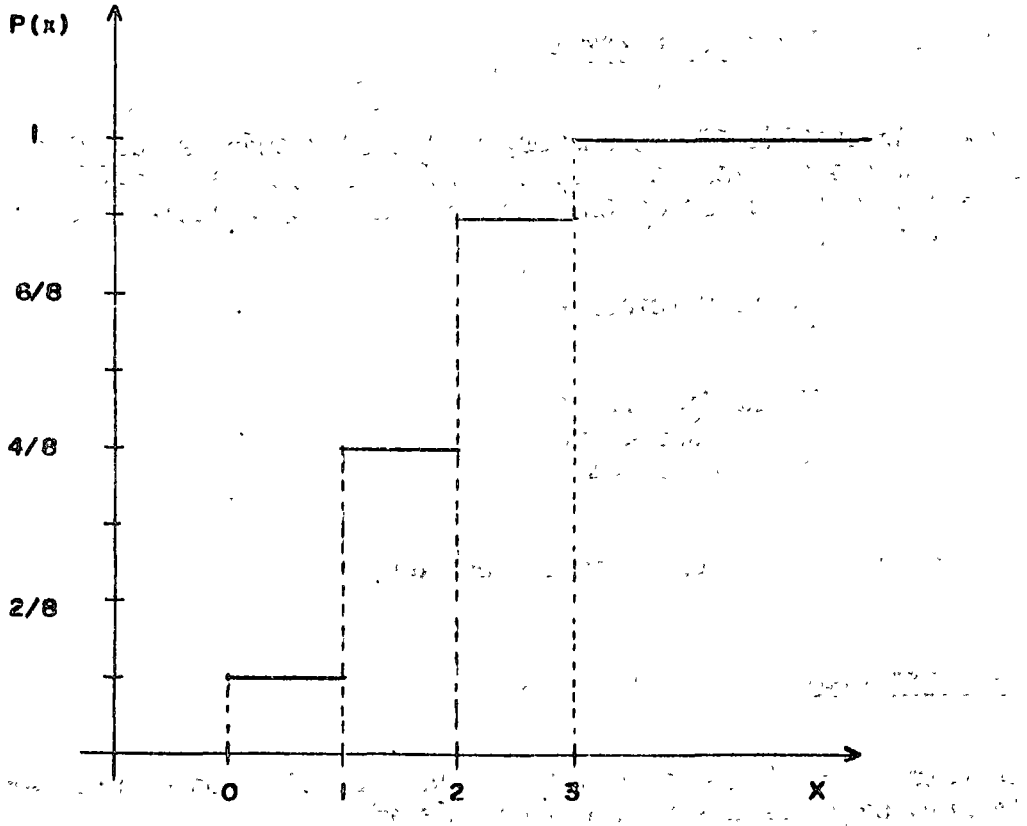
" " " " " $x \leq 2$ es : 7/8

" " " " " $x \leq 3$ es : 1

y entonces la "Distribución acumulada de probabilidad" del número de aguilas que pueden caer al arrojar tres monedas al aire está dada por la tabla

X	0	1	2	3
P(X)	1/8	4/8	7/8	1

Esta distribución puede representarse gráficamente de la siguiente manera:



Y en general, si P(x) es una distribución de probabilidad:

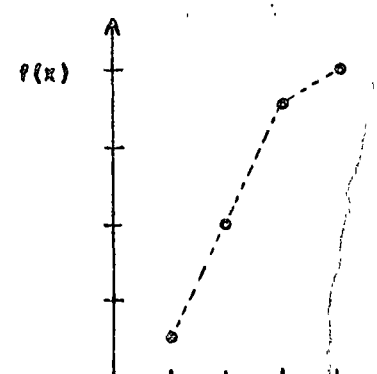
$$P(x) = \sum_{x=-\infty}^{x=x} P(x)$$

obsérvese que para nuestro ejemplo

$P(x) = 0$ para $x < 0$

y $P(x) = 1$ para $x > 3$

En general, obtendremos una gráfica del tipo:



Parametros de Tendencia Central

En una gran cantidad de fenomenos, los datos tienden a acumularse hacia la parte central de la serie de frecuencias respectiva. Los parámetros de tendencia central se usan para representar a la masa de datos y son:

Media Aritmetica
Mediana
Moda
Media Geométrica
Media Cuadrática
Media Armónica

Muy brevemente, sus definiciones son:

Media Aritmetica

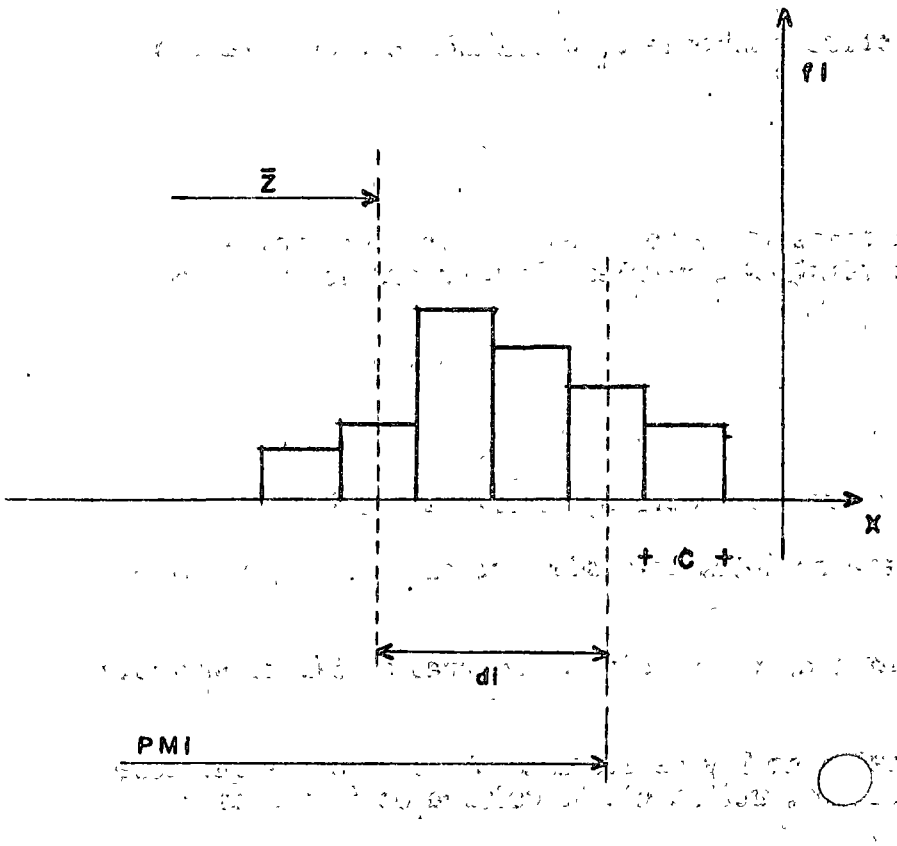
Es un valor que multiplicado por el número de términos de una serie, da la suma de todos los términos de la serie.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma x_i}{n}$$

Datos Agrupados: Cuando los términos de una serie se agrupan con una distribución de frecuencias, se considera que cada punto medio de clase PMi se repite fi veces, de donde:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma P.M\ f_i}{\Sigma\ f_i}$$

Si el intervalo de clase es constante, se puede obtener una fórmula que permite desarrollar un método simplificado.



tenemos: $\bar{Z}$ = Punto medio escogido como base

C = Intervalo de clase

di = Numero de intervalos de clase entre PMI y $\bar{Z}$

y entonces:

$$\bar{X} = \bar{Z} + \frac{\sum fi\,di}{\sum fi}\,C$$

M E D I A N A

Es el valor del término colocado en la mitad de la serie, cuando los términos se encuentran ordenados de acuerdo a su magnitud.

El orden del término correspondiente a la mediana se encuentra con la fórmula:

$$T = \frac{n+1}{2}$$

Si el número de términos de la serie es par, se toma el promedio aritmético de los dos términos centrales. Si n es grande, se puede usar:

$$T = \frac{n}{2}$$

n = frecuencia máxima acumulada correspondiente al límite superior.

