

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"ANALISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCION DE UNA LINEA DE TRANSMISION"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: POTENCIA

PRESENTADA POR:

WASHINGTON ZAVALA A.

GUAYAQUIL - ECUADOR

1987

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

AL ING. JORGE FLORES M.,
DIRECTOR DE TESIS, POR SU
AYUDA Y COLABORACION PARA
LA REALIZACION DE ESTE
TRABAJO.

D E D I C A T O R I A

- A MIS PADRES
- A MIS HERMANOS
- A MI ESPOSA
- A MIS AMIGOS

C. Villafuerte P.

ING. CARLOS VILLAFUERTE P.
SUB-DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA ELECTRICA.

Jorge Flores Macías

ING. JORGE FLORES MACIAS
DIRECTOR DE TESIS

Manuel Nunez B

ING. MANUEL NUNEZ
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Leo Salomon

ING. LEO SALOMON
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESPOL).



WASHINGTON ZAVALA ANDRADE

R E S U M E N

En el Capítulo I, analizaremos concretamente conceptos - generales e importantes que nos van a servir a visualizar en mejor forma éste trabajo.

Así tenemos conceptos tales como Precio Unitario, Costos Directos, Costos Indirectos, etc.

En donde Precio Unitario es la remuneración que recibe - el contratista por las operaciones que realiza y los materiales que emplea en la ejecución de las distintas partes de una obra.

Así mismo veremos claramente que los Costos Directos en la construcción de una L/T son los costos por Mano de - Obra, costos del equipo mecanizado y los costos de los materiales de construcción.

Finalmente en éste capítulo, dedicaremos nuestra atención en la metodología que emplearemos para calcular los costos horarios tanto para la mano de obra como para el -

equipo mecanizado.

El Capítulo II, se basa principalmente en los criterios y fundamentos sobre el control de proyecto utilizando la técnica pert/CPM.

Primeramente daremos conceptos básicos de la técnica, así como el área de aplicación de esta técnica y los proyectos que son factibles de aplicar el Pert/CPM.

El objetivo primordial es calcular la ruta crítica, hacer el cálculo tabulat y efectuar el Diagrama de Barras.

Es decir en este capítulo veremos la forma como debe aplicarse la técnica Pert/CPM, ya que por medio de ésta, en el ejemplo de aplicación podemos obtener los Costos Indirectos de la obra.

El Capítulo III, trata principalmente sobre los reajustes de precios, veremos claramente la Ley de Reajuste de Precios, así como también analizaremos la metodología para el cálculo de los coeficientes de la formula de reajuste.

Es decir, los presupuestos de construcción están sujetos a un escalamiento por efecto al reajuste de precios que

debe hacerse para cubrir el efecto de la inflación, de las mejoras salariales, de la fluctuación de los precios de los equipos mecanizados, etc., en tal virtud ; se hace necesario establecer fórmulas de reajustes o - escalamientos de los precios del respectivo contrato.

En el Capítulo IV, tenemos el ejemplo de aplicación en la construcción de una línea de 69 KV de 30 Km., en - una zona costera plana.

Todo lo estudiado teóricamente lo aplicaremos a éste - ejemplo, prácticamente haremos un presupuesto global - de una obra actuando como contratista; para la cual ne cesitaremos en primer lugar los datos y especificacio- nes técnicas que nos proporciona la empresa contratan- te, para poder saber cuales son las exigencias en lo referente a la construcción de ésta línea.

Una vez analizadas las especificaciones podremos fácil- mente desglosar las diferentes actividades que se em plearán en ésta línea y la duración de cada actividad en base a la experiencia; calcularemos los costos directos de cada actividad y utilizando la técnica Pert/ CPM, encontraremos la ruta crítica, duración del proyec- to, Diagrama de Barras, con la cual calcularemos los -

Costos Indirectos y Presupuesto Global.

Finalmente determinaremos la fórmula de reajuste de pre
cios con sus respectivos coeficientes.

INDICE GENERAL

	<u>Pags.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	X
INDICE DE FIGURAS -----	XIV
INDICE DE TABLAS -----	XV
INTRODUCCION -----	17
CAPITULO I	
ANALISIS DE COSTOS -----	19
1.1. GENERALIDADES -----	19
1.2. PRECIO UNITARIO -----	20
1.3. COSTOS DIRECTOS -----	29
1.4. COSTOS INDIRECTOS, IMPREVISTOS -----	31
1.5. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COSTO HORARIO DE LA MANO DE OBRA -----	40
1.6. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COSTO HORARIO DEL EQUIPO MECANIZADO -----	50
1.7. COSTOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION -----	62

CAPITULO II

CRITERIOS FUNDAMENTALES SOBRE CONTROL DE PROYECTOS UTILIZANDO LA TECNICA PERT/CPM -----	64
2.1. CONSIDERACIONES BASICAS -----	64
2.2. DEFINICION -----	67
2.3. AREAS DE APLICACION Y PROYECTOS FACTIBLES DE APLICAR PERT/CPM -----	69
2.4. DEFINICIONES BASICAS -----	70
2.5. REGLAS PARA REPRESENTAR UN PROYECTO CON UNA RED PERT/CPM -----	71
2.6. TABLAS DE SECUENCIA -----	76
2.7. ACTIVIDADES PRINCIPALES EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA -----	78
2.8. PROCESO DE PLANIFICAR CON LA RED PERT/CPM -----	80
2.9. CALCULO DE LA RUTA CRITICA (GRAFICO) -----	82
2.9.1. Relaciones de tiempo para una actividad-----	83
2.9.2. Cálculo tabular -----	84
2.9.3. Diagramas de barras -----	87
2.10.USO DE LA COMPUTADORA PARA EL CALCULO -----	89
2.11.COSTOS EN LA RED PERT/CPM -----	93

CAPITULO III

REAJUSTES DE PRECIOS -----	103
----------------------------	-----

Pags.

3.1. LEY DE REAJUSTES DE PRECIOS -----	103
3.2. ANALISIS CONCEPTUAL DE LA FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE DE PRECIOS -----	106
3.2.1. Introducci3n -----	106
3.2.2. An3lisis matem3tico de la f3rmula polin3mica de reajuste de precios -----	107
3.3. METODOLOGIA DE CALCULO PARA LA OBTENCION DE COE FICIENTES DE LA FORMULA DE REAJUSTE -----	111
3.3.1. Introducci3n -----	111
3.3.2. Procedimiento de c3lculo -----	112
3.3.3. Cuadrilla tipo -----	115
3.3.4. Ejemplo pr3ctico -----	116

CAPITULO IV

EJEMPLO DE APLICACION EN LA CONSTRUCCION DE UNA LI NEA DE 69 KV -----	124
4.1. DATOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN LA CONSTRUC CION DE UNA LINEA DE 69 KV DE 30 KM, EN UNA ZONA COS TERA PLANA -----	124
4.2. ELABORACION DEL PRESUPUESTO -----	152
4.2.1. Determinaci3n del diagrama de barras -----	152
4.2.2. C3lculo de los costos indirectos -----	157
4.2.3. C3lculo de los costos directos y presupuesto global -----	163

4.3. DETERMINACION DE LA FORMULA DE REAJUSTE DE PRE CIOS -----	184
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	190
APENDICES-----	193
BIBLIOGRAFIA -----	224

I N T R O D U C C I O N

El análisis de costos en la construcción de una línea de transmisión, se basa esencialmente en la elaboración de un buen presupuesto, el mismo que permitirá que las empresas encargadas de la construcción de ésta línea no queden desfinanciadas y por consiguiente no sufran pérdidas.

Para elaborar éste presupuesto debemos considerar todos los costos involucrados en la construcción de la línea, para lo cual estudiaremos tanto los costos que directamente están en contacto con la obra como son los costos de mano de obra, equipo y materiales utilizados, así como también los costos que indirectamente influyen en la obra, como son los gastos administrativos, técnicos, etc.

Analizando los datos y especificaciones técnicas de la línea podemos desglosar todos los rubros involucrados en ésta construcción, mediante los rendimientos medios ob

tenidos de la experiencia podemos obtener el tiempo aproximado de duración de cada actividad y gracias a la técnica Pert/CPM determinaremos la duración total del proyecto, punto muy importante para encontrar los Costos Indirectos Totales.

Los presupuestos de construcción están sujetos a un escalamiento por efecto del reajuste de precios que debe hacerse para cubrir el efecto de la inflación, de las mejoras salariales, de la fluctuación de los precios de los equipos mecanizados, etc., en tal virtud, se hace necesario establecer fórmulas de reajuste o escalamiento de los precios del respectivo contrato.

C A P I T U L O I

ANALISIS DE COSTOS

1.1. GENERALIDADES

Dentro de la elaboración de presupuestos para la ejecución de obras, es muy frecuente por parte de las empresas constructoras hacer un examen exhaustivo de los costos directos (que corresponden a los costos de mano de obra, equipo y materiales de construcción).

Generalmente para los costos indirectos (que corresponden a la suma de los gastos técnico - administrativo necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo) ha sido costumbre colocar como valor un porcentaje de los gastos directos para obtener aquellos, sin entrar a ningún análisis detallado de los mismos. Esto constituye un tremendo error y ha sido causa para que los contra-

tistas tengan problemas económicos al ejecutar la obra o que las instituciones que hacen la obra, por administración, éstas queden totalmente desfinanciadas antes de que se concluyan.

Si se parte del hecho que para cada obra hay que elaborar el presupuesto y dentro de éste analizar detalladamente los costos unitarios para cada rubro en forma pormenorizada, de hecho no hay razón para pensar que los costos indirectos pueden ser "FIJOS", en base a porcentajes, que por lo general son "asumidos".

Los costos indirectos, especialmente en obras de cierta complejidad y envergadura pueden llegar a variar entre el 40 % y el 110 % de los costos directos, razón por demás justificada para entrar a elaborar los mismos con tanto detalle como los costos directos.

1.2. PRECIO UNITARIO

El Precio Unitario puede definirse como el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de obra de cada uno de los conceptos de trabajo que realice.

Así mismo, Unidad de Obra puede definirse como la unidad de medición que se señala en las especificaciones técnicas, como base para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago y el concepto de trabajo o concepto de obra, así mismo podrá quedar definido como el conjunto de operaciones y material, que de acuerdo con las especificaciones respectivas, integran cada una de las partes de una obra en que ésta se divide convencionalmente para fines de medición y pago.

Si se resumen en una sola expresión los conceptos tratados en el punto anterior, se puede establecer en una forma más amplia que el Precio Unitario es la remuneración que recibe el contratista por las operaciones que realiza y los materiales que emplea en la ejecución de las distintas partes de una obra, considerando la unidad que, de acuerdo con las especificaciones respectivas, se fije para efectos de medición de lo ejecutado.

Lo anterior, lógicamente coincide con lo que tradicionalmente se ha considerado como precio unitario y, además, cabe hacer notar que se ha establecido una liga íntima entre el Precio Unitario y la especificación

pues ésta última es preponderante en él, aún cuando no sea lo único que lo determina.

FACTORES DEL PRECIO UNITARIO

En la figura N° 1.1., se puede apreciar que el Precio Unitario está conformado por una serie de factores, los mismos que se han clasificado en dos grupos, el correspondiente a los llamados de Dependencia y los de Consistencia.

Se conoce como Factores de Dependencia aquellos que - por sus características y la relación que guardan con la ejecución del concepto de obra influyen en forma - directa o indirecta en la magnitud del precio unitario. Estos factores se han dividido a su vez en controlables e incontrolables, división que se ha establecido tomando en cuenta, para los controlables, que éstos son factores cuyo conocimiento, en la mayor parte de los casos, es previo a la determinación del precio unitario, y consecuentemente, se puede ejercer control sobre - ellos para modificar en más o menos, algunos de los - costos que integran el Precio Unitario. Para los incontrolables, que éstos son factores cuya posible variación durante la ejecución de las obras hace que su in

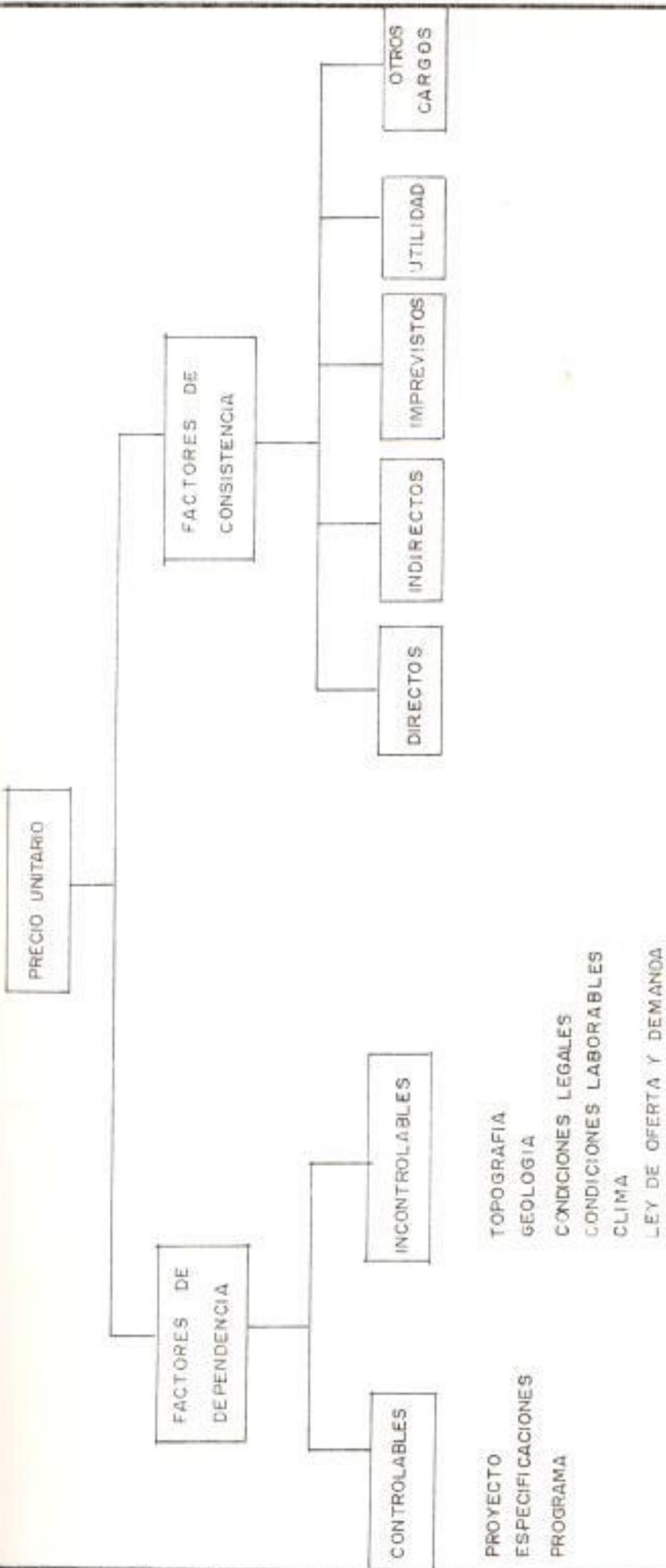


FIGURA.11: FACTORES DEL PRECIO UNITARIO

fluencia sobre la magnitud del Precio Unitario no puede controlarse con anticipación, a menos que se haga una inversión fuerte en los estudios previos necesarios para su conocimiento y, en tal evento, el porcentaje controlable está en razón directa de la precisión de dichos estudios y, consecuentemente del costo de los mismos.

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

Al respecto y como primera división de estos factores se tienen los correspondientes a Directos, Indirectos, Utilidad e Imprevistos.

Con el objeto de tener una mayor visión del contenido de cada uno de estos factores en la figura N° 1.2., se puede apreciar con más detalle la subdivisión de cada uno de ellos.

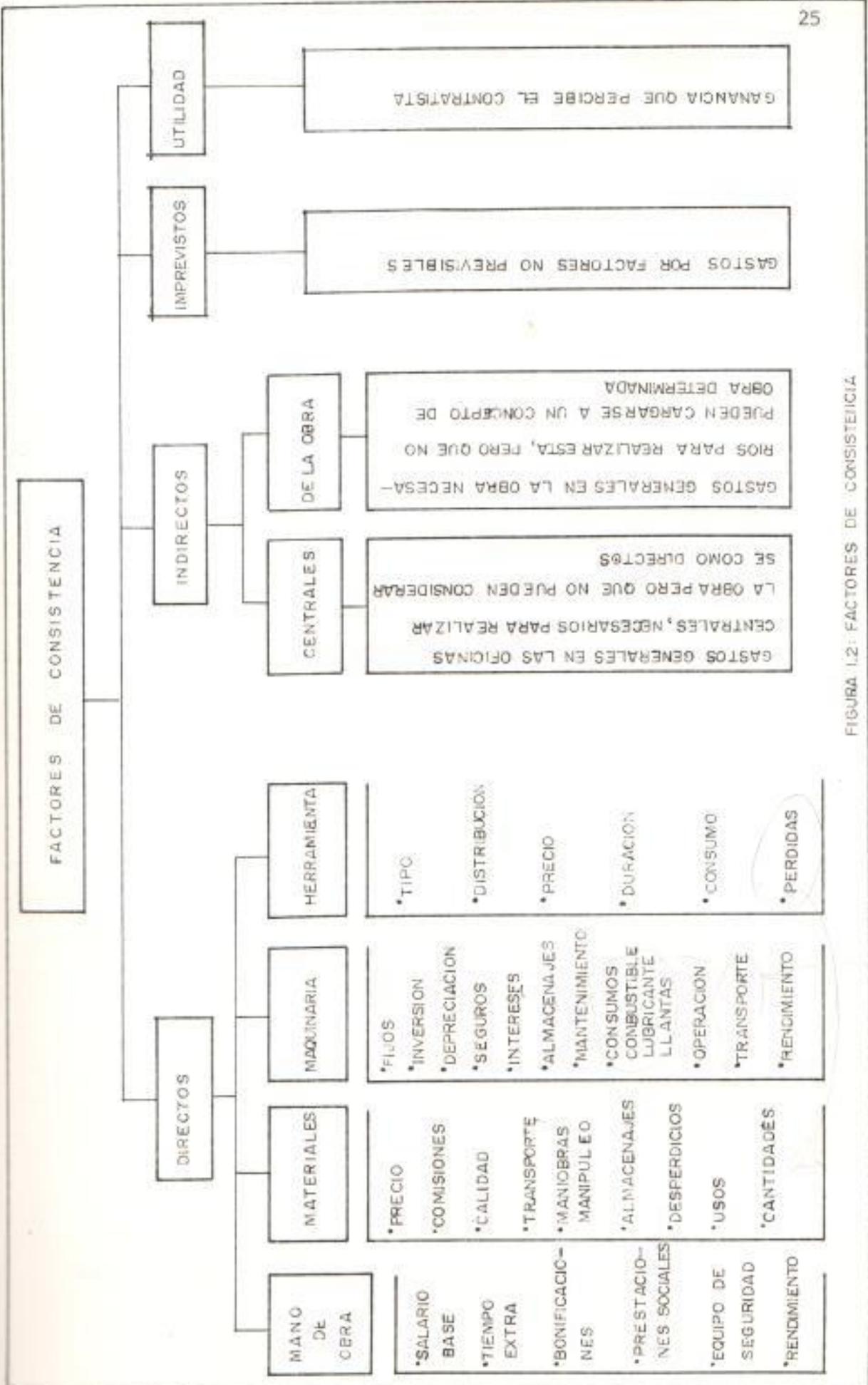


FIGURA 1.2: FACTORES DE CONSISTENCIA

OBTENCION DEL PRECIO UNITARIO

El procedimiento que seguiremos para obtener el precio-unitario total de la obra es el siguiente:

Primero desglosaremos en distintas actividades la construcción de la obra, siguiendo las especificaciones técnicas de construcción proporcionada por la empresa contratante.

Dependiendo del personal y equipo utilizaremos un rendimiento promedio basado en la experiencia y con este obtenemos el tiempo de duración de cada actividad.

A continuación encontraremos la ruta crítica (Ver Capítulo II) que nos da el tiempo de ejecución de toda la obra, con el cual calcularemos los costos indirectos totales de la obra.

Luego calcularemos el costo unitario directo de cada actividad mediante la siguiente expresión :

$$PUD = \frac{\text{Costo horario directo}}{\text{rendimiento horario}} \quad (1.1)$$

Para el costo horario directo necesitamos encontrar el costo horario tanto de la mano de obra , equipo mecanizado y materiales.

El precio unitario directo multiplicado por el volumen - de cada actividad nos da el Costo Directo total de cada actividad, la suma de todos estos costos correspondientes a todas las actividades dan como resultado el costo directo total de la obra.

Para obtener el costo total de la obra sumamos los costos directos totales, los costos indirectos totales y la utilidad que es un porcentaje de la suma de los anteriores costos.

El precio unitario total es el resultado de dividir el costo total para el volumen de la obra.

A fin de tener una ilustración de este proceso se presenta a continuación el siguiente ejemplo:

Supongamos que la sumatoria de los costos indirectos de una obra tiene un valor de S/.758.388. Dicha obra tiene los siguientes rubros:

TABLA Nº 1

EJEMPLO

RUBROS	COSTO HORARIO DIRECTO	RENDIMIENTO PROMEDIO	VOLUMEN DE OBRA
A	3.078 S./h	0,1875 Km/h.	30 Km.
B	3.350 S./h	0,125 Km/h.	30 Km.
C	2.238 S./h	0,625 c/u/h.	188 c/u

Por lo tanto tenemos:

$$A \quad PUD = \frac{3.078 \text{ S./h}}{0,1875 \text{ Km/h}} = 16.416 \text{ S./Km.}$$

$$B \quad PUD = \frac{3.350 \text{ S./h}}{0,125 \text{ km/h}} = 26.800 \text{ S./Km.}$$

$$C \quad PUD = \frac{2.238 \text{ S./h}}{0,625 \text{ c/u/h}} = 3.580,8 \text{ S./c/u}$$

Ahora encontraremos los costos directos totales:

$$A \quad CD = 16.416 \text{ S./Km.} \times 30 \text{ Km} = \text{S/.} 492.480$$

$$B \quad CD = 26.800 \text{ S./Km} \times 30 \text{ Km.} = \text{"} 804.000$$

$$C \quad CD = 3.580\text{S./c/u} \times 188 \text{ c/u} = \underline{\text{"} 673.040}$$

$$\text{COSTO DIRECTO TOTAL :} \quad \text{S/.'1'969.520}$$

Finalmente encontraremos los costos totales de la obra:

Costos Directos Totales 1'969.520

Costos Indirectos Totales 758.388

SUBTOTAL A: S/.'2'727.908

Utilidad 12 % (A) : 12% (2'727,908)

SUBTOTAL B : S/. 327.348,96

COSTO TOTAL DE LA OBRA(A+B) : S/. 3'055.256,96

Precio Unitario total = $\frac{S/.3'055.256,96}{30 \text{ Km.}} = 101.841,9 \text{ S/./Km.}$

1.3. COSTOS DIRECTOS

El costo directo (CD) de un rubro de construcción - representa lo invertido y absorbido 100 % por el rubro respectivo, y es un gasto fácilmente identificable con respecto a dicho rubro, como por ejemplo el pago de jornales, el costo de materiales empleados, etc.

De esta manera, el costo directo de un proyecto está constituido por el costo de la mano de obra empleada en la construcción de dicho proyecto, así como también el costo de las horas - máquina del equipo mecanizado utilizado y de los materiales de construcción.

COSTO DE MANO DE OBRA

El costo por mano de obra se relaciona con el pago de salarios que realiza el contratista al personal que única y exclusivamente interviene en forma directa en la ejecución de la obra, no se considerarán dentro de este cargo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, que corresponden a los cargos indirectos.

COSTO DE EQUIPO

Es el costo que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de la obra, conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato.

El costo de equipo está formado por Cargos Fijos y de Consumo calculados por hora efectiva de trabajo.

COSTO DE MATERIALES

Los materiales, en un proceso constructivo vienen a constituir las materias primas, necesarias para la confección de un bien utilizable.

El costo de materiales es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Los materiales que se usan podrán ser permanentes y/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.

1.4. COSTOS INDIRECTOS, IMPREVISTOS

Los Costos Indirectos corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluidos en los cargos directos, que realiza el Contratista tanto en sus oficinas centrales como en la obra.

Corresponden a la suma de los gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo.

Los costos indirectos se agrupan en:

COSTOS DE OPERACION

COSTOS DE OBRA

Siendo estos los siguientes:

- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| COSTOS DE OPERACION. | 1. Cargos técnicos y administrativos |
| | 2. Alquileres y/o depreciaciones |
| | 3. Obligaciones y seguros |
| | 4. Materiales de consumo |
| | 5. Capacitación y promoción |

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| | A. Técnicos y/o Administrativos |
| | B. Traslado de personal |
| 1. CARGOS DE CAMPO: | C. Comunicaciones y fletes |
| | D. Construcciones Provisionales |
| | E. Consumos y Varios. |

COSTOS DE OBRA:

2. IMPREVISTOS
3. FINANCIAMIENTO
4. FINANZAS
5. IMPUESTO Y CONTRIBUCIONES

COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION

Están integrados por la suma de los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado. Los

Costos de Operación, tienen que ver con los gastos que deberán realizarse por parte de la Oficina Central, que en una empresa constructora proporciona el soporte técnico necesario para ejecutar obras en forma eficiente, debiendo dichas obras absorber un cargo por este concepto. Los costos indirectos de operación se agrupan en:

1. GASTOS TECNICOS Y ADMINISTRATIVOS:

Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica, administrativa de una empresa, tales como :

Honorarios o sueldos de ejecutivos, consultores, auditores, contadores, técnicos, secretarias, recepcionistas, jefes de compras, almacenistas, choferes, mecánicos, veladores, dibujantes, etc.

2. ALQUILERES Y/O DEPRECIACIONES:

Son aquellos gastos por concepto de bienes, inmuebles, muebles, y servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas, administrativas, tales como:

Rentas de Oficina y Almacenes, servicio de teléfonos,

luz eléctrica, correos y telégrafos, gastos de mantenimiento de equipos de oficina, de vehículos, asignados a la oficina central, así como también depreciaciones, al igual que la absorción de gastos efectuados por anticipado; tales como: gastos de organización y gastos de instalación.

3. OBLIGACIONES Y SEGUROS:

Son aquellos gastos obligatorios para la operación de la empresa y convenientes para la dilución de riesgos a través de seguros que impidan una súbita descapitalización por siniestros.

4. MATERIALES DE CONSUMO:

Son aquellos gastos en artículos de consumo, necesarios para el funcionamiento de la empresa, tales como: combustibles y lubricantes de automóviles y camionetas al servicio de la oficina central, gastos de papelería impresa, artículos de oficina, copias heliográficas y xerográficas, artículos de limpieza, etc.

5. CAPACITACION Y PROMOCION:

Dentro de una empresa es necesaria la capacitación

del personal que trabaja en ella, ya que así la empresa mejorará su productividad.

Entre los gastos de capacitación y promoción, se puede señalar: Cursos a obreros y empleados, cursos y gastos de congresos a funcionarios, gastos de actividades deportivas, de celebraciones de oficina, de honorarios extraordinarios con base a la productividad, regalos anuales a clientes y empleados , atenciones a clientes, gastos de concursos no obtenidos y gastos de proyectos no realizados.

COSTOS INDIRECTOS DE OBRA

Corresponden a la suma de todos los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son aplicables a todos los conceptos de su obra en especial.

Considerando que cada obra va a tener diferente localización, riesgo, personal técnico, personal administrativo, comunicaciones, fletes, oficinas de campo , etc., se deberá analizar cada obra a la luz de sus particulares condiciones, para reflejar también en cada caso los importes que dichas condiciones generen. Los costos indirectos de obra pueden ser agrupados en:

1. CARGOS DE CAMPO:

Para la valuación del costo de una organización de obra (cargos de campo) sus gastos se pueden agrupar en 5 rubros principales, que en forma enunciativa y no limitativa pueden ser:

A. GASTOS TECNICOS Y/O ADMINISTRATIVOS:

Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica administrativa de una obra, tales como:

Honorarios, sueldos, viáticos, de jefes de obra, residentes, ayudantes residentes, topógrafos, laboratoristas y ayudantes, jefes administradores, contadores, almacenistas, mecánicos, electricistas, veladores, secretarias, personal de limpieza, choferes, etc.

B. TRASLADO DE PERSONAL:

Son aquellos gastos para obras foráneas por concepto de traslado de personal técnico y administrativo, de su lugar de residencia permanente a la obra y viceversa, tales como: pasajes de -

transporte aéreos, terrestres, pago de mudanzas, peajes, gasolina, lubricantes, servicios, etc.

C. COMUNICACIONES Y FLETES:

Son aquellos gastos que tienen por objeto, establecer un vínculo constante entre la oficina central y la obra, así como la provisión de equipo idóneo de la bodega central a la obra y viceversa, incluyendo mantenimientos y depreciaciones de vehículos de uso exclusivo de la obra.

Entre estos gastos se puede mencionar:

Gastos de teléfono, local, larga distancia, radio, telex, correos, telégrafos, giros, situaciones bancarias, transporte de equipo mayor, menor, mantenimiento, combustibles, lubricantes, depreciaciones de camionetas, camiones, etc.

D. CONSTRUCCIONES PROVISIONALES:

Para proteger los intereses de la empresa constructora, así como también para mejorar la productividad de la obra, se hacen necesarios gastos de

instalaciones provisionales tales como:

cerca perimetral y puertas, casetas de veladores, oficinas, bodegas, cubiertas, dormitorios, sanitarios, comedores, cocinas, instalaciones hidráulicas sanitarias, eléctricas, caminos de acceso, - etc.

E. CONSUMOS Y VARIOS:

En la etapa constructiva, se requieren en mayor o menor escala energéticos, equipos especiales y requerimientos locales que en forma indispensable necesita una obra tales como:

Consumos eléctricos, de agua, de fotografía, de papelería, de copias, etc., alquileres, depreciaciones de transformadores provisionales, equipo de laboratorio, de oficina de campamento, cuotas sindicales, señalizaciones, letreros, etc.

2. IMPREVISTOS DE CONSTRUCCION:

Es necesario precisar que a cada nivel o etapa de un planeamiento económico, corresponde un imprevisto-

to, cuando desafortunadamente se contrata un precio alzado sobre un "anteproyecto", se confunde la "indeterminación" con los imprevistos de construcción.

Los imprevistos de construcción deben confinarse a aquellas acciones que quedan bajo el control y responsabilidad del constructor y que la provisión por indeterminaciones debe considerarse contingencia previsible y manejarse fuera del imprevisto y de la suma alzada.

3. FINANCIAMIENTO:

Antes y durante la ejecución de los trabajos de construcción, se efectúan fuertes erogaciones, es decir, cuando se excava el primer metro cúbico se ha hecho ya, una erogación considerable. La estricta vigilancia y supervisión de las inversiones en las obras, es también requerimiento indispensable que obliga a esperar un lapso para cobrar la obra ejecutada, lo que convierte a la empresa en un financiero a corto plazo que forzosamente devenga intereses.

4. FIANZAS:

El incumplimiento de las condiciones de un contrato

implica un riesgo que la parte contratante evita por medio de fianzas y siendo ésta una erogación para la parte contratista, deben ser elementos del costo. La evaluación de este cargo dependerá de las condiciones específicas y los requerimientos de la parte contratante.