Para calcular la mediana en datos agrupados, se sigue el siguiente procedimiento:

1.- Se forma una columna de frecuencias acumuladas al límite superior de clase.

2.- Se encuentra el valor de T y se localiza el grupo en el que debe encontrarse la mediana, utilizando la columna de frecuencias acumuladas.

3.- Llamando:

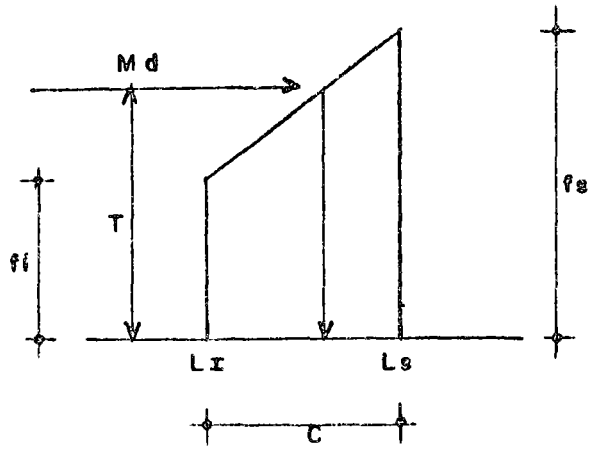
L_I = Límite inferior del grupo en que se encuentra la mediana.

L_S = Límite superior del mismo grupo.

fs, f_I, T .- Frecuencias correspondientes al limite superior e inferior y frecuencia de la mediana:

Entonces:

$$Md = L_I + \frac{T - f_I}{f_S - f_I} C$$

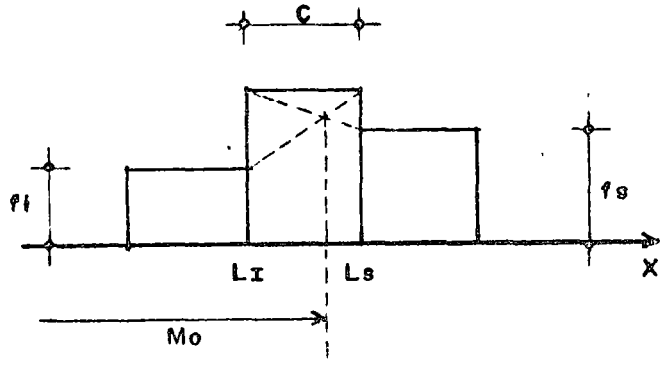


Si entendemos como cuartiles los que dividen una serie en cuatro partes, la mediana es el cuartil 2. Los Deciles dividen una serie en 10 y los Porcentiles en 100. Su cálculo es enteramente igual al de la mediana.

M O D A

Es el valor que se presenta más frecuentemente en una serie de valores. Corresponde al pico o punto máximo de la gráfica de una -- serie de datos.

El punto medio del intervalo donde se encuentra la moda no es el - valor de la moda. El punto modal se encuentra más cercano al grupo adyacente al modal que presenta la mayor frecuencia.



$$Mo = L_r + \frac{f_s}{f_r + f_s} C$$

MEDIA GEOMETRICA

Es la raiz " n" del producto de los "n" términos de una serie

$$G_m = (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \text{-------} \cdot x_n)^{1/n}$$

$$\log G_m = \frac{\log x + \log 1/2 + \text{----------} + \log xn}{n}$$

Si la serie es de frecuencias, el log $P.M._i$ se repite f_i veces.

$$\log Gm = \frac{\Sigma fi \log PMi}{\Sigma fi}$$

MEDIA CUADRATICA

Es la raiz cuadrada del promedio de los cuadrados de los términos.

$$Qm = \left[\frac{\Sigma X^2}{n} \right]^{1/2}$$

y si los términos son agrupados

$$Qm = \left[\frac{\Sigma fi\, Xi^2}{\Sigma fi} \right]^{1/2}$$

MEDIA ARMONICA

Es el reciproco del promedio de los recíprocos de los términos - de una serie.

$$\frac{1}{Hm} = \frac{\Sigma \frac{1}{Xi}}{n}$$

Y si la serie es de frecuencias:

$$\frac{1}{Hm} = \frac{\Sigma fi \frac{1}{PMi}}{\Sigma fi}$$

La media armónica tiene aplicación cuando los datos se expresan segun una relación con la unidad, por ejemplo:

km/hr, Kg/cm2, lt/seg, etc.

PARAMETROS DE DISPERSION

Un parametro de tendencia central es de escaso valor a menos que se conozca el grado en que los términos se desvian de tal parámetro. - Si los términos de una serie se encuentran muy dispersos con respecto a un parámetro de tendencia central este parámetro no será un valor típico o representativo de los términos. Por lo tanto, es necesario contar con parámetros que represen

ten la dispersión de los términos tomando como base un parámetro - de tendencia central. Estos son:

Amplitud
Desviación Media
Desviación Cuartial
Amplitud percentil 10-90
Desviación Estandar.

AMPLITUD

La Amplitud de una serie es la más simple de las medidas de dispersión. Es la diferencia entre los términos de mayor y menor valor - en una serie. No es un parámetro muy efectivo ya que dos series -- con dispersión diferente pueden tener la misma amplitud.

DESVIACION MEDIA

Es el promedio de los valores absolutos de las desviaciones de los términos con respecto a cualquier Parámetro de tendencia central -- elegido:

$$D.M. = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n} \quad ; \quad D.M. = \frac{\sum f_i |\bar{x} - PM_i|}{\sum f_i}$$

Si en estas fórmulas substituimos $\bar{x}$ por M_d, obtenemos la desviación media respecto a la mediana.

DESVIACION CUARTIL

A mayor dispersión de los términos de una serie, la diferencia entre los cuartiles tercero y primero también lo es:

$$Q_D = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

Si una distancia Q_D fuera medida a ambos lados del punto medio -- entre los cuartiles Q_3 y Q_1, el 50% de todos los datos quedaría incluido. Al punto medio entre Q_1, Q_3 se le representa con la - - letra K y coincide con la mediana solamente en distribuciones simétricas.

AMPLITUD PERCENTIL 10-90

Esta medida tiene la ventaja de que considera más datos que la Q_D, excluyendo solo valores extremos, y es:

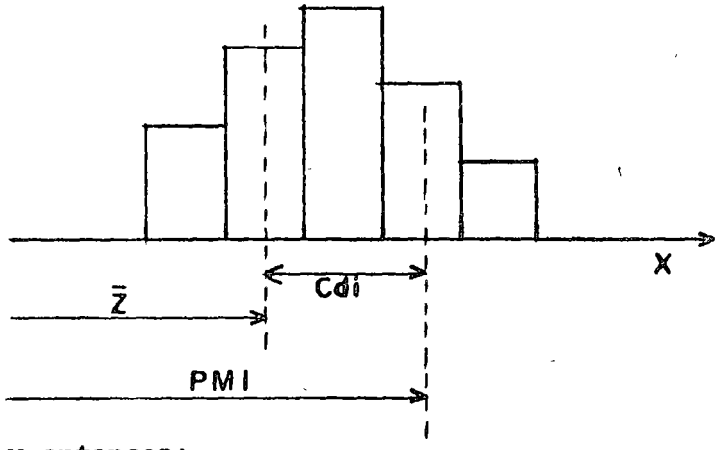
$$AP_{10-90} = P_{90} - P_{10}$$

DESVIACION ESTANDAR

Es la media cuadrática de las desviaciones de los términos de una serie con respecto al promedio aritmético.

$$S = \left[\frac{\sum (xi - \bar{x})}{n}\right]^{1/2} \quad ; \quad S = \left[\frac{\sum fi\,(\bar{x} - PMi)^2}{\sum fi}\right]^{1/2}$$

Para series de frecuencias con intervalo de clase constante se - - puede desarrollar un método corto de cálculo:



y entonces:

$$S = \left[\frac{\sum fi\,(di)^2}{\sum fi} - \left(\frac{\sum fi\,di}{\sum fi}\right)^2\right]^{1/2} C$$

es la desviación estandar.