5. IMPUESTOS Y CONTRIBUCIONES:

En este rubro debe incluirse todos aquellos impuestos y contribuciones que tiene que realizar la empresa de acuerdo con la legislación vigente.

1.5. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COSTO HORARIO DE LA MA NO DE OBRA

Para la determinación del salario base, se partirá del salario nominal de cada una de las categorías del trabajo que se requieran para la ejecución de la obra, a cada una de las cuales se incrementarán los beneficios y bonificaciones que tengan lugar, de conformidad con el código de trabajo vigente, siendo estos los siguientes:

SALARIO NOMINAL:

El salario nominal mensual, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{SNM} = 30 \times \text{SND} \quad (1.2)$$

Donde:

SNM = salario nominal mensual

SND = salario nominal diario

Para el cálculo del salario nominal anual, se considere un año de 360 días:

$$\text{SNA} = 360 \times \text{SND}$$

Donde:

SNA = salario nominal anual

DECIMO TERCER SUELDO

Los trabajadores tendrán derecho a que se les pague - hasta el 24 de diciembre de cada año, una gratificación equivalente a la doceava parte de las remuneraciones percibidas durante el año calendario respectivo.

13er. Sueldo = SNM (1.3)

Donde:

13er. Sueldo = Décimo Tercer Sueldo

DECIMO CUARTO SUELDO:

Los trabajadores percibirán como décima cuarta remuneración, el equivalente a dos salarios mínimos vitales:

14to. Sueldo = 2 x SMV (1.4)

Donde:

SMV = Salario mínimo vital

DECIMO QUINTO SUELDO:

El pago del décimo quinto sueldo se sujetará a la siguiente escala: trabajadores cuya remuneración básica mensual, sea hasta seis mil sucres, recibirán el ciento por ciento de tal remuneración.

Trabajadores cuya remuneración básica mensual, sea superior a seis mil,00/100 sucres de base, un adicional del 40 % calculado sobre el excedente de seis mil,00/

sucres, pero en ningún caso esta bonificación será superior a los diez mil,00/100 sucres.

SNM < 6000 :	15to.S. = SNM	
6000 < SNM < 16000:	15to.S. = (SNM-6000)x0.4+6000	
SNM > 16000 :	15to.S. = 10.000	(1.5)

Donde:

15to. S. = Décimo Quinto Sueldo

APORTES PATRONALES

De acuerdo con las regulaciones vigentes a diciembre de 1.981, el patrono deberá aportar el 10.85 % del sueldo anual por los siguientes conceptos:

IESS	9.5 %
SECAP	0.5 %
IECE	0.5 %
Seguro Campesino	<u>0.35%</u>
T O T A L :	10.85%

FONDO DE RESERVA:

Todo trabajador que preste servicios por más de un

año tiene derecho a que el empleador le abone una suma equivalente a un mes de sueldo o salario por cada año completo posterior al primero de sus servicios.

FR = SNM (1.6)

Donde:

FR = Fondo de Reserva

BONIFICACION COMPLEMENTARIA

Los trabajadores sujetos al Código de Trabajo, tendrán derecho a una bonificación complementaria anual, de acuerdo con la siguiente escala: trabajadores que tuvieren remuneraciones de hasta S/.5.000,00 mensuales, una remuneración mensual.

Para trabajadores que perciban remuneraciones superiores de S/.5.001 hasta S/.6.000,00 mensuales, la bonificación complementaria será de S/.5.000,00.

Para trabajadores que perciban remuneraciones mayores de S/.6.000,00 la bonificación complementaria será de S/.6.000,00.

SNM < 5.000 :	BC = SNM	
5000 < SNM < 6000:	BC = 5000	
SNM > 6000:	BC = 6000	(1.7)

Donde:

BC = Bonificación complementaria.

COMPENSACION DEL TRANSPORTE

Los trabajadores recibirán una compensación equivalente al valor de la tarifa del transporte urbano en bus que señale el Consejo Nacional de Tránsito, multiplicado por cuatro y este resultado por veinte, siempre que su sueldo, salario o jornal básico sea de hasta un salario mínimo vital general.

$T = \text{tarifa bus} \times 4 \times 20$ (1.8)

COMPENSACION AL INCREMENTO DEL COSTO DE LA VIDA

Se fija S/.1.500,00 la compensación para los trabajadores cuyos sueldos no sean superiores a dos salarios mínimos vitales generales.

Los servidores públicos y trabajadores cuya remunera-

ción sea mayor a dos salarios mínimos vitales pero menor a dos salarios vitales mínimos más S/.1.500,00, - percibirán como compensación al incremento del costo de vida la diferencia hasta completar la cantidad de dos salarios mínimos vitales más S/.1.500,00.

REMUNERACION ANUAL

Este valor se determinará por la expresión:

$$RA = SNA + 13er.S + 14to.S + 15to.S + BC + C + FR + AP + T$$

(1.9)

Donde:

RA = remuneración anual

FACTOR DE MAYORACION

Es la relación que existe entre los días calendarios y los días laborables.

Desde diciembre de 1.979, se establecen las 40 horas - semanales de trabajo; y los días no laborables son:

Vacaciones:	15 días
Domingos:	52 días

Vienen.....	67 días
Sábados:	52 días
Festivos Nacionales:	11 días
Festivos locales:	<u>2 días</u>
TOTAL DÍAS NO LABORA-	
BLES:	132 días

$$FM = \frac{365}{365 - 132} = 1.5665 \approx 1.57 \quad (1.10)$$

Donde:

FM = factor de mayoración

SALARIO REAL

Los salarios reales se determinan con las ecuaciones:

$$SRA = RA \times FM$$

$$SRM = SRA/12$$

$$SRD = SRA/360 \quad (1.11)$$

Donde:

SRA = Salario Real Anual

SRM = Salario Real Mensual

SRD = Salario Real Diario

FACTOR DE SALARIO REAL

Se calculará mediante la fórmula:

$$FSR = SRD/SND \quad (1.12)$$

Donde:

FSR = factor de salario real

COSTO HORARIO DE LA MANO DE OBRA

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\text{Costo horario} = \frac{\text{Salario real diario}}{\# \text{ horas diarias efectivas de trabajo}} \quad (1.13)$$

Para el presente estudio se ha tomado como referencia al Código del Trabajo y sus reformas al 2 de enero de 1.986, así como de la Ley de Reajuste de Precios y su Reglamento del año de 1.986.

EJEMPLO DE APLICACION

Estudio del Salario Real Diario:

Trabajador: Peón

Salario
Nominal
Mensual: 13.250

Salario
Nominal = $\frac{SNM}{30} = \frac{13290}{30} = 443.00$
Diario

Décimo Tercer Sueldo:

$$\frac{13290}{12} = \frac{1107.5}{30} = 36.92 \text{ (diario)}$$

Décimo Cuarto Sueldo:

$$\frac{24000}{12} = \frac{2000}{30} = 66.67 \text{ (diario)}$$

Décimo Quinto Sueldo:

$$\frac{(13290 - 6000) \times 0.4 + 6000}{12} = \frac{743}{30} = 24.77 \text{ (diarios)}$$

Bonificación:

$$\frac{6000}{12} = \frac{500}{30} = 16.67 \text{ (diarios)}$$

Compensación:

$$\frac{1500}{30} = 50 \text{ (diarios)}$$

I.E.S.S.:

- FONDOS DE RESERVA:

$$\frac{13290}{12} = \frac{1107.5}{30} = 36.92 \text{ (diarios)}$$

- APORTE PATRONAL:

$$10.85 \% (13290) = \frac{1441.96}{30} = 48.05 \text{ (diarios)}$$

TRANSPORTE

0.00 Subtotal = 722.98 (diarios)

F.M. = 1.57

SUELDO REAL DIARIO (S.R.D) = 722.98(1.57) = 1132.55

$$F.S.R. = \frac{S.R.D}{S.N.D} = \frac{1132.55}{443} = 2.56$$

1.6. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL COSTO HORARIO DEL EQUIPO MECANIZADO

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

las especificaciones y en el contrato. Se integra con cargos fijos y de consumo, calculados por hora efectiva de trabajo.

El Costo Directo de la Hora máquina se compone de la suma de los Cargos Fijos más los Cargos Variables o de Consumo. Estos cargos son los siguientes:

I. CARGOS FIJOS:

Son aquellos que gravan el costo horario del equipo independientemente de que éste se halle operando o inactivo.

1. CARGO POR DEPRECIACION (D):

Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de 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.

Este cargo está dado por:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} \quad (1.14)$$

En esta ecuación:

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; se considera el 20 % (Va).

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.

2. CARGOS POR INVERSION:

Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria está dada por:

$$I = \frac{(Va + Vr) i}{2Ha} \quad (1.15)$$

En esta ecuación:

- 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.
- i : representa la tasa de intereses anual en vigor, expresada como fracción.

3. CARGOS POR SEGUROS:

Es el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeto 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).

Este cargo está dado por:

$$S = \frac{(Va + Vr) \cdot s}{2Ha} \quad (1.16)$$

En esta ecuación:

Va, Vr y Ha: representan los mismos valores enunciados en los puntos anteriores.

s: representa la prima anual promedio, valuada como por ciento del valor de la máquina y expresada como fracción.

4. CARGO POR ALMACENAJE:

Es 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:

$$A = KD \quad (1.17)$$

En esta ecuación:

- K : 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. Es un coeficiente calculado o experimental.
- D : representa la depreciación de la máquina.

5. 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 aquellas 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, repuestos y renovaciones de parte de la maquinaria así como otros materiales necesarios. Dentro del mantenimiento menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparacio

nes y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como los cambios de líquido hidráulico, aceite de transmisión, filtros grasas y estopas. 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:

$$M = Q \cdot D \quad (1.18)$$

En la presente ecuación:

- Q : es un coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor. Se calculará con base en experiencias estadísticas; varía según el tipo de máquina y las características del trabajo.
- D : representa la depreciación de la máquina.

II. CARGOS POR CONSUMOS

Son los que se derivan de las erogaciones que resulten cuando el equipo se encuentra en actividad, a más de los gastos anteriores se generan otros de los cuales podemos distinguir:

1. 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 trabajo.

Este cargo está representado por:

$$E = c P_c \quad (1.19)$$

En la presente ecuación:

c : representa la cantidad de combustible , 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 ope

ración de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

Pc : representa el precio del combustible -
puesto en la máquina.

2. CARGO POR LUBRICANTES:

Es el derivado de las erogaciones originadas -
por los consumos y cambios periódicos de aceites, incluye las erogaciones necesarias para suministrar los puestos en la máquina.

Este cargo está representado por:

$L = a PL$ (1.20)

En la presente ecuación:

a : representa la cantidad de aceites necesarios 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 operación de la máquina y un coeficiente determinado por la experiencia.

P_L : representa el precio de los aceites puestos en las máquinas.

3. 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:

$$LL = \frac{VLL}{Hv} \quad (1.21)$$

En la presente ecuación:

VLL : representa el valor de adquisición de 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 los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo; condiciones relativas al camino en que transitan, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la máquina, cargas que soportan y climas en que se operen.

4. CARGOS VARIOS:

Es el desarrollo de las erogaciones originadas por los consumos de filtros, grasa, estopa, etc., y representa el 5 % de {Cargo por combustible (E) + cargo por lubricantes (L)}.

EJEMPLO DE APLICACION:

Camioneta (1) tonelada

Precio de adquisición (Va) = S/.2'000.000

Vida económica (Ve) : 5 años : 10.000 horas

de horas efectivas de la máquina en 1 año(Ha):

2.000 horas.

tasa de interes anual(i): 25%

Prima Seguros anual(S): 4%

Coefficiente de almacenamiento (K) = 0.02

Factor de mantenimiento (Q) = 0.50

I. CARGOS FIJOS

a. Depreciación:

$$D = \frac{Vd}{Ve} * \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2'000.000 - 0,2(2'000.000)}{10.000} = S/.160/h$$

b. Intereses:

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} * i = \frac{2'000.000 + 400.000}{2(2.000)} * 0,25 = S/.150/h$$

c. Seguro:

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} * S = \frac{2'000.000 + 400.000}{2(2.000)} * 0,04 = S/.24/h$$

d. Almacenaje:

$$A = K.D = 0,02 * 160 = S/.3,2/h$$

e. Mantenimiento:

$$M = QD = 0,50 * 160 = S/.80/h.$$

Suma de cargos fijos por hora: S/.417.2/h

11. CONSUMOS

a. Combustible : $E = C \cdot Pc$

Gasolina : $E = 4 \text{ Lt/h} \times S/.12.5/\text{Lt} = S/.50/\text{h}$

b. Lubricantes: $L = a \cdot PL$

$L = 0.05 \text{ Lt/h} \times S/.280/\text{Lt} = S/.14/\text{h}$

c. Transmisión: T

Aceite de Transmisión:

$\frac{4 \text{ Lt}}{800 \text{ h}} \times S/.200/\text{Lt} = S/.1.0/\text{h}$

d. Varios 5% (a + b + c) = S/.3.2/h

Suma de consumos por hora: S/.68.2/h

Costo directo hora-máquina: cargos fijos + consumos
= S/.485.4/h.

1.7. COSTOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION

Los costos de los materiales de construcción son muy

variables y practicamente dependen de la "Ley de la Oferta y la demanda". La Camara de la Construcción de Quito publica periódicamente Boletines que incluyen los precios de varios materiales de construcción, pero no siempre reflejan la realidad del mercado, aunque pueden servir como una guía de carácter general.

En la construcción de líneas de transmisión, INECEL suministrará de sus bodegas los materiales entre los cuales son:

- Estructuras de acero galvanizado, en piezas sueltas.
- Conductores, cables de guardia
- Materiales de puesta a tierra
- Accesorios para empalme y reparación de conductores.
- Aisladores y herrajes en piezas sueltas
- Amortiguadores y balizas., etc.

C A P I T U L O I I

CRITERIOS FUNDAMENTALES SOBRE CONTROL DE PROYECTOS UTILIZANDO LA TECNICA PERT/CPM

2.1. CONSIDERACIONES BASICAS

Para poder administrar efectivamente un proyecto, existen distintas herramientas que se encuentran al alcance del ingeniero. Algunas son obvias, como: Hacer una lista de lo que se piensa y ver si en efecto se está llevando a cabo. Otras son aparentemente un poco más complejas, pero están basadas en una metodología que permite organizar de una manera concisa cualquier proyecto. Es así como se han desarrollado un sin número de métodos que tratan de reunir todos los datos disponibles, aplicar los mejores re cursos y resolver en la forma más óptima cualquier proyecto.

Pero estos métodos tradicionales de la programación,

no se adaptaban al rápido desarrollo de la ciencia y de la tecnología de los últimos años. Tales métodos - estaban basados en los primeros estudios de organización científica del trabajo de F.W. Taylor y de H.L. Gantt, aparecidos a principios del siglo XX; tenían - ellos por finalidad la subdivisión de un proyecto en actividades elementales y la representación de estas actividades, mediante diagramas con barras o segmentos de longitud proporcional a la duración de la actividad como se tiene en la siguiente figura.(2.1)

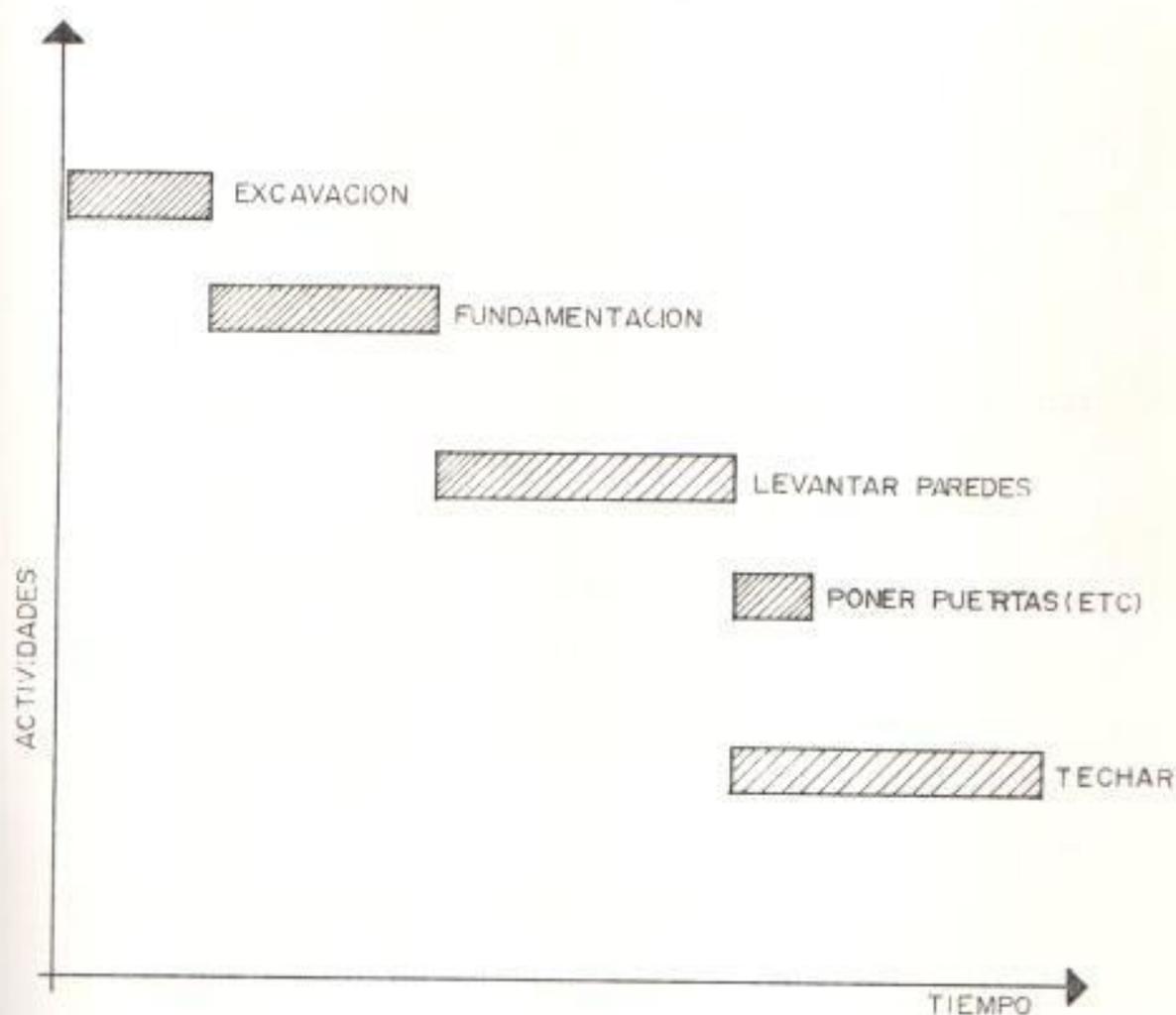


FIGURA Nº 2.1. DIAGRAMA DE SEGMENTOS (GANTT)

En su tiempo, los diagramas de Gantt contribuyeron mucho al trabajo de programación. Ellos mismos sirven incluso hoy y dan, en cuanto al tiempo una representación gráfica excelente, muy clara y fácilmente accesible a todos en el trabajo. Con todo, estos diagramas tienen las siguientes imperfecciones:

1. No señalan interrelaciones e interdependencias entre las diferentes actividades;
2. No admiten la representación gráfica sin escalas;
3. No son adecuados para preveer con facilidad y exactitud el futuro sobre la base de realizaciones y modificaciones parciales de los proyectos.
4. No se adaptan al mejoramiento de planes y de la utilización de los recursos.

Para solucionar tales imperfecciones y satisfacer las exigencias de programación y control de la era atómica; los científicos y técnicos han elaborado los nuevos sistemas de programación: PERT, CPM, PERT/COST, MAN SCHEDULING, RAMPS, PRISM, etc., es decir SISTEMAS DE PROGRAMACION POR CAMINO CRITICO.

Este nombre se justifica por el hecho de que todos los mencionados sistemas tienen la misma estructura básica en forma de diagrama de flechas con caminos críticos - relativos.

En esta tesis trataré de aplicar para el control de la construcción de una línea de transmisión uno de los sistemas más prácticos que se pueden usar actualmente: el "Sistema de Control de Proyectos" que utilizan en su fundamento la aplicación de la ruta crítica Pert/CPM.

2.2. DEFINICION

La sigla PERT significa, en inglés, PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE, y en español, LA TECNICA DE ELABORACION Y DE CONTROL.

La sigla CPM significa, en inglés, CRITICAL PATH METHOD y en español, METODO DEL CAMINO CRITICO.

La técnica PERT/CPM tiene su historia. La primera técnica fue el PERT en la cual dedicaban mayor atención al factor tiempo.

El modelo PERT introduce la incertidumbre en los tiem-

pos estimados para las duraciones de las actividades, y por ende, del proyecto. Es por lo tanto apropiado para programar y controlar proyectos compuestos principalmente de actividades cuyos tiempos de duración están sujetos a variaciones considerables que pueden ser provocados por factores tales como: el clima, fallas de equipos, problemas personal, incertidumbre en los métodos o procedimientos a utilizar, etc.

La segunda técnica fue el CPM en la cual dedicaban mayor atención, a más del factor tiempo, al factor costo.

El modelo CPM es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto, que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

Se trata de un método DETERMINISTICO, esto es, se desarrolla en un medio en que las actividades de un proyecto son completamente conocidas y de las que se tiene suficiente información.

Actualmente ésta técnica es una sola PERT/CPM, la

cual sirve para planear, controlar y evaluar proyectos.

2.3. AREAS DE APLICACION Y PROYECTOS FACTIBLES DE APLICAR PERT/CPM

Las áreas de aplicación del modelo PERT/CPM son las siguientes:

- Preparación de ofertas y propuestas
- Programas de construcción
- Control y evaluación de obras
- Instalación de equipos y sistemas
- Programas de operación
- Programas de mantenimiento
- Introducción de productos nuevos
- Varias otras.

Los proyectos factibles de aplicar PERT/CPM son:

- . Finito
- . Complejo
- . Suceptible de ser descompuesto en operaciones elementales (actividades).
- . Sometido a limitaciones
- . Precedencia

- . Limitación de recursos
 - . Climatológicas
 - . Fecha de entrega
- . Se requiere establecer secuencia de realización de las actividades.
- . Se impone la necesidad de asignar recursos en la cantidad y momento adecuados.

2.4. DEFINICIONES BASICAS

A fin de explicar la terminología usada, empezaré definiendo varios conceptos que en lo sucesivo se emplearán en esta tesis.

PROYECTO: Se denomina proyecto al conjunto de actividades que de alguna forma están relacionadas entre sí y dirigidas a cumplir un objetivo final.

ACTIVIDAD O TAREA: Se denomina actividad o tarea a cualquier clase de trabajo que debe ser desarrollado durante el curso de un proyecto para ir de un evento a otro. Gráficamente una actividad se representa en forma de vector, indicando el sentido de la flecha, el progreso de la actividad.

EVENTO O NODO: Se denomina evento, acontecimiento o también

nodo a los puntos en el tiempo en el que empiezan o terminan una o más actividades. Los nodos, no consumen tiempo ni recursos, se los representa habitualmente por un círculo.

ACTIVIDAD CRITICA: Se denomina actividad critica a la actividad - que no puede retrasarse sin retrasar al proyecto.

ACTIVIDAD FICTICIA O VIRTUAL: Se denomina actividad ficticia a la actividad que se usa para indicar las imposiciones y dependencias entre ciertos eventos escritos de la red. Ella no ocupa ni tiempo ni recursos y está representada por una flecha punteada.

RUTA CRITICA: Se denomina ruta crítica a la secuencia de actividades críticas.

DURACION DE LA ACTIVIDAD: Se denomina duración al tiempo necesario para poder cumplir con una actividad.

MALLAS, REDES O DIAGRAMAS DE FLECHAS: Es la representación gráfica de la secuencia de las actividades que componen un proyecto, y de las interrelaciones existentes.

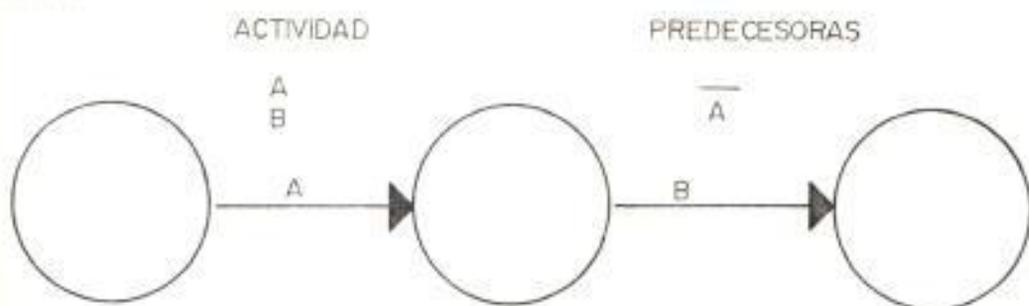
2.5. REGLAS PARA REPRESENTAR UN PROYECTO CON UNA RED PERT/CPM

Las reglas para representar un proyecto con una red

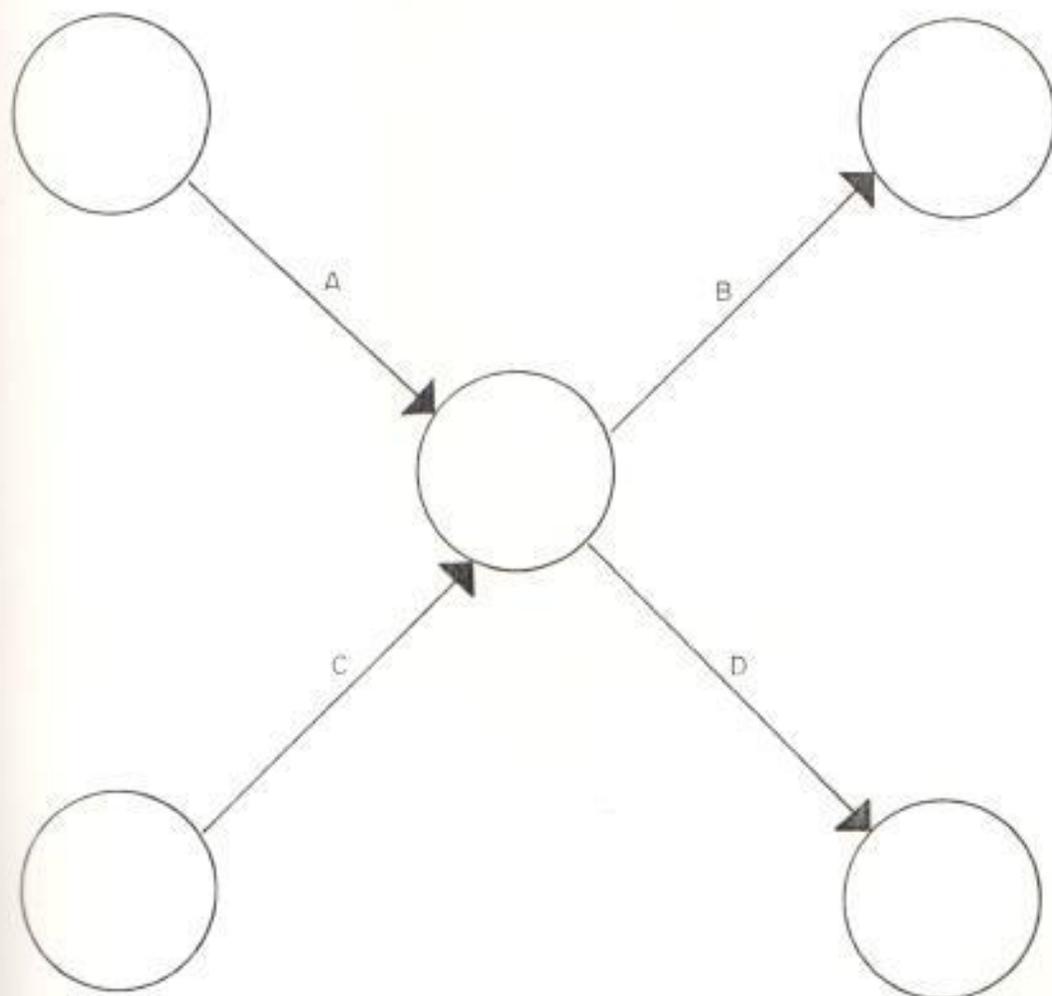
PERT/CPM son las siguientes:

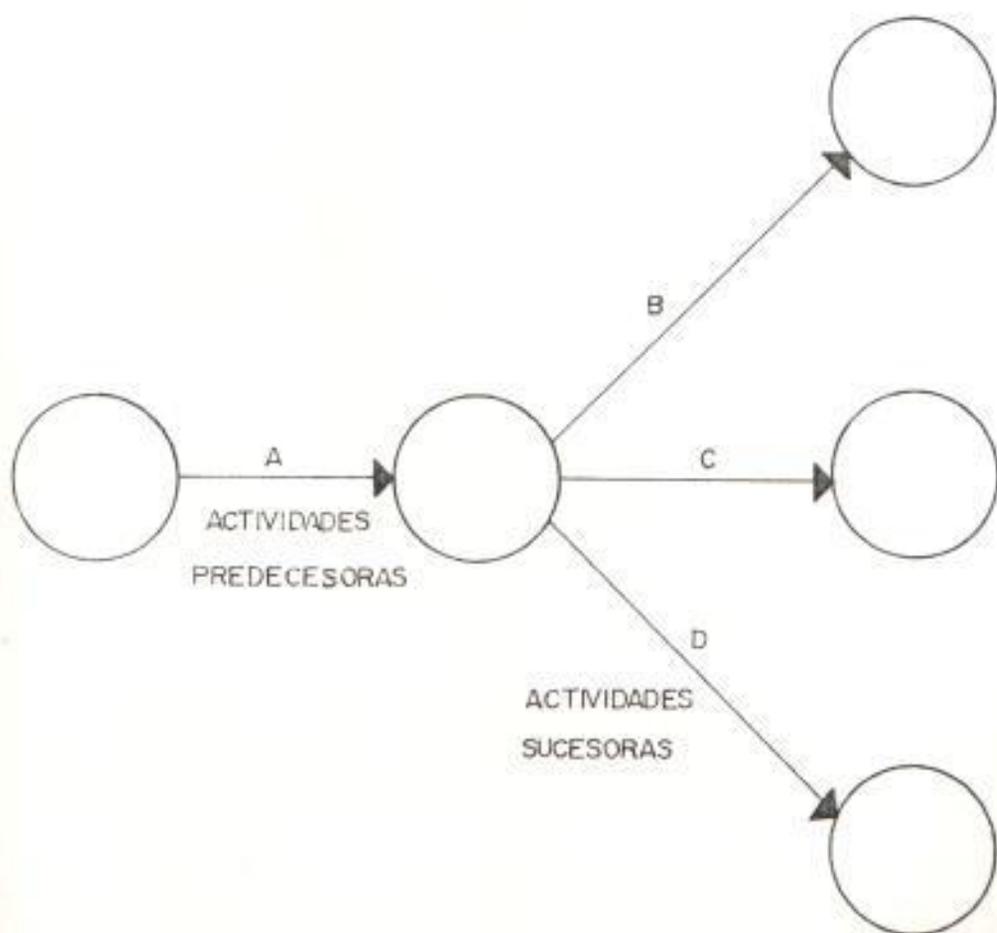
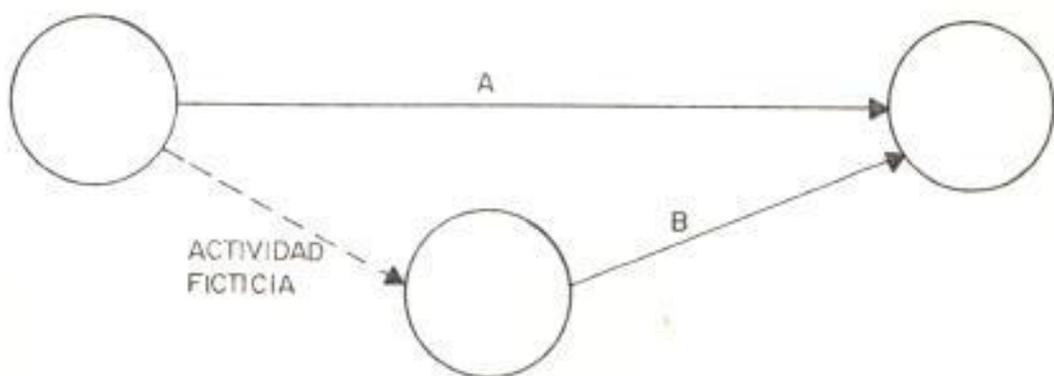
- . Eventos son representados por nodos
- . Actividades son representadas por flechas
- . Hay un solo evento inicial y uno final
- . Actividades deben representarse una sola vez
- . Una actividad no puede comenzar a menos que todas las actividades precedentes hayan terminado.
- . Actividades ficticias pueden introducirse, para resolver algunos problemas al construir la red.
- . El trabajo "fluye" en el sentido de la flecha.
- . La longitud de la flecha no tiene significado.
- . Cada actividad tiene asociada una duración
- . Varias actividades puede ocurrir simultáneamente.