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

Existen:

Distribución Hipergeométrica
Distribución Binomial
Distribución de Poisson

En función de su aplicabilidad, expondremos brevemente solo la - Distribución Binomial y la Distribución de Poisson.

DISTRIBUCION BINOMIAL

Supongamos que en un experimento, un resultado tiene probabilidad "p" de ocurrir y probabilidad q = 1 - p de no - - - ocurrir. Si el experimento se repite "n" veces y el valor de "p" se mantiene constante en cada intento, entonces, si "p" se denomina "probabilidad de un éxito en un intento".
La probabilidad de x exitos de los x primeros intentos y n - x fallas en los n - x intentos restantes es:

$$\underbrace{p \cdot p \cdot p \cdot \text{--------} p}_{x \text{ veces}} \cdot \underbrace{q \cdot q \text{ --------} q}_{n-x \text{ veces}} = p^{x} q^{n-x}$$

La probabilidad de obtener un éxito, una falla, x-1 exitos, -- h - x - 1 fallas es:

$$\underbrace{p \cdot q \cdot p \text{ --------} p}_{x+1 \text{ terminos}} \cdot \underbrace{q \cdot q \cdot \text{--------} q}_{n-x-1 \text{ terminos}} = p^{x} q^{n-x}$$

Se observa que cualquiera que sea el orden en que se presenten x exitos en n intentos, la probabilidad es $p^{x} q^{n-x}$. Por -- tanto si interesa determinar la probabilidad de que se presenten exactamente x exitos en n intentos, en cualquier orden, habrá - que multiplicar $p^{x} q^{n-x}$ por las combinaciones de - - elementos formadas de x en x.

$$b(x ; n, p) = \binom{n}{x} p^{x} q^{n-x} \quad ; \quad x = 0, 1, \text{--------}, n.$$

y en general:

$$B(x\ ;\ n,\ p) = \sum_{x=0}^{x=k} b(x;n,p)\ ;\quad x = 0, 1, \text{-------}, n.$$

es la Distribución Binomial.

DISTRIBUCION DE POISSON

Considérese un experimento en que la probabilidad de un éxito en un intento es

$$P = \frac{1}{V} \quad , \text{ donde } V \text{ es muy grande}$$

Si " n " es un número (muy grande) de intentos, la probabilidad de obtener x exitos en los n intentos está dada por:

$$P_x^n = \frac{n\ !}{(n-x)\ !\ x\ !} \left(\frac{1}{V}\right)^x \left(1 - \frac{1}{V}\right)^{n-x}$$

de donde matemáticamente y haciendo $\frac{n}{v} = np = \lambda$ obtenemos:

$$f(x;\lambda) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x\ !}\ ;\ x = 0, 1, 2, \text{-------}$$

que es la distribución de Poisson.

Es obvio que el valor de $f(x\ ;\ \lambda)$ es siempre mayor o igual a - cero, con lo cual se cumple el primer requisito de una distribución de probabilidad. El segundo requisito

$$\sum f(x;\lambda) = 1$$

tambien se satisface.

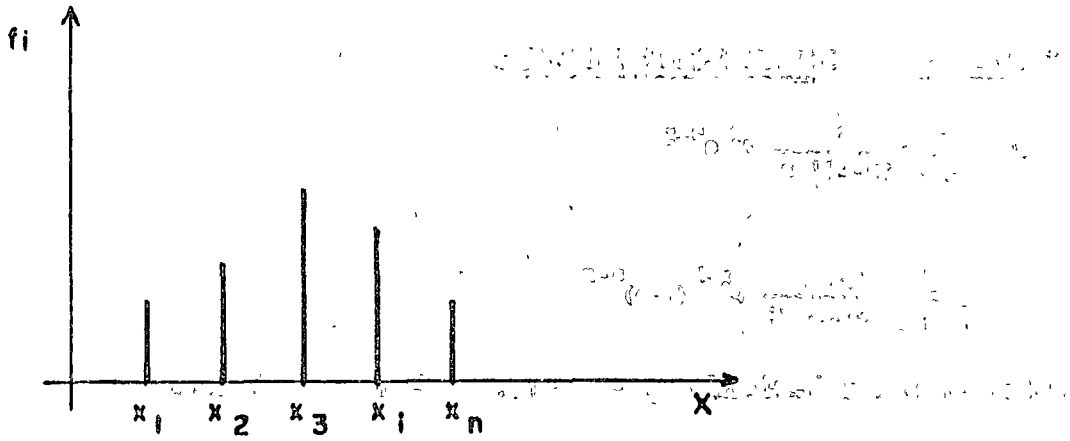
La distribución de Poisson tambien puede usarse desde luego en los - casos en que n sea grande y p pequeño. Una regla para su aplicación en estos casos es que:

$$np \leq 10$$

MOMENTOS

El momento de orden k de una distrubución de probabilidad f (x), está dado por la fórmula.

$$M_k' = \sum x^k f(x)$$



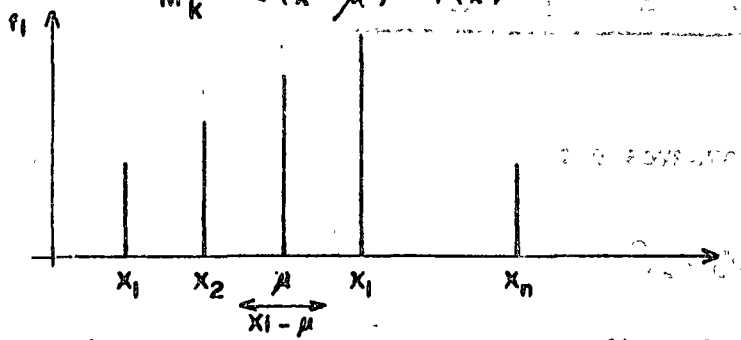
Si k=1, se tiene que el primer momento respecto al origen:

$$M_1' = \sum x\ f(x) = \mu$$

que es precisamente el promedio de la distribución.

El momento de orden k, respecto al promedio, de una distribución de probabilidad está dado por la fórmula:

$$M_k = \sum (x-\mu)^k f(x)$$



El Segundo momento con respecto al promedio aritmetico, es la - - Variancia .

$$M_2 = \sum (x-\mu)^2\ f(x)$$

PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION BINOMIAL

$$\mu = \sum_{x=0}^{n} x \frac{n!}{(n-x)!\,x!} p^x q^{n-x}$$

$$\mu = np \sum_{x=0}^{n} x \frac{(n-1)!}{(n-x)!\,x!} p^{x-1} (1-p)^{n-x}$$

matemáticamente y haciendo $y = x - 1$; $M = n - 1$ obtenemos

$$\mu = np$$

puede demostrarse que para la distribución binomial, la variancia está dada por:

$$\sigma^2 = npq$$

y para las distribuciones señaladas:

DISTRIBUCION	PROMEDIO	VARIANCIA
BINOMIAL	np	npq
POISSON	λ	λ

y la relación entre momentos es:

$$\sigma^2 = M'_2 - \mu^2$$

INTERVALOS DE CONFIANZA

Si llamamos μ y σ respectivamente a la media y a la desviación estandar o variancia y tenemos una distribución normal, cabe esperar que una muestra extraida de nuestro universo se encuentre en los intervalos.

$\mu - \sigma$ y a $\mu + \sigma$, para una determinada probabilidad. A estos intervalos se les llama intervalos de confianza. Para diferentes probabilidades, los coeficientes utilizados que designaremos como Zc se dan en la tabla siguiente, extractada de las tablas del libro " Probabilidad y Estadística para Ingenieros", de Miller y Freund.