RELACION ENTRE ACTIVIDADES





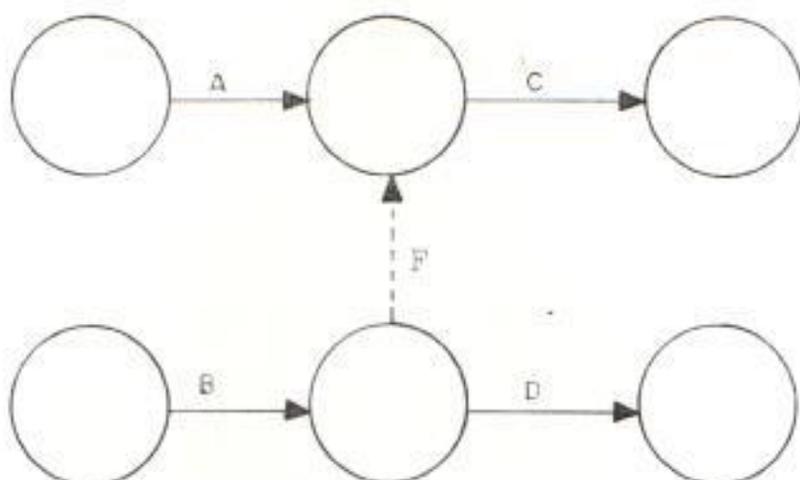
ACTIVIDADES FICTICIAS

ACTIVIDADES

- A
- B
- C
- D

PREDECESOR

-
-
- A, B
- B



F: ACTIVIDADES FICTICIA

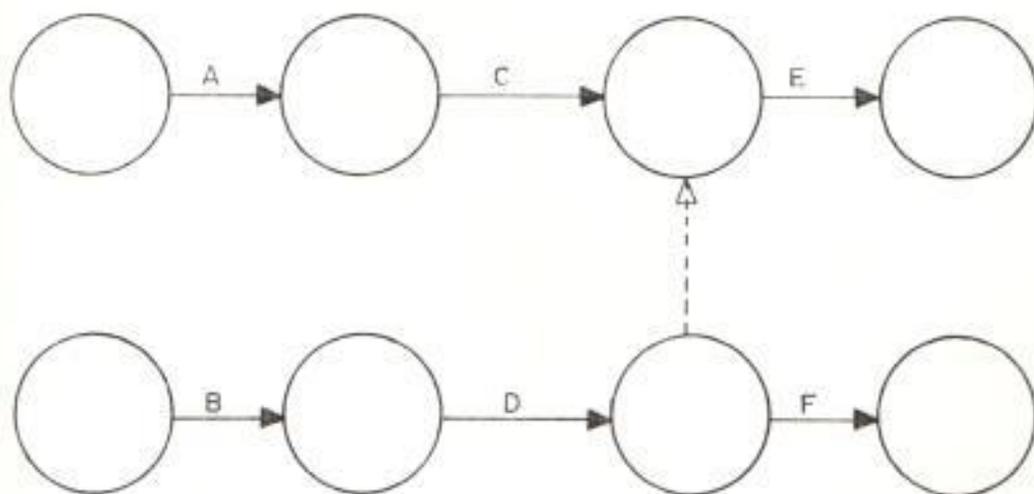
EJERCICIO: CONSTRUIR LA RED DE RAMAS

ACTIVIDADES

- A
- B
- C
- D
- E
- F

PREDECESOR

-
-
- A
- B
- C, D
- D



2.6. TABLAS DE SECUENCIA

La tabla de secuencia es una alternativa para establecer secuencia entre actividades y construir la red.

Es una matriz de tantas filas y columnas como actividades que tiene el proyecto.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Analizar actividades en cada fila.

Marcar las columnas correspondientes a las actividades que pueden ir inmediatamente después.

2. Analizar actividades en cada columna.

Marcar las filas correspondientes a las actividades que pueden ir inmediatamente antes.

3. Dibujar la red en base a la matriz.

EJEMPLO:

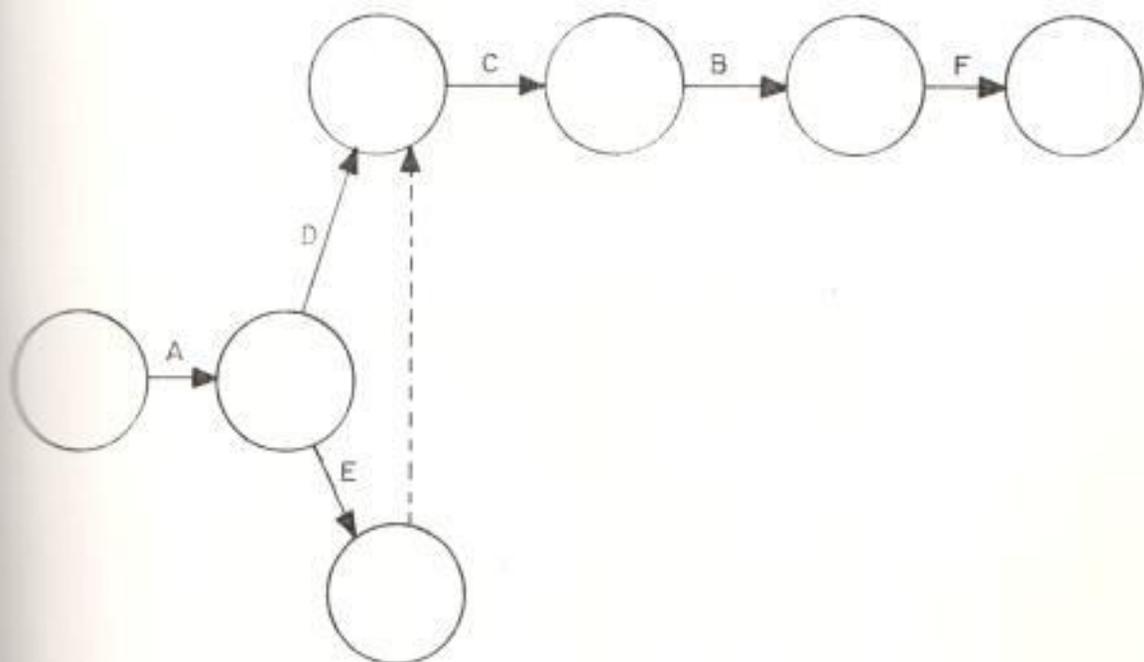
CODIGO	ACTIVIDAD
A	Construir cimientos
B	Instalar techos
C	Levantar paredes

D	Instalación eléctrica
E	Instalación de agua y sanitaria
F	Pintar

TABLA DE SECUENCIA

	A	B	C	D	E	F
A				×	×	
B						×
C		×				
D			×			
E			×			
F						

RED PERT/CPM

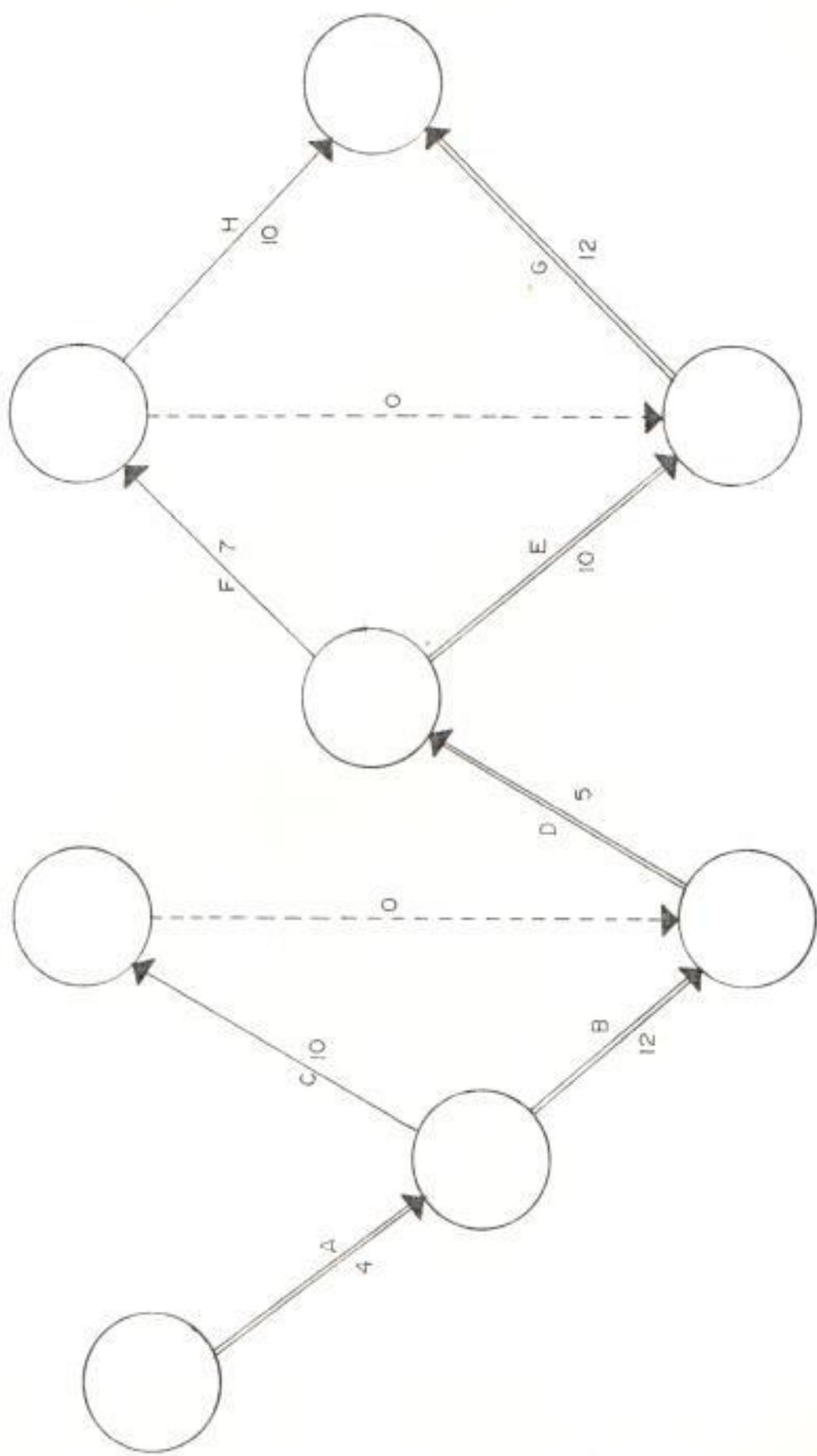


2.7. ACTIVIDADES PRINCIPALES EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA

CODIGO	ACTIVIDAD	PREDECESOR	DURACION(DIAS)
A	Estudio preliminar	-	4
B	Estudio de factibilidad	A	12
C	Estudio sistema existente	A	10
D	Análisis	B,C	5
E	Especificación archivos	D	10
F	Diseño de entrada/salida	D	7
G	Especificación programación	E,F	12
H	Procedimientos manuales	F	10

Cuánto dura el proyecto ?

¿70 días?



DURACION: 43 DIAS

2.8. PROCESO DE PLANIFICAR CON LA RED PERT/CPM

1. Definir las actividades a realizarse
2. Definir los recursos requeridos para realizar una actividad.
3. Estimar tiempos necesarios para realizar cada actividad.

ANALIZAR CADA ACTIVIDAD INDEPENDIEMENTE ASESORARSE
DEL PERSONAL "EJECUTOR"

CUADRO DE DEFINICION DE ACTIVIDADES

CODIGO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RECURSOS NECESARIOS	TIEMPO ESTIMADO	COSTO ESTIMADO
A	Construir Cimientos	1 capataz 3 obreros 20 fdas.cem. piedra hierro	6 días	S/.150.000,00

El grado de desglose del proyecto en actividades debe ser consistente.

4. Definir relaciones entre actividades

Considerar:

- . Restricciones técnicas (precedencia)
- . Recursos disponibles
- . Fechas de entrega
- . Restricciones de estación

¿PERT ó CPM?

El tiempo de duración de las actividades es el parámetro más importante en el análisis de tiempo para el proyecto.

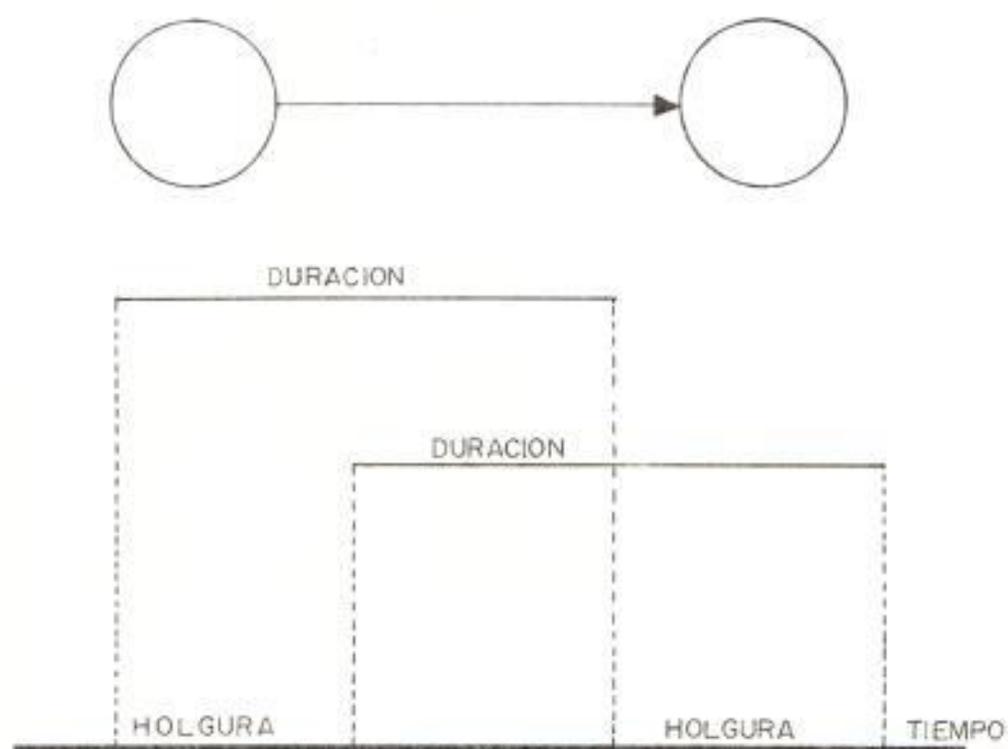
Si se puede estimar la duración de cada actividad: CPM

Si no se puede estimar la duración de cada actividad se puede usar un modelo probabilístico: PERT.

2.9. CALCULO DE LA RUTA CRITICA (GRAFICO)

Para el cálculo de la ruta crítica necesitamos la siguiente información:

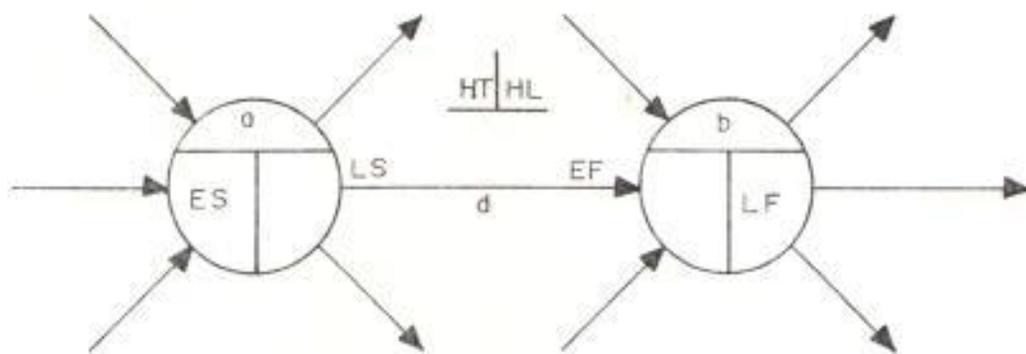
- ES EARLIEST START (Inicio más temprano)
- EF EARLIEST FINISH (Finalización más temprana)
- LS LATEST START (Inicio más tardío)
- LF LATEST FINISH (Finalización más tardía).



holgura total(HT)=Holgura de la actividad con respecto al proyecto.

Holgura libre(HL)=Holgura de la actividad con respecto a otras actividades.

2.9.1. Relaciones de tiempo para una actividad



ES = MAX (EF de actividades que llegan al no
do a)

EF = ES + d

LF = MIN (LS de actividades que salgan del nodo
b).

LS = LF - d

HT = LS - ES = LF - EF

HL = (ES de actividades que salen del nodo b) - EF

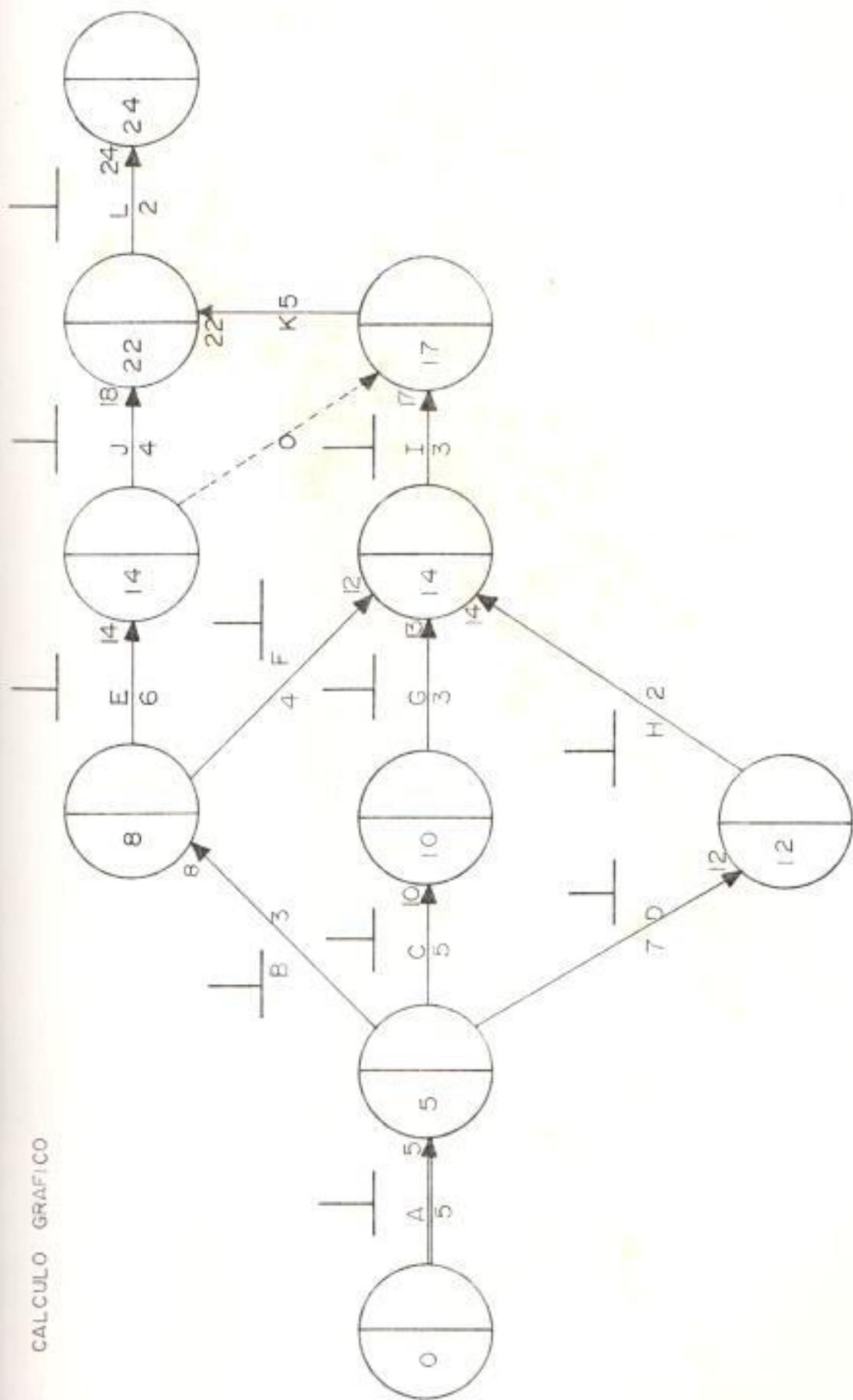
2.9.2. Cálculo tabular

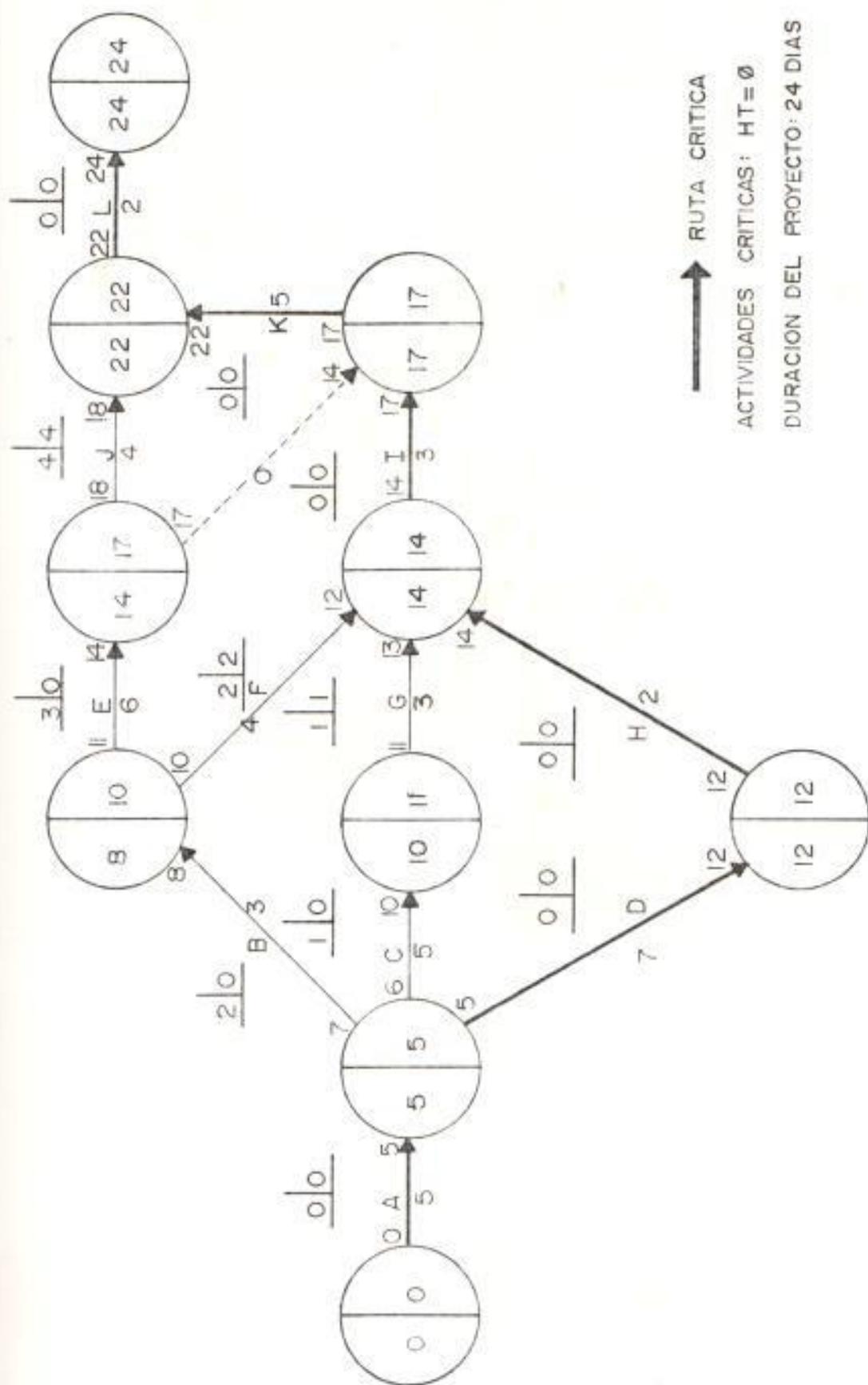
ACTIVIDAD	PREDECESOR	SUCESOR	DURACION	ES	EF	LS	LF	HT	HL
A	-	B,C,D	5	0	5	0	5	0	0 *
B	A	E,F	3	5	8	7	10	2	0
C	A	G	5	5	10	6	11	1	0
D	A	H	7	5	12	5	12	0	0 *
E	B	J,K	6	8	14	11	17	3	0
F	B	I	4	8	12	10	14	2	2
G	C	I	3	10	13	11	14	1	1
H	D	I	2	12	14	12	14	0	0 *
I	F,G,H	K	3	14	17	14	17	0	0 *
J	E	L	4	14	18	18	22	4	4
K	E,I	L	5	17	22	17	22	0	0 *
L	J,K	-	2	22	24	22	24	0	0 *

PROCESO DE CALCULO

- Listar actividades, predecesores, sucesores y duración.
- ES, EF (arriba hacia abajo)
- LF, LS (abajo hacia arriba)
- HT, HL
- Ruta crítica.

CALCULO GRAFICO





2.9.3. Diagrama de Barras

En este diagrama vamos a representar en forma de barras todas las actividades que integran este proyecto.

Se podrá observar claramente el tiempo de duración de cada actividad con sus respectivas holguras.

Ver Diagrama de Barras en la siguiente página.-

2.10. USO DE LA COMPUTADORA PARA EL CALCULO

Las computadoras se usan hoy en día en todos los sectores de la industria de la construcción y profesiones con ella relacionadas, así como en las contribuciones que aportan a nuestros conocimientos de las técnicas operatorias de la investigación, y la rapidez con ellas se han establecido, es un tributo rendido a la multiplicidad y variedad de los servicios que prestan.

El amplio interés en el CPM y en su empleo en el campo de la construcción ha sido reconocido rápidamente por la compañía de computadoras, quienes enseguida produjeron un gran número de programas preparados especialmente para los distintos aspectos de la planeación, y el control. Inicialmente, estos programas se dirigirán a la determinación de las características de la red de suma urgencia para la administración. Por eso los primeros paquetes tenían como objeto la obtención de la ruta crítica, tiempos flotantes, compresión de la red y programas actualizados en días calendario, todo lo cual podía emplearse en la planeación inicial, o como herramienta dinámica para la administración del proyecto. Estos programas están ahora disponibles para casi todas las computadoras en uso; en ciertas máquinas han sido desarrolladas para manejar modelos

de red muy grandes para uniformizar los requerimientos de los recursos, por medio de una programación dentro de los tiempos flotantes disponibles.

CALCULO MANUAL CONTRA CALCULO ELECTRICO

En el caso de proyectos simples que incluyen varios centenares de actividades se pueden efectuar todos los cálculos a mano o con la ayuda de una máquina - calculadora. El cálculo manual de un proyecto de varios centenares de actividades puede requerir menor tiempo que el trabajo de preparación de los datos - de entrada de un computador, puesto que los programas existentes requieren seguir los instructivos correspondientes al pie de la letra, en cuanto a forma de presentar los datos y en cuanto a operación del programa en la computadora. Si se producen, en cambio modificaciones necesarias de la red, con consecuentes repeticiones de cálculos la computadora - resulta mucho más rápida y ventajosa. Incluso una red de cien o doscientos actividades, pero compleja, y con sus caminos ligados entre sí, se calcula perfectamente con la computadora.

Para ejecutar, en términos óptimos, la programación

y control de un proyecto, es necesario utilizar un instrumento adecuado, que posibilite hacer las operaciones de una manera rápida y sin errores.

VENTAJAS DEL EMPLEO DE COMPUTADORAS DIGITALES ELECTRONICAS PARA APLICAR LOS METODOS PERT/CPM

Las ventajas principales del empleo de las computadoras digitales electrónicas en la aplicación de los métodos PERT y CPM son las siguientes:

- a. Gran rapidez de ejecución de los cálculos requeridos.
- b. Eliminación de errores de cálculo.
- c. Presentación de los resultados en forma muy ordenada, limpia y a bajo costo.
- d. Posibilidad de realizar económicamente y en un tiempo corto una programación muy detallada de un proyecto.
- e. Posibilidad de realizar un control rápido y eficiente de la ejecución de un programa de trabajo.

PROGRAMAS EXISTENTES

En la actualidad existen varios programas de computador que permiten realizar la programación y el control de proyectos de una manera eficiente.

Dichos programas han sido desarrollados para poder ser ejecutados en diversos tipos de computadoras, sin embargo, a causa de la gran expansión que han tenido en estos últimos años las computadoras personales (MICROCOMPUTADORES), debido sobre todo a su costo, relativamente bajo, la tendencia a desarrollar proyectos se enfoca hoy en día principalmente a este tipo de máquinas.

Una presentación de las características de varios de estos programas puede ser obtenida de: "SISTEMAS DE PROGRAMACION POR CAMINO CRITICO", de Sergio Zaderenko, Capítulo IV, como también de las publicaciones "PC MAGAZINE", Vol. 3, Nº 21 y 22, de Octubre 30 y Noviembre 16 de 1.984, respectivamente.

2.11. COSTOS EN LA RED PERT/CPM

El establecimiento de la (o las) ruta(s) crítica(s) ha permitido localizar las actividades que gobiernan el desarrollo de un proyecto, y en particular, su fecha media de realización, asumiendo que cada actividad puede ser realizada solamente de una manera: es decir en el tiempo establecido. El cálculo de las holguras de las actividades a puesto en evidencia la elasticidad de las actividades o de los eventos no críticos y los retrasos que se podrán tolerar en su puesta en práctica.