Nivel de Confianza	Zc
99.73 %	3.00
99 %	2.58
98 %	2.33
96 %	2.05
95.45 %	2.00
95 %	1.96
90 %	1.645
80 %	1.28
68.27 %	1.00
50 %	0.6745

Si tomamos una media muestral $\bar{X}$, los límites de confianza del 95% y 99% para el calculo de la media μ vienen dados por $\bar{X} \pm 1.96$ y $\bar{X} \pm 2.58\,\sigma$, respectivamente. En forma general los límites de confianza estan dados por:

$$\bar{X} \pm Zc \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

2.- ALEATORIEDAD DE LOS COSTOS

Podemos referirnos en forma directa a los costos de construcción como tales. Por ejemplo, los costos unitarios que evidentemente no siempre son los mismos para conceptos iguales y especificaciones iguales. Todos sabemos que estan sujetos a una serie de factores que los hacen variar. Es decir, son una función definida sobre los eventos de un espacio de muestra y consecuentemente los costos de construcción son variables aleatorias.

Sin embargo, reflexionemos en cuales, de todos los factores que inciden en la determinación de un costo unitario, hacen que este sea variable aleatoria. Si el procedimiento para integrar un analisis de costo - - -

unitario es la determinación del costo de cada uno de sus elementos que son:

a) materiales
b) equipo
c) mano de obra
d) herramienta

Veamos que sucede con cada uno de ellos individualmente:

Materiales: Es obvio que los costos en sí de los diferentes materiales no son variables eleatorias, cuando estos se adquieren mediante transa ciones al costo unitario. En este caso, siempre determinamos con precisión y gran seguridad los costos de materiales a aplicar a nuestro costo unita rio.

No es el caso, naturalmente, de los materiales que deberemos obtener por explotación directa de bancos, por ejemplo, o de materiales que deberemos fabricar con la integración de diversos sub-elementos, como es el caso de los concretos, por ejemplo. En ambos casos obviamente deberemos usar equipo y esto lo analizaremos adelante. En el segundo caso, varios sub-elementos - se integran en cierta proporción a nuestro elemento principal, en este caso concreto. Esa proporción o dosificación si es una variable aleatoria.
Lo anterior no excluye la necesidad de, eventualmente hacer estudios de ten dencias de costos de materiales comerciales para fines exclusivamente de - pronósticos.

Equipo: Dentro de la determinación de los costos horarios de equipo hay ciertos sub-elelementos que tambien se comportan como variables eleatorias.- Por ejemplo, el costo de mantenimiento y reparaciones mayores.

Obviamente lo mas interesante y determinante en la incidencia del costo del equipo en un costo unitario, es su " rendimiento " ó productividad. Este es, definitivamente, una variable aleatoria.

Mano de Obra: En este elemento, tambien el "rendimiento" o productividad es claramente una variable aleatoria, y consecuentemente lo es tambien el costo de la mano de obra, en su conjunto. Hay un factor adicional que simplemente mencionaremos: no existe una relación clara entre la productividad de la - - mano de obra y los llamados " precios de destajos ". Estos últimos dependen de algunos factores adicionales, como son la oferta y demanda y algunas irre gularidades cometidas por los propios destajistas. Además, el propio sistema de destajos propicia por razon natural un aumento de productividad.

Herramienta: La herramienta tradicionalmente se maneja en proporción al - - costo de la mano de obra.

3.- BANCOS DE INFORMACION

Como se ha visto, la escencia de un estudio estadístico radica en el manejo de datos o "eventos" observados. En nuestro caso, dichos datos son los llama

dos " costos Históricos" , es decir los costos o sus elementos y sub-elementos en su magnitud real observada en obras ya realizadas. Toda esta información, clasificada y ordenada, procesada en suma, forma un "Banco de Información".

Sin esta información, jamás podremos aplicar métodos de probabilidad y estadística a nuestros costos de construcción.

Un Banco de Información de costos de construcción debe contener, como mínimo, lo siguiente:

a) Proporciones, dosificaciones o cantidades con que inciden diversos materiales como sub-elementos de conceptos de trabajo de construcción, por ejemplo:

   Dosificaciones de concretos
   Dosificaciones de morteros
   Cantidades de mortero por unidad de obra
   Cantidades de tabique por M2 de muro, etc.

   Es conveniente que se consideren estos datos ademas de los que tengamos de mermas y desperdicios, y por separado.

b) Costos históricos de materiales. En este punto es conveniente resaltar la importancia de usar,para el mismo material, siempre datos provenientes de la misma fuente de aprovisionamiento. Los costos de distintas fuentes pueden variar por razones que no conviene mezclar con la información a procesar:

c) Rendimientos de equipo, haciendo constar para que condiciones particulares de obra fueron tomados.
   Deberán clasificarse segun dichas condiciones.

d) Rendimientos de mano de obra. Tambien deben aventarse las circunstancias bajo las que ocurrieron y ser clasificados de esa manera.

e) Costos unitarios historicos integrados ya por conceptos de trabajo y por tipos de obras, con objeto de seleccionar con facilidad la información que requiramos, segun el uso que se le vaya a dar.

El grado de confiabilidad que se le pueda asignar a la información procesada, es escencial para los resultados de un estudio estadístico. Por esto es que conviene depurar y filtrar de alguna manera los datos que ingresen a nuestro Banco de Información.

4.- APLICACIONES DE LA ESTADISTICA A LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

Solamente a titulo ilustrativo, veremos un ejemplo del uso de métodos estadísticos en la Ingeniería de Costos de Construcción.

En una obra se han tomado trece observaciones de rendimientos de excavación a mano en material tipo I, hasta 1.50 m. de profundidad. Dichos rendimientos estan expresados en M3/hora.

Con dichas observaciones preparamos la tabla siguiente:, que es una distribución empírica.

Rendimientos	Rendimientos Ordenados.
2.50	1.80
2.55	1.88
2.38	2.05
2.20	2.14
2.25	2.20
2.32	2.25
1.80	2.32
1.88	2.38
2.05	2.40
2.40	2.50
2.14	2.55
2.85	2.68
2.68	2.85

Calculemos la Amplitud de la Serie.

$$A = 2.85 - 1.80 = 1.05$$

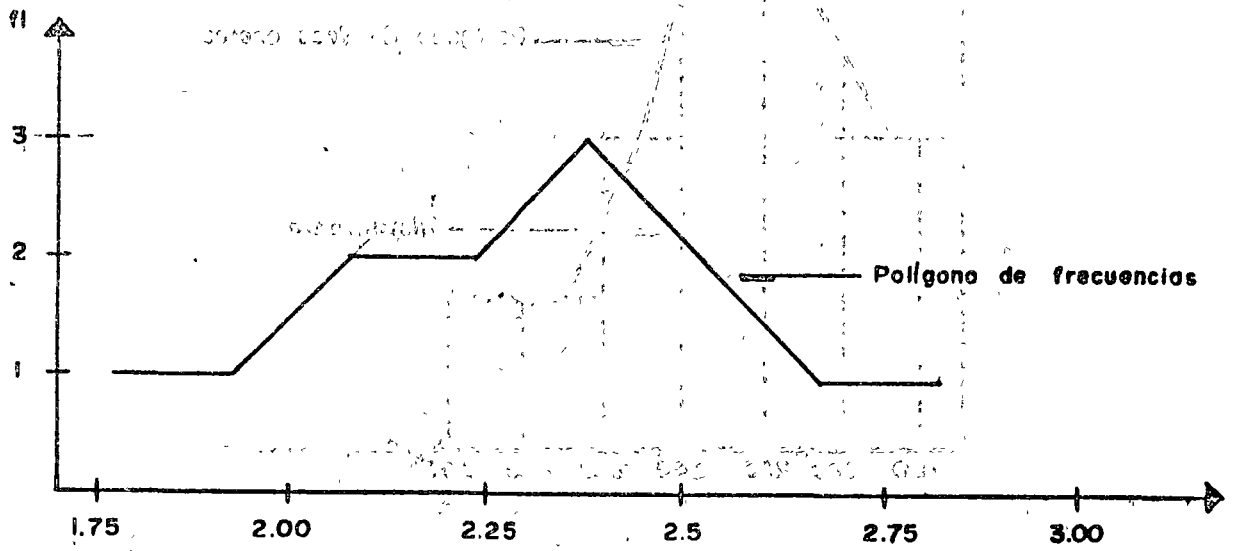
Elegimos el número de clases "n". Tomemos $n = 8$