En general, los tiempos de las actividades ya sean determinísticos o aleatorios, varían en función del costo, la importancia del costo, radica en determinar cuáles actividades deberán ser acortadas o comprimidas para decrecer la duración del proyecto a un costo mínimo.

El concepto que permite establecer un costo mínimo , está relacionado con la designación de los recursos generales a las diferentes actividades. La forma de la curva costo-tiempo forma la base para la redesignación.

El problema costo-tiempo tiene un número infinito de

soluciones. Si el tiempo no tuviera consecuencias, cada operación podría ser ejecutada de tal forma que resultará el mínimo costo directo. Si el costo no tuviera importancia, cada proceso podría ser acelerado hasta terminarlo en el menor tiempo. Entre estos dos límites se halla la mejor solución. El acelerar un proceso aumentará su costo y disminuirá su tiempo, pero puede no disminuir el tiempo total del proyecto, a menos que la operación acelerada sea crítica, dentro de la larga cadena de actividades que constituye un trabajo. De esto resulta necesario encontrar una combinación apropiada de operaciones que deberán ser reducidas en tiempo a fin de que produzcan el proyecto más económico, teniendo en cuenta el costo directo como el indirecto.

Los costos directos tienden a disminuir si hay más tiempo disponible para una operación, pero los costos indirectos y extras aumentarán con el tiempo. El equilibrio apropiado entre el tiempo y el costo total es el que nos da la solución óptima.

RELACION COSTO DIRECTO - TIEMPO DE UNA ACTIVIDAD

Para cada actividad existe un costo asociado que, generalmente depende de su tiempo específico de terminación.

La relación costo - tiempo para una actividad puede ser asumida como una línea recta, esta suposición produce un error igual a la diferencia en costo, entre la curva y la recta, sin embargo esta diferencia debido al alto grado de incertidumbre (costos de mano de obra especialmente, los cuales son difíciles de estimar en forma exacta) no es de significación para propósitos prácticos.

Esta relación la observamos en la siguiente figura:

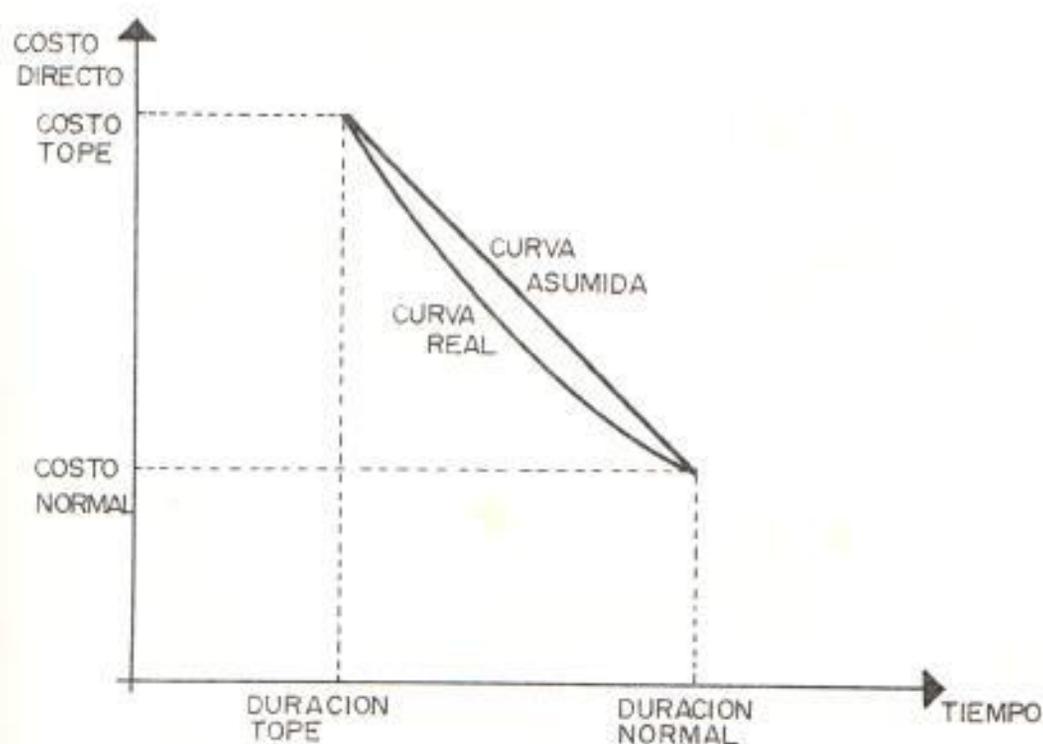


FIGURA N° 2.2 CARACTERISTICA DE COSTO DIRECTO DE UNA ACTIVIDAD

El costo de una actividad puede variar entre dos lími

tes: el de duración normal y el de duración tope.

DURACION NORMAL:

Es el tiempo necesario para terminar una actividad , con el menor costo posible, cualquier tiempo menor a éste costará más, a causa del tiempo, mano de obra y equipos extra.

DURACION TOPE:

Es aquella bajo la cual es físicamente imposible completar la actividad sea cual fuere el nivel, calidad y/o costo de los recursos empleados.

Los puntos intermedios muestran los costos para diversos tiempo factibles a los que el trabajo puede ser acelerado con el empleo de procedimientos de construcción.

Los datos de costo - tiempo son una información detallada del costo y tiempo de las actividades obtenidas de los presupuestos para cada una de las actividades que intervienen en el proyecto.

En base a la información de cada actividad se puede hallar la característica de costo para cada proyecto.

RELACION COSTO DIRECTO - TIEMPO DE TODO EL PROYECTO

El gráfico costo - tiempo para todo el proyecto se construye a partir de la información generada por las características individuales de cada actividad.

Esta relación la observamos en la siguiente figura:

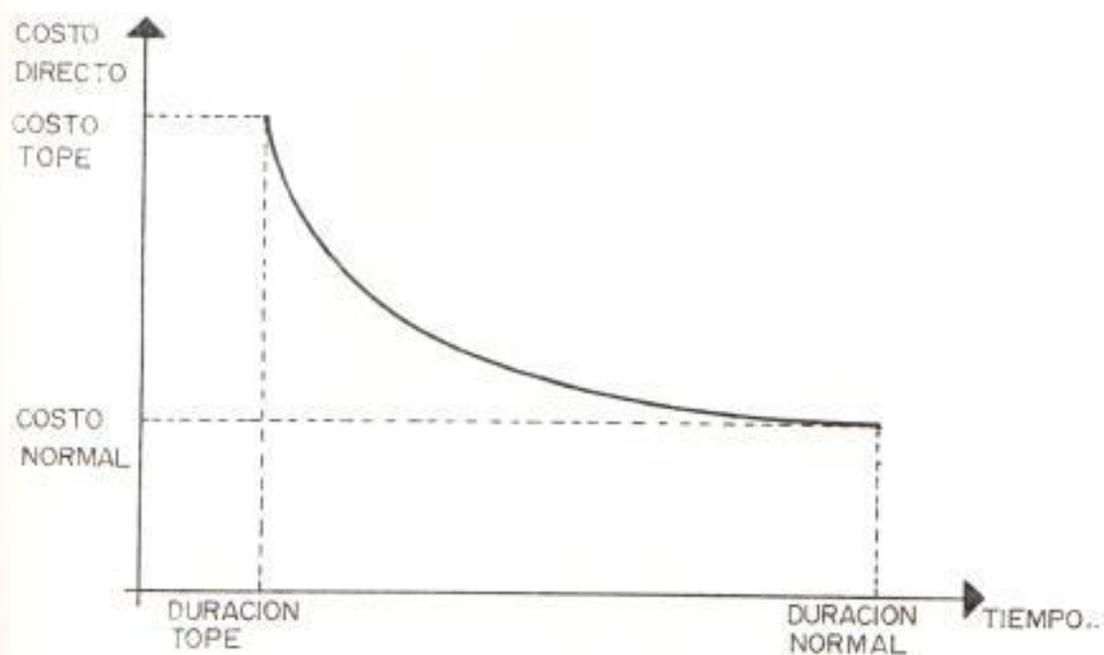


FIGURA Nº 2.3: CARACTERISTICAS DE COSTO DIRECTO PARA TODO EL PROYECTO

El primer programa se elabora con costos y tiempos normales, el costo total y el tiempo hallado en estas condiciones marcan un punto de la curva.

El siguiente paso es comenzar a comprimir las actividades individualmente. Si comprimimos una actividad no crítica no conseguiremos reducir el tiempo del proyecto, entonces procedemos a comprimir las actividades críticas una a una, escogiendo la actividad con pendiente de costo más barata.

La cantidad de tiempo que una actividad puede ser acortada, está dada por el menor de los límites siguientes:

1. Límite tope
2. Límite de holgura total

Donde:

Límite tope: es la diferencia entre la duración que tenga(n) la(s) actividad(es) seleccionada(s) y su duración tope.

Límite de Holgura total: es la cantidad de compresión de una actividad que produce una reducción a cero de la holgura total para alguna otra actividad.

Si hay varios caminos críticos en la red, varias acti

vidades deben ser acortadas simultáneamente de otra manera, uno o más de estos caminos pueden llegar a ser no críticos, incrementando de esta manera el costo del proyecto, pero sin decrecer su duración.

La compresión realizada en cada paso crea diferentes programas, y cada punto terminal en un segmento de recta está asociado con un programa en particular. La curva así obtenida es la curva límite inferior para todos los puntos costo - duración que pueden ser generados comprimiendo las actividades de la red individualmente, y esta curva determina cual tiempo deberá ser usado por cada actividad en la red, para conseguir cada posible terminación del proyecto a un mímo costo.

Como el proyecto es afectado también por los costos indirectos, es necesario incluir estos en una curva total que mostrará el desarrollo real del proyecto en diferentes tiempos.

RELACION COSTO INDIRECTO - TIEMPO

El costo indirecto de un proyecto es aquel que está formado por aquellos costos que no pueden ser imputados a actividades individualmente, sino a grupos de

actividades o a todo el proyecto.

Se puede considerar como costos indirectos, los gastos de administración del proyecto: Secretaría, Contabilidad, alquiler de oficina, depreciaciones, obligaciones y seguros, pago de servicios intereses, multas, etc., y los costos indirectos, de obra como traslado de personal, comunicaciones y fletes, construcciones provisionales, consumo varios, etc.

La característica del costo indirecto establece que - cuando mayor es la duración de un proyecto, mayor es su costo indirecto.

El costo indirecto está representado por una curva , que es una primera aproximación podría asemejarse a una recta; sin embargo, la experiencia indica que conforme el tiempo es mayor, la pendiente crece.

Esta relación la observamos en la siguiente figura:

(Ver en la siguiente página)

FIGURA 2.4: CARACTERISTICAS COSTO INDIRECTO. TIEMPO

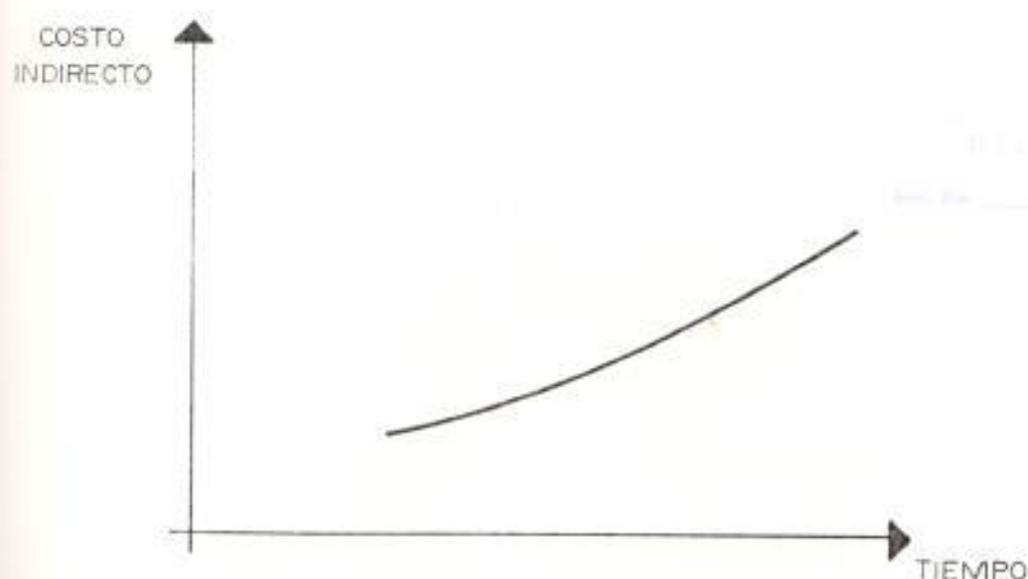


FIGURA Nº 2.4 : CARACTERISTICAS COSTO INDIRECTO - TIEMPO

COSTO TOTAL DE UN PROYECTO

El costo total de un proyecto es la suma del costo indirecto y el costo directo . Si se conocen los valores de estos dos costos, en función del tiempo, la característica del costo total se obtendrá sumando el costo indirecto más el costo directo para cada instante del tiempo.

Esta representación se muestra en la siguiente figura:

(Ver en la siguiente página)

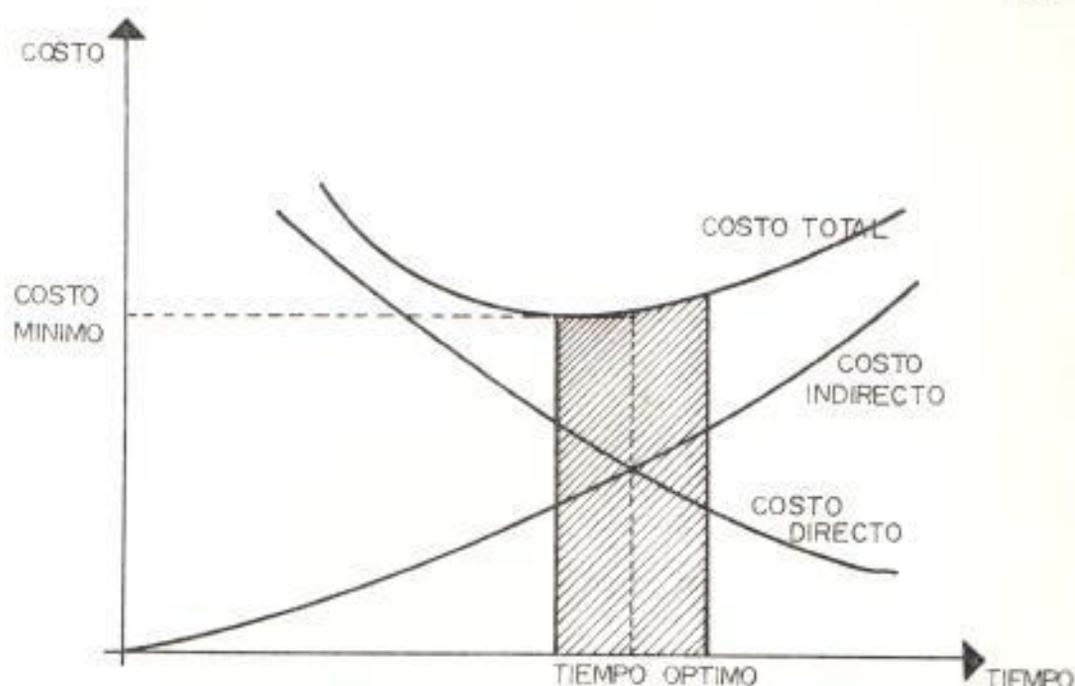


FIGURA Nº 2.5 COSTO TOTAL DE UN PROYECTO

Se puede determinar así el tiempo óptimo en el cual - debe ser construido el proyecto y a un mínimo costo. Alrededor de este punto es posible establecer una zona de tiempo dentro de la cual el proyecto puede ser ejecutado en las condiciones más óptimas de costo.