Entonces, el intervalo de clase será

$$c = \frac{1.05}{8} = 0.131 = 0.15$$

De tal manera que, orbitrariamente, seleccionamos los límites inferior y superior de cada clase, quedando:

Límite Inferior	Límite Superior	Marca de Clase	Frecuencia
1.70	1.85	1.775	1
1.86	2.00	1.925	1
2.01	2.15	2.075	2
2.16	2.30	2.225	2
2.31	2.45	2.375	3
2.46	2.60	2.525	2
2.61	2.75	2.675	1
2.76	2.90	2.825	1

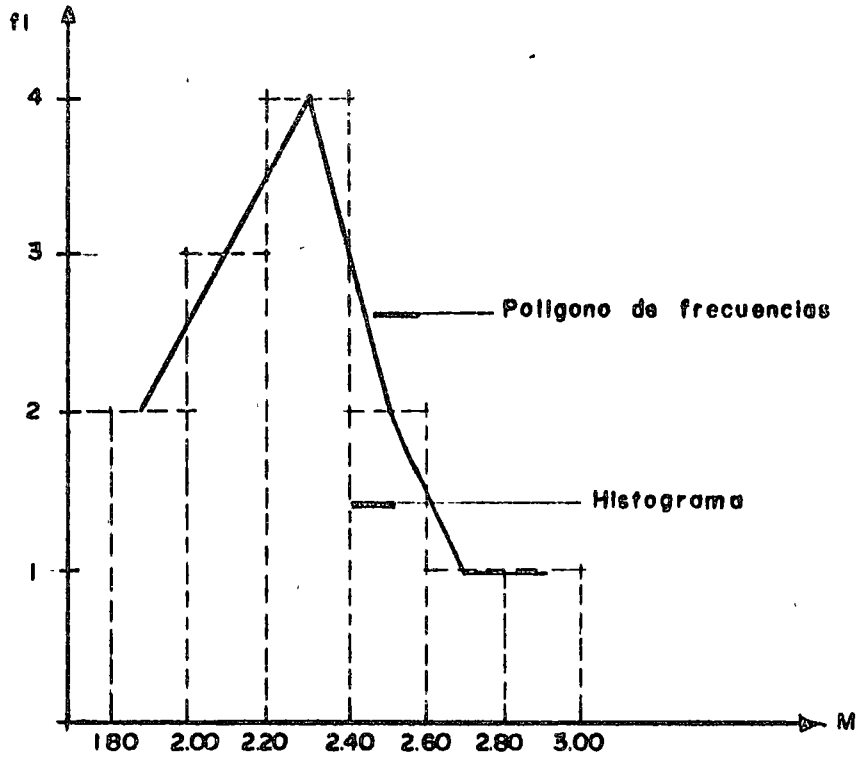


Para hacer mas uniforma el polígono de frecuencias, hagamos un tanteo con n=6

$$c = \frac{1.05}{6} = 0.175 = 0.20$$

Límite Inferior	Límite Superior	Marca de clase	Frecuencia
1.80	2.00	1.90	2
2.01	2.20	2.10	3
2.21	2.40	2.30	4
2.41	2.60	2.50	2
2.61	2.80	2.70	1
2.81	3.00	2.90	1

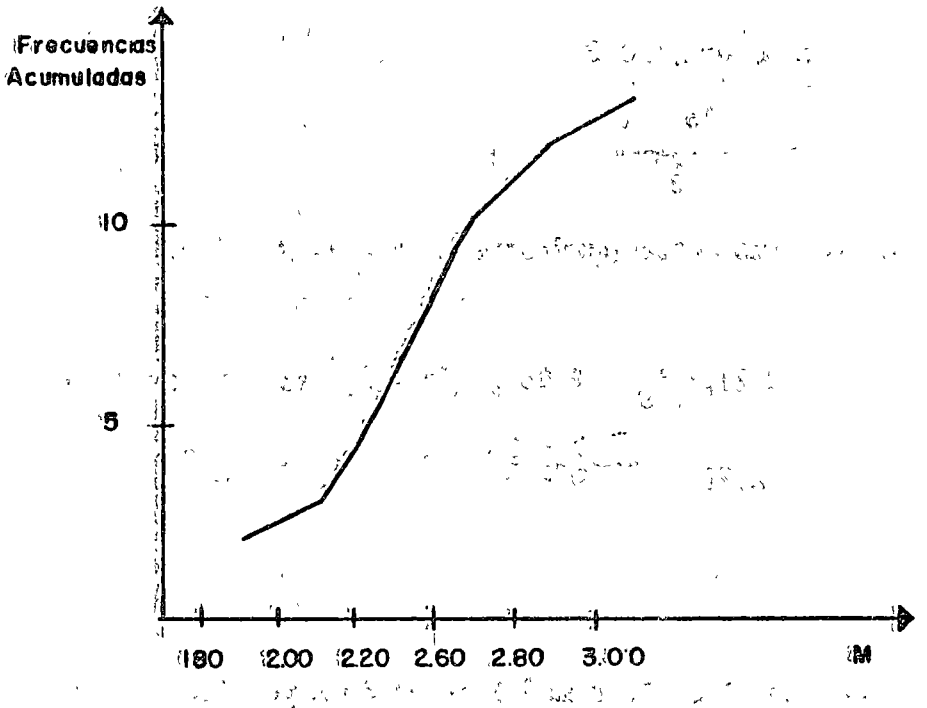
Y obtenemos el nuevo polígono de frecuencia y el - Histograma.



Obtengamos ahora la Distribución Acumulada de Probabilidad:

Clase	Frecuencia	M.	Frecuencia Acumulada
1.80 - 2.00	2	1.90	2
2.01 - 2.20	3	2.10	3
2.21 - 2.40	4	2.30	6
2.41 - 2.60	2	2.50	10
2.61 - 2.80	1	2.70	12
2.81 - 3.00	1	2.90	13

Y obtendremos la gráfica de frecuencias acumuladas:


Frecuencias
Acumuladas
10
5
180
2.00
2.20
2.60
2.80
3.00
M

Obtendremos ahora nuestros parámetros de tendencia central:

Media Aritmética $\quad \bar{X} = \dfrac{30.00}{23} = 2.307$

Mediana:

Calculemos primero T.

$$T = \frac{13 + 1}{2} = 7$$

el término correspondiente a T = 7, es 2.32

$L_I = 2.21$, $L_s = 2.40$, fc = 5, fs = 9, c= 0.20

$$M_d = 2.21 + \frac{7 - 5}{9 - 5} \times 0.20 = 2.31$$

Moda:

Grupo modal ó clase modal es el de mayor frecuencia:

$$Mo = 2.21 + \frac{2.21 - 2.40}{5 + 9} \times 0.20 = 2.338$$

MEDIA GEOMETRICA

Xi	log Xi
1.80	0.2408
1.88	0.2649
2.05	0.3098
2.14	0.3257
2.20	0.3362
2.25	0.3450
2.32	0.3574
2.38	0.3679
2.40	0.3714
2.50	0.3890

2.55	0.3978
2.68	0.4207
2.85	0.4506

$\Sigma \log Xi = 4.5772$

$$\frac{4.5772}{6} = 0.3521$$

$\log G_m = 0.3521$

$G_m = \text{Antilog } 0.3521$

$G_m = 2.29$

MEDIA CUADRATICA

Xi	Xi^2
1.80	3.24
1.88	3.53
2.05	4.20
2.14	4.58
2.20	4.84
2.25	5.06
2.32	5.38
2.38	5.66
2.40	5.76
2.50	6.25
2.55	6.50
2.68	7.18
2.85	8.12
	ΣXi^2 70.30

$$\frac{\sum X_i^2}{n} = \frac{70.30}{13} = 5.4077$$

$$Qn = \sqrt{5.4077} = 2.3255$$

MEDIA ARMONICA

Xi	$\frac{I}{Xi}$
1.80	0.555
1.88	0.532
2.05	0.488
2.14	0.467
2.20	0.455
2.25	0.444
2.32	0.431
2.38	0.420
2.40	0.417
2.50	0.400
2.55	0.392
2.68	0.373
2.85	0.351

$$\sum \frac{1}{Xi} = 5.726$$

$$\frac{I}{Hm} = \frac{\sum \frac{I}{X_i}}{n} = \frac{5.726}{13} = 0.440$$

$$H_m = 2.272$$

Veamos ahora cuales son los parámetros de dispersión para nuestra Serie de datos:

AMPLITUD

Ya vimos que es : A = 2.85 - 1.80 = 1.05

DESVIACION MEDIA

Obtengamos por ejemplo la Desviación media respecto a la mediana:

Veriamos que la mediana es Md = 2.31

Xi	$\lvert Xi - Md \rvert$
1.80	0.51
1.88	0.43
2.05	0.26
2.14	0.17
2.20	0.11
2.25	0.06
2.32	0.01
2.38	0.07
2.40	0.09
2.50	0.19
2.55	0.24
2.68	0.37
2.85	0.54

$$\Sigma \left| X - Md \right| = 2.57$$

$$D.M = \frac{\Sigma \left| x - Md \right|}{n} = \underline{0.197}$$

DESVIACION ESTANDAR O VARIANCIA

M	fi	di	di^2	fi (di^2)	fi di
1.90	2	- 2	4	8	- 4

$\bar{X}$ =	2.10	3	-1	1	3	-3
	2.30	4	0	0	0	0
	2.50	2	1	1	2	2
	2.70	1	2	4	4	2
	2.90	1	3	9	9	3
		13			26	0

di = número de intervalos de clave

$$S = \left[\frac{26}{13} - \left(\frac{0}{13} \right)^2 \right]^{1/2} \times 0.20$$

$$S = \left[2 \right]^{1/2} \times 0.20$$

$$S = 1.414 \times 0.20 = \underline{0.283}$$

Veamos algunos ejemplos de intervalos de confianza:

Para un nivel de confianza de 99.73 %, deberemos tomar, segun la tabla de la página 19:

$$\bar{X} \pm 3.00 \times \frac{0.283}{\sqrt{13}}$$

$$\bar{X} \pm 3.00 \times \frac{0.283}{3.6055}$$

$$\bar{X} \pm 3.00 \times 0.078$$

$$\bar{X} \pm 0.235$$

Si tomamos por ejemplo la mediana:

$$2.31 + 0.235 = 2.545$$

$$2.31 - 0.235 = 2.075$$

es nuestro intervalo de confianza para 99.73 %

Si tomamos un nivel de confianza de 90 %, obtenemos

$$\bar{X} \pm 1.645 \times 0.078$$

$$\bar{X} \pm 0.128$$

$$2.31 + 0.128 = 2.438$$

$$2.31 - 0.128 = 2.182$$

es intervalo de confianza para 90 %.

3.- C O N C L U S I O N E S

La estadística puede ser una herramienta formidable para la estimación de costos de construcción con niveles conocidos de confiabilidad, siempre y cuando se cuente con Bancos de Información adecuados y permanentemente actualizado.

Puede haber aplicaciones mucho mas sofisticadas que la ejemplificada en estos apuntes, y se recomienda a quienes se interesen, profundizar mas en sus conocimientos de probabilidad y estadística.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
1. LIC. JORGE AHUMADA Circuito Juristas No. 87 Ciudad Satélite Edo. de México Tel: 5-72-36-09	CONSTRUCCIONES ARA, S.A. Colima 394-2o. Piso Col. Roma México 7, D. F. Tel: 5-11-47-13
2. ING. RIGOBERTO ALCANTARA SILVA Playa Cuyutlan No. 337 Col. Reforma Iztaccihuatl México 13, D. F. Tel: 5-90-02-40	BANCO NACIONAL DE CREDITO RURAL, S.A. Motolinia No. 11 México 1, D. F. Tel: 5-10-23-93
3. ING. RAFAEL A. ALOR CARPENTER Tizapan V.A. Obregón México 20, D. F. Tel: 5-48-92-65	PROYECTOS Y ADMINISTRACIONES, S.A. Insurgentes Sur 1877-3er. Piso México 20, D. F. Tel: 5-48-95-20
4. ING. ALEJANDRO ANGULO ORTEGA Viaducto Tlalpan 5155 Tlalpan México 22, D. F. Tel: 5-73-75-35	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No. 14-6o. Piso México, D. F. Tel: 5-53-87-27
5. ING. FRANCISCO G. CAMPOS LIMON 25 Oriente 1413 Col. Bella Vista Puebla, Pue. Tel: 40-12-61	CONSTRUCTORA PROCAMSA, S.A. Priv. Jalisco No. 14 El Carmen Puebla, Pue. Tel: 43-42-05
6. ARQ. JOSE ANGEL CANAL HERNANDO Schiller No. 505 Col. Polanco México 5, D. F. Tel: 5-45-58-84	ALTE CONSTRUCCIONES, S.A. Tampico No. 42-401 Col. Roma México 7, D. F. Tel: 533-33-94
7. ING. SERGIO CARRANZA CASTRO Picacho No. 105 Pedregal de San Angel México 20, D. F. Tel: 5-68-00-94	PYASA INGENIEROS CIVILES Insurgentes Sur 1877-3 Col. Guadalupe Inn. México 20, D. F. Tel: 5-48-95-20

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

	NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
8.	ING. JORGE CARRILLO LOPEZ Rio Balsas No. 78-5 Col. Cuauhtémoc México 5, D. F. Tel: 5-54-09-17	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 México, D. F.
9.	ING. DAGOBERTO A. CASTRO TELLEZ Andador Juan Mancilla No. 300-1 Col. Romero de Terreros México 21, D. F. Tel: 5-54-16-52	DIRECCION DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO Palacio de Gobierno Toluca, México
10.	ING. ABEL CEDEÑO PEREZ Misión de Santa Cruz No. 37 Las Misiones, Naucalpan Edo. de México Tel: 5-72-41-09	PARQUE INDUSTRIAL CUAMATLA, S.A. Mariano Escobedo 510-7o. Piso Col. Anzures México, D. F. Tel: 2-50-18-97
11.	ING. LUIS FERNANDO CHAVEZ PADILLA Manz. 29 Lote No. 43 Col. A. Ruiz Cortines México 22. D. F.	COMPAÑIA MEXICANA DE CONSULTORES EN INGENIERIA,S.A. Insurgentes Sur 1824-4o. Piso Col. Florida México 20, D. F. Tel: 5-34-54-83
12.	ING. MARIA JOSEFINA DE TABARES M. Copilco 76 Apto. 104 Edif. 45 Tizapan México 20, D. F. Tel: 5-48-99-14	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MERIDA-VENEZUELA
13.	ING. XAVIER ESCOBAR HERRERA Rossini 91-2 Col. Ex-Hipodromo Peralvillo México 2, D. F. Tel: 5-83-78-55	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL DIRECCION DE CONTROL DE OBRAS CONTRALORIA GENERAL Plaza de la Constitución No. 1 México 1, D. F. Tel: 5-10-11-97
14.	ING. JOSE JESUS ESPINOSA GUTIERREZ Juan B. Tijerina No. 332-10 Cd. Victoria, Tamps. Tel: 2-43-12	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No. 14 Col. Cuahtémoc México 5,D.F. Tel: 5-86-23-66

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

	NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
15.	ING. CARLOS JAVIER GARCIA GIL Bruno Traven No. 96-204 Col. General Anaya México 13, D. F.	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 México 17, D. F. Tel: 531-38-41
16.	ING. CARLOS E. GARCIA MARTINEZ Calzada Tacubaya No. 72-17-B Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 553-65-95	CONSTRUCCIONES CONDUCCIONES Y PAVIMENTOS, S. A. Minería No. 145 Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-16-04-60
17.	ING. RAYMUNDO GARCIA MOLINA Aguascalientes 34-40 Col. Roma Sur México 7, D. F.	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No. 14 Col. Cuauhtémoc México 5. D. F. Tel: 2-86-23-66
18.	ING. GERMAN GARCIA VALDEZ Economistas No. 28 Cd. Satélite Edo. de México	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Edif. "D" 11o. Piso México 17, D.F. Tel: 531-61-49
19.	ING. GERARDO HECTOR GERARDO MORENO Vicente Suárez 41 Cd. Satélite Edo. de México Tel: 562-84-53	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S. A. Melchor Ocampo y Marina Nacional Apdo. Postal 124 Bis. México, D. F. Tel: 5-18-00-80 Ext. 451
20.	ING. JOSE GOMEZ GONZALEZ Cumbres de Maltrata Ote. No.230 Col. Independencia México 13, D. F. Tel: 5-39-37-02	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No. 14 México, D. F. Tel: 5-53-87-27
21.	ING. JUAN MANUEL GONZALEZ RAMIREZ Wagner No. 151 Col. Vallejo México 14, D. F. Tel: 5-37-73-43	

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
22. ING. RICARDO GONZALEZ SANTILLAN Av. del Taller Retorno 4 No.20 Col. Jardín Balbuena México 8, D. F. Tel: 5-52-18-34	GRUPO SOICA Torres de Mixcoac Edif. "A" 12 Desp. 601-60-A Lomas de Plateros México, D. F. Tel: 5-93-22-12
23. ING. LUIS A. GOSSELIN MAUREL Acueducto Rio Hondo 110-801 Lomas de Chapultepec México 10, D. F. Tel: 540-26-15	CONSTRUCTORA MARFER, S.A. Homero 1425-303 Col. Polanco México 5, D. F. Tel: 520-21-65
24. ING. MANUEL D. HEREDIA DURAN Juan Escutia No. 88-3 Col. Américas Unidas México 13, D.F.	SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS Paseo de la Reforma No. 107 Col. San Rafael México 4, D. F. Tel: 591-14-63
25. ING. JORGE V. HERRERA PEREZ TAGLE Ave. Santa Cruz del Monte 10-3-C Naucalpan Edo. de México	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Col. Anáhuac México 17, D. F. Tel: 531-38-41
26. ARQ. LUIS CARLOS HINOJOSA Adolfo Prieto No.1450-C Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-59-43-14	INMOBLE, S.A. Insurgentes Sur 1457-12o.Piso Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-98-13-88
27. BENJAMIN LANDEROS OLGUIN Josefa Ortiz de Domínguez 605-Sur Toluca, México Tel: 57159	UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO FAC. DE ING. CIVIL Unidad Coatepec Toluca, México Tel:54512.
28. ARQ. FEDERICO LEGORRETA G. Loma Bonita 20 1/2 Lomas Altas México 10, D. F. Tel: 5-70-20-40	CONSTRUCTORA OMSA, S.A. Dinamarca No. 60 Col. Juárez México 6, D. F. Tel: 5-66-36-10

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
15. ING. CARLOS JAVIER GARCIA GIL Bruno Traven No. 96-204 Col. General Anaya México 13, D. F.	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 México 17, D. F. Tel: 531-38-41
16. ING. CARLOS E. GARCIA MARTINEZ Calzada Tacubaya No. 72-17-B Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 553-65-95	CONSTRUCCIONES CONDUCCIONES Y PAVIMENTOS, S. A. Minería No. 145 Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-16-04-60
17. ING. RAYMUNDO GARCIA MOLINA Aguascalientes 34-40 Col. Roma Sur México 7, D. F.	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No. 14 Col. Cuauhtémoc México 5, D. F. Tel: 2-86-23-66
18. ING. GERMAN GARCIA VALDEZ Economistas No. 28 Cd. Satélite Edo. de México	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Edif. "D" 11o. Piso México 17, D.F. Tel: 531-61-49
19. ING. GERARDO HECTOR GERARDO MORENO Vicente Suárez 41 Cd. Satélite Edo. de México Tel: 562-84-53	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S. A. Melchor Ocampo y Marina Nacional Apdo. Postal 124 Bis. México, D. F. Tel: 5-18-00-80 Ext. 451
20. ING. JOSE GOMEZ GONZALEZ Cumbres de Maltrata Ote. No.230 Col. Independencia México 13, D. F. Tel: 5-39-37-02	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No. 14 México, D. F. Tel: 5-53-87-27
21. ING. JUAN MANUEL GONZALEZ RAMIREZ Wagner No. 151 Col. Vallejo México 14, D. F. Tel: 5-37-73-43	

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

	NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
22.	ING. RICARDO GONZALEZ SANTILLAN Av. del Taller Retorno 4 No.20 Col. Jardín Balbuena México 8, D. F. Tel: 5-52-18-34	GRUPO SOICA Torres de Mixcoac Edif. "A" 12 Desp. 601-60-A Lomas de Plateros México, D. F. Tel: 5-93-22-12
23.	ING. LUIS A. GOSSELIN MAUREL Acueducto Río Hondo 110-801 Lomas de Chapultepec México 10, D. F. Tel: 540-26-15	CONSTRUCTORA MARFER, S.A. Homero 1425-303 Col. Polanco México 5, D. F. Tel: 520-21-65
24.	ING. MANUEL D. HEREDIA DURAN Juan Escutia No. 88-3 Col. Américas Unidas México 13, D.F.	SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS Paseo de la Reforma No. 107 Col. San Rafael México 4, D. F. Tel: 591-14-63
25.	ING. JORGE V. HERRERA PEREZ TAGLE Ave. Santa Cruz del Monte 10-3-C Naucalpan Edo. de México	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Col. Anáhuac México 17, D. F. Tel: 531-38-41
26.	ARQ. LUIS CARLOS HINOJOSA Adolfo Prieto No.1450-C Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-59-43-14	INMOBLE, S.A. Insurgentes Sur 1457-12o.Piso Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-98-13-88
27.	BENJAMIN LANDEROS OLGUIN Josefa Ortiz de Domínguez 605-Sur Toluca, México Tel: 57159	UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO FAC. DE ING. CIVIL Unidad Coatepec Toluca, México Tel:54512.
28.	ARQ. FEDERICO LEGORRETA G. Loma Bonita 20 1/2 Lomas Altas México 10, D. F. Tel: 5-70-20-40	CONSTRUCTORA OMSA, S.A. Dinamarca No. 60 Col. Juárez México 6, D. F. Tel: 5-66-36-10

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
29. ING. HECTOR LINARES GONZALEZ Gabriel Mancera 408-A Col. del Valle México 12, D. F.	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Río Ródano No. 14 Col. Cuauhtémoc México 5, D. F. Tel: 553-71-33 Ext. 21-15
30. ING. JORGE LOPEZ CORONA Fernando Zarraga No. 63 Circuito Médicos Cd. Satélite Edo. de México Tel: 5622432	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329-10o.P. Col. Anáhuac México 17, D. F. Tel: 531-15-98
31. ING. CARLOS LOPEZ GONZALEZ México, D. F.	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Col. Anáhuac México 17, D. F.
32. ING. ISAIAS LOPEZ SANTOS México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México 12, D. F.
33. MA. DE LOS ANGELES LOZANO VILLEGAS Insurgentes Sur No. 42 Col. Juárez México. D. F. Tel: 53580-32	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Atoyac No. 110 Col. Cuauhtémoc México, D. F. Tel:5533934
34. ING. JOSE A. LORENZO ESTEVEZ Río Lerma 259-E Col. Cuauhtémoc México 5, D.F. Tel:5112294	TELEFONOS DE MEXICO , S.A. Parque Vía No. 198 México, D. F. Tel: 5188220-5534
35. ING. ALFREDO MALO SALDAÑA Paseo de Tabaquitos No. 60 Lomas Verdes Naucalpan, México Tel:5629468	GRUPO ESCALA, A.C. Valdivia No.100 Zacahuitzco México, D. F. Tel:5390041

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
36. ING. MARTE MARTINEZ MAYA Fernando Alva Ixtlixochitl No.20 Cd. Satélite Edo. de México Tel: 5722565	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución México, D. F.
37. ARQ. ALCIBIADES MARVAN CARMONA Antonio Sola No. 72 Col. Condesa México 11, D. F. Tel:5533072	CONSTRUCTORA IMPALA, S.A. Fuego No. 719 Pedregal de San Angel México 20, D. F. Tel:5680505
38. ARQ. ADOLFO MATA MENDOZA Verdi No. 7 Col. Peralvillo México 2, D. F. Tel: 5173233	COMISION DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO Balderas No. 55-4o. Piso México 1, D. F. Tel:5855066 Ext.406
39. DEMETRIO MEZA CASTELLANOS El Dorado No. 19 Fracc. Capistrano Cd. López Mateos Edo. de México Tel:3976199	CONSTRUCTORA GYS, S.A. La Fragua No. 4-110 México 1, D. F. Tel:5663588
40. ING. ENRIQUE MONTENEGRO CHAIREZ Arequipa 644-8 Col. Lindavista México 14, D.F. Tel:7813968	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Río Ródano No.14-6o. Piso México 5, D. F. Tel:5538727
41. ING. RUBEN M. MONTIEL PALACIOS	BUFETE INDUSTRIAL DISEÑOS Y PROYECTOS, S.A. Gante No. 36-5o. Piso Col. Anzures México 5, D. F. Tel: 5331820-117
42. ING. MARIO A. MONSALVE RAMOS Playa Caleta No. 307 Col. Reforma Ixtacc. México 18, D. F. Tel: 5791966	GENERAL DE CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES, S.A. Rincón del Bosque No. 63 Col. Polanco México 5, D. F. Tel:5488786

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
29. ING. HECTOR LINARES GONZALEZ Gabriel Mancera 408-A Col. del Valle México 12, D. F.	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Río Ródano No. 14 Col. Cuauhtémoc México 5, D. F. Tel: 553-71-33 Ext. 21-15
30. ING. JORGE LOPEZ CORONA Fernando Zarraga No. 63 Circulto Médicos Cd. Satélite Edo. de México Tel: 5622432	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329-10o.P. Col. Anáhuac México 17, D. F. Tel: 531-15-98
31. ING. CARLOS LOPEZ GONZALEZ México, D. F.	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Col. Anáhuac México 17, D. F.
32. ING. ISAIAS LOPEZ SANTOS México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México 12, D. F.
33. MA. DE LOS ANGELES LOZANO VILLEGAS Insurgentes Sur No. 42 Col. Juárez México, D. F. Tel: 53580-32	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Atoyac No. 110 Col. Cuauhtémoc México, D. F. Tel:5533934
34. ING. JOSE A. LORENZO ESTEVEZ Río Lerma 259-E Col. Cuauhtémoc México 5, D.F. Tel:5112294	TELEFONOS DE MEXICO , S.A. Parque Vía No. 198 México, D. F. Tel: 5188220-5534
35. ING. ALFREDO MALO SALDAÑA Paseo de Tabaquitos No. 60 Lomas Verdes Naucalpan, México Tel:5629468	GRUPO ESCALA, A.C. Valdivia No.100 Zacahuitzco México, D. F. Tel:5390041

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

	NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
36.	ING. MARTE MARTINEZ MAYA Fernando Alva Ixtlixochitl No.20 Cd. Satélite Edo. de México Tel: 5722565	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución México, D. F.
37.	ARQ. ALCIBIADES MARVAN CARMONA Antonio Sola No. 72 Col. Condesa México 11, D. F. Tel:5533072	CONSTRUCTORA IMPALA, S.A. Fuego No. 719 Pedregal de San Angel México 20, D. F. Tel:5680505
38.	ARQ. ADOLFO MATA MENDOZA Verdi No. 7 Col. Peralvillo México 2, D. F. Tel: 5173233	COMISION DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO Balderas No. 55-4o. Piso México 1, D. F. Tel:5855066 Ext.406
39.	DEMETRIO MEZA CASTELLANOS El Dorado No. 19 Fracc. Capistrano Cd. López Mateos Edo. de México Tel:3976199	CONSTRUCTORA GYS, S.A. La Fragua No. 4-110 México 1, D. F. Tel:5663588
40.	ING. ENRIQUE MONTENEGRO CHAIREZ Arequipa 644-8 Col. Lindavista México 14, D.F. Tel:7813968	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Río Ródano No.14-6o. Piso México 5, D. F. Tel:5538727
41.	ING. RUBEN M. MONTIEL PALACIOS	BUFETE INDUSTRIAL DISEÑOS Y PROYECTOS, S.A. Gante No. 36-5o. Piso Col. Anzures México 5, D. F. Tel: 5331820-117
42.	ING. MARIO A. MONSALVE RAMOS Playa Caleta No. 307 Col. Reforma Ixtacc. México 18, D. F. Tel: 5791966	GENERAL DE CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES, S.A. Rincón del Bosque No. 63 Col. Polanco México 5, D. F. Tel:5488786

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION (DEL 6 DE JULIO AL 12 DE AGOSTO DE 1976)

	NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
57.	ING. FRANCISCO RODRIGUEZ RUIZ Privada de Resaleda No. 25 Col. Santa Fé México 18, D. F. Tel:5703963	DESPACHO DEL ING. FRANCISCO RODRIGUEZ Patriotismo No.539 Col. Mixcoac México 19, D. F. Tel:5636639
58.	ING. ANTONIO SILVA GONZALEZ Av. Central No.297 Col. Pro-Hogar México 15, D.F.. Tel:5565313	CONTRALORIA GENERAL DEL D.D.F. Plaza de la Constitución No.1 México 1, D. F. Tel:5186896
59.	ING. JORGE AURELIO SILVA VILLALPANDO Manzana 2 Calle "E" No. 16 Col. Educación, Coyoacán México 21, D.F. Tel:5445835	PETROLEOS MEXICANOS Av. Marina Nacional No. 329 Edif. "D" 10o. Piso Col. Anáhuac México 17,D.F. Tel:2504318
60.	GERARDO SOTELO BECERRA Francisco Morazan No.223-14 Col. Merced Balbuena México 9, D. F.	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Ródano No.14 México 5, D.F. Tel:5538727
61.	ING. RAMON TAPIA PINZON México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México, D. F.
62.	ING. RUPERTO VAZQUEZ DOMINGUEZ México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México 12, D. F.
63.	ING. JOSE VAZQUEZ FLORES Luis Mora No. 4 Circuito Economistas Cd. Satélite, Edo. de México Tel:5627313	P.Y.A.S.A. INGENIEROS CIVILES Insurgentes Sur 1877-3er. Piso San Angel Inn. México 20, D. F. Tel:5489520
64.	ING. GUILLERMO ZAVALA JARAMILLO Calle 2 No. 44 Col. Independencia México 13, D.F. Tel:5320105	EMPRESA PARTICULAR Calle 2 No. 44 Col. Independencia México 13, D. F.

INGENIERIA DE COSTOS DE CONSTRUCCION

Ing. José Antonio Cortina Suárez
Gerente de Planeación
Constructora GYS, S.A.
La Fragua No. 4-110 Desp.
México 1, D.F.
Tel.: 546.95.72

Ing. Edgar Fernández Gómez
Director de Servicios de Ingeniería
Bufete Industrial, S.A.
Dante 36-6°
México, D.F.
Tel.: 533.18.20 Ext. 122

Ing. Gonzalo Gout Ortiz de Montellano
P residente
Constructora y Edificadora Mexicana, S.A.
Gobernador Melchor Muzquis No. 15
San Miguel Chapultepec
Tel.: 515.95.60

Ing. Juan Morales Vera
Gerente de Control de Construcción
Bufete Industrial
Dante 36-5°
México 5, D.F.
Tel.: 533.18.20 Ext. 117

Ing. Manuel Reta Petterson
Director de Construcción
Dante 36-7°
Col. Anzurez
Z.P.5
Tel.: 533.15.00 Ext. 258

Ing. Carlos Uriegas Torres
Subgerente
Dirección de Inspección y Verificación de Construcción
PEMEX
MarínaNacional 329 Edif.1810-8° Piso
Tel.: 531.07.43

'edcs'