C A P I T U L O I I I

REAJUSTES DE PRECIOS

3.1. LEY DE REAJUSTES DE PRECIOS

En el caso de producirse variaciones en los costos de los componentes de los precios unitarios estipulados en los contratos que celebren las entidades del sector público, para la planificación y ejecución de obras de prestación de servicios directamente relacionadas con estas obras, los costos se reajustarán para efecto de pago, desde la fecha de la variación, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas que constarán - obligatoriamente en el contrato, en base a la siguiente fórmula general.

$$Pr = Po (A + p_1 \frac{B_1}{Bo} + p_2 \frac{C_1}{Co} + p_3 \frac{D_1}{Do} + p_4 \frac{E_1}{Eo} + \dots\dots\dots)$$

$$\dots\dots(p_n \frac{Z_1}{Zo} + p_x \frac{X_1}{Xo})$$

Los símbolos anteriores tienen el siguiente significado:

- Pr = valor reajustado de la planilla
- Po = valor de la planilla calculada con los precios contractuales a la fecha de presentación de la oferta.
- A = coeficiente fijo no reajutable, equivalente al anticipo.
- P₁ = coeficiente del componente mano de obra
- P₂, P₃, P₄... P_N = coeficiente de los demás componentes principales.
- P_X = coeficiente de los otros componentes no considerados como principales. La suma de los coeficientes, incluido el coeficiente fijo no reajutable equivalente al anticipo, debe ser igual a la undad.
- B₀ = salarios mínimos expedidos por Ley o Acuerdo Ministerial, vigentes a la fecha de la presentación de la oferta, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales legales, exceptuando el porcentaje legal de utilidades, viáticos, subsidios ocasionales y beneficios de orden social, constantes en la oferta.
- B₁ = salarios mínimos expedidos por ley o Acuerdo Ministerial, vigentes a la fecha de presentación -

de la planilla por trabajos o servicios ejecutados, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales legales, exceptuando el porcentaje legal de utilidades, viáticos, subsidios ocasionales y beneficios de orden social vigentes a la fecha de ejecución de la obra o servicio.

$C_0, D_0, E_0, \dots, Z_0$ = los precios o los índices de precios de los componentes principales vigentes a la fecha de presentación de la oferta.

$C_1, D_1, E_1, \dots, Z_1$ = los precios o los índices de precios de los componentes principales en la fecha de ejecución de la obra o servicio.

X_0 = índice de materiales, de construcción o índice de precios al consumidor a la fecha de presentación de la oferta.

X_1 = índice de materiales de construcción o índice de precios al consumidor en la fecha de ejecución de la obra o servicio.

Las entidades del sector público deberán hacer constar en los contratos éstas fórmulas, el número de términos y el valor de sus coeficientes de acuerdo a las características especiales de cada contrato, así como la periodicidad y condiciones de aplicación.

Para la aplicación de éstas fórmulas, los precios o

Ley No. _____

índices de precios serán proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), de acuerdo con el reglamento que se dicte para el efecto.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

La variación de los precios de los combustibles y repuestos para los equipos destinados a las obras contratadas, serán reajustados por formar parte del costo de la obra. Para el reajuste de precios de repuestos de equipos, se aplicarán los coeficientes e índice que para el efecto establecerá el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, en base a los valores de los precios en el mercado.

3.2. ANALISIS CONCEPTUAL DE LA FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE DE PRECIOS

3.2.1. Introducción

El sistema de fórmula polinómica de reajuste de precios, constituye un medio de reconocimiento práctico, inmediato y justo, de los incrementos de los costos, debido a la cons-

tante fluctuación de los precios de los insumos que intervienen en una obra de construcción, cuando se vive procesos inflacionarios, como el ocurrido durante los últimos cinco años.

3.2.2. Análisis matemático de la fórmula polinómica de reajuste de precios

El costo total de una obra (CTO), está formado, por el valor de los costos directos (CDT), más el valor de los costos indirectos (CI).

$$CTO = CDT + CI$$

Los costos directos, pueden a su vez sub-dividirse en : Costos Directos de mano de obra, Costo Directos de materiales, Costos Directos de Equipo y Costos Directos de transporte.

$$CDT = CD \text{ Mano de obra (B)} + CD \text{ materiales (C)} + CD \text{ Equipo (D)} + CD \text{ Transporte (E)}$$

$$CDT = B + C + D + E \quad (1)$$

El costo directo total de un insumo será igual al valor unitario directo del insumo multiplicado por el volumen de obra a realizarse.

Entonces:

$$B = V.b ; C = V.c ; D = V.d ; E = V.e \quad (2)$$

Si reemplazamos estos valores en (1) se tiene:

$$CDT = V.b + V.c + V.d + V.e$$

Cuando se ha producido un incremento en los costos se tiene los siguientes valores:

$$CDT' = B' + C' + D' + E' \quad (3)$$

$$B' = V.b' ; C' = V.c' ; D' = V.d' ; E' = V.e' \quad (4)$$

Dividiendo las expresiones (4) para (2):

$$\frac{B'}{B} = \frac{V.b'}{V.b} ; \quad \frac{C'}{C} = \frac{V.c'}{V.c} ; \quad \frac{D'}{D} = \frac{V.d'}{V.d} ; \quad \frac{E'}{E} = \frac{V.e'}{V.e}$$

Se obtiene que:

$$B' = B \frac{b'}{b} ; C' = C \frac{c'}{c} ; D' = D \frac{d'}{d} ; E' = E \frac{e'}{e}$$

Reemplazando en (3)

$$CDT' = B \frac{b'}{b} + C \frac{c'}{c} + D \frac{d'}{d} + E \frac{e'}{e}$$

Dividiendo los dos miembros de la expresión para el costo directo total (CDT) la expresión queda:

$$\frac{CDT'}{CDT} = \frac{B}{CDT} \frac{b'}{b} + \frac{C}{CDT} \frac{c'}{c} + \frac{D}{CDT} \frac{d'}{d} + \frac{E}{CDT} \frac{e'}{e} \quad (5)$$

Expresión en la que:

$$\frac{B}{CDT} = \text{coeficiente de incidencia de la mano de obra} = p_1$$

$$\frac{C}{CDT} = \text{coeficiente de incidencia de los materiales} = p_2$$

$$\frac{D}{CDT} = \text{coeficiente de incidencia del equipo} = p_3$$

$$\frac{E}{CDT} = \text{coeficiente de incidencia del transporte} = p_4$$

Por lo tanto reemplazamos en la expresión (5), se tiene:

$$\frac{CDT'}{CDT} = p_1 \frac{b'}{b} + p_2 \frac{c'}{c} + p_3 \frac{d'}{d} + p_4 \frac{e'}{e}$$

$$CDT' = CDT \left(p_1 \frac{b'}{b} + p_2 \frac{c'}{c} + p_3 \frac{d'}{d} + p_4 \frac{e'}{e} \right)$$

Siendo:

$$b' = B_1; b = B_0$$

$$c' = C_1; c = C_0$$

$$d' = D_1; d = D_0$$

$$e' = E_1; e = E_0$$

$$CDT' = Pr$$

$$CDT = P_0$$

$$Pr = P_0 \left(p_1 \frac{B_1}{B_0} + p_2 \frac{C_1}{C_0} + p_3 \frac{D_1}{D_0} + p_4 \frac{E_1}{E_0} \right)$$

SIMBOLOGIA

CDT = costo directo total de la obra con los precios de oferta.

CDT' = costo directo total de la obra con precios a una fecha posterior a la oferta.

b,c,d,e = costo de los insumos a la fecha de oferta.

b',c',d',e' = costo de los insumos a la fecha de realización de los trabajos.

Pr = valor reajustado de la obra

P₀ = valor de la obra con los precios contractuales.

SIMBOLOGIA

C.U.D. =	costo unitario directo del insumo.
C.D.T. =	costo directo total del insumo
C.D.T.O. =	costo directo total de la obra

3.3.2. Procedimiento de cálculo

PRIMERA COLUMNA :	Descripción del rubro que se va a desglosar.
SEGUNDA COLUMNA :	Unidad del rubro.
TERCERA COLUMNA :	Cantidad de obra que se va a realizar, de dicho rubro.
CUARTA COLUMNA :	Descripción de los materiales que intervienen en el rubro.
QUINTA COLUMNA :	Costo unitario directo de los materiales que intervienen en el rubro.
SEXTA COLUMNA :	Costo directo total del material en el rubro o sea el resultado de multiplicar la cantidad de obra a realizar por el costo unitario directo del material, col 3 x col 5. La sumatoria de los valores de esta columna nos dá como resultado el costo directo to

tal de los materiales que intervienen en la obra (Σ_1).

SEPTIMA COLUMNA: Descripción de los trabajadores que intervienen para la elaboración del rubro. Esta información servirá para establecer la cuadrilla tipo.

OCTAVA COLUMNA : Costo unitario directo del o los trabajadores que intervienen en el rubro.

NOVENA COLUMNA : Costo directo total del trabajador en el rubro y que es el resultado de multiplicar la cantidad de obra a realizar por el - costo unitario directo del obrero, col 3 x col 8. La sumatoria de los valores de esta columna - nos dá como resultado el costo - directo total de la mano de obra, valor con el cual se calculará - el coeficiente correspondiente a la mano de obra(p_1) (Σ_2).

DECIMA COLUMNA: Descripción del equipo de construcción y el transporte que interviene en el rubro.

UNDECIMA COLUMNA : Costo unitario directo del equipo y del transporte que interviene en el rubro.

DUODECIMA COLUMNA: costo directo total del equipo y transporte, que es el resultado de multiplicar la cantidad de obra a realizar por el costo unitario del equipo de construcción, col 3 x col 11 . La sumatoria de los valores de esta columna nos dá como resultado, el costo directo total en la obra de transporte y del equipo (Σ_3).

La sumatoria de los valores totales obtenidos en las columnas 6, 9, 12, nos dá como resultado el costo directo total de la obra (C.D.T.O), valor que nos servirá para la determinación de cada uno de los coeficientes de incidencia que intervendrán en la fórmula de reajuste.

Así, por ejemplo, el coeficiente p_1 correspondiente a la mano de obra será el resultado de dividir el valor del costo directo total de la mano de obra, para el costo directo total de la obra.

$$p_1 = \frac{C.D.T. (Mano de obra)}{C.D.T.O.} \quad (3.2)$$

De la misma manera, se calcularán todos y cada uno de los coeficientes de los insumos incidentes en la obra.

Ejemplo:

$$p_2 = \frac{C.D.T.(Cemento)}{C.D.T.O.}; \quad p_3 = \frac{C.D.T.(Hierro)}{C.D.T.O.}; \quad \text{etc.}$$

3.3.3. Cuadrilla tipo

Mediante la descripción hecha en la columna 7, de los diferentes trabajadores que intervienen en cada rubro, se puede obtener el costo directo total de cada una de las categorías de obreros.

Si a este valor le dividimos para el valor del salario real diario, obtendremos el número de hombres en cada categoría.

A continuación se relacionará el número de hombres de cada categoría para el número total de hombres empleados en la obra.

Este resultado es la cuadrilla tipo

DESCRIPCIÓN	CDT	SRD	Nº HOMBRES	C. TIPO
Categoría I	3000	798.75	3.76	0.309
Categoría II	1000	809	1.24	0.102
Categoría III	5000	826.08	6.05	0.498
Categoría IV	1000	908.07	1.10	0.091
			<u>12.15</u>	<u>1.000</u>

3.3.4. Ejemplo Práctico

RUBRO : 1.- CONEX. DOMICIL. UNIDAD:u CANTIDAD:750.00

CODIGO	INSUMO	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
43	Collarin(toma)	700.00	525.000,00
44	Neplo HG 3/8"	60.00	45.000,00
45	Bushing 1/2-3/8	40.00	30.000,00
46	Abrazadera 1"	40.00	30.000,00
47	Tubr.Flex.1/2	220.00	165.000,00
48	Llave acera 1/2	380.00	285.000,00
49	Caja acera HF	450.00	337.500,00
50	Unión HG	30.00	22.500,00
1	Categoría I	228.00	171.000,00
3	Categoría III	418.00	313.500,00
...	Costo directo	2.566.00	1'924.500,00
...	Costo indirecto	718.00	538.500,00
...	Costo total	3.284.00	2'463.000,00

RUBRO: 2. - TUBO PVC 50 mm. UNIDAD :m CANTIDAD: 8.063,00

CODIGO	INSUMO	COSTO UNIT.	COSTO	TOTAL
51	tubo PVC 50 mm.	104,82	845.163,66	
1	categoría I	119,20	961.109,60	
3	categoría III	30,00	241.890,00	
40	equipo	5,00	40.315,00	
..	costo directo	259,02	2'088.478,26	
..	costo indirecto	72,98	588.437,74	
..	costo total	332,00	2'676.916,00	

RUBRO: 5 TUBO PVC 100 mm. UNIDAD: m CANTIDAD: 2.236,00

CODIGO	INSUMO	COSTO UNIT.	COSTO	TOTAL
52	tubo PVC 100 mm	370,12	827.588,32	
1	categoría I	119,20	266.531,20	
3	categoría III	35,00	78.260,00	
40	equipo	17,62	39.398,32	
..	costo directo	541,94	1'211.777,84	
..	costo indirecto	152,06	340.006,16	
...	costo total	694,00	1'551.784,00	

RUBRO: 4 TUBO PVC 150 mm. UNIDAD : mm. CANTIDAD 1.252,00

CODIGO	INSUMO	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
53	tubo PVC 150 mm.	806,08	1'009.212,16
1	categoría I	121,20	151.742,40
3	categoría III	40,00	50.080,00
40	equipo	38,38	48.051,76
..	costo directo	1.005,66	1'259.086,32
..	costo indirecto	281,34	352.237,68
..	costo total	1.287,00	1'611.324,00

RUBRO: 5. TUBO AC 200 mm. UNIDAD: mm. CANTIDAD: 498.00

CODIGO	INSUMO	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
54	tubo AC 200 mm.	930,30	463.289,40
55	unión 874/4	229,45	114.266,10
1	categoría I	124,20	61.851,60
3	categoría III	60,00	29.880,00
40	equipo	55,25	27.514,50
..	costo directo	1.399,20	696.801,60
..	costo indirecto	390,80	194.610,40
..	costo total	1.790,00	891.420,00

RUBRO : 6	Accesorios	UNIDAD: GLb	CANTIDAD: 1,00
56	Accesorios	1'235.850,78	1'235.850,78
..	costo directo	1'235.850,78	1'235.850,78
..	costo indirecto	346.037,22	346.037,22
..	costo total	1'581.888,00	1'581.888,00

DESGLOCE DE EQUIPO

Equipo (52 %)	=	80.745,38
Repuestos(26%)	=	40.372,69
Mecánico(11%)	=	17.080,75
Combustible(8%)	=	12.422,37
Saldos (3%)	=	4.658,39
TOTAL (100%)	=	155.279,58

TABLA N°3

REPORTE DE COSTOS Y COEFICIENTES DEFINITIVOS

INSUMO	COSTO DIRECTO	COEFICIENTE
Mano de obra	2'342.925,55	0.278
Equipo	80.745,38	0.010
Repuestos	40.372,69	0.005
Combustible	12.422,37	0.001
Collarin (toma)	525.000,00	0.062
Tubo PVC 50 mm	845.163,66	0.100
Tubo PVC 100 mm.	827.588,32	0.098
Tubo PVC 150 mm.	1'009.212,16	0.120
Tubo AC 200 mm.	463.289,40	0.055
Saldos	2'269.775,27	0.271
TOTAL DE COSTO DIRECTO:	8'416.494,80	1.000

Formula polinómica:

$$Pr = Po (A + (1-A) (0.278 (B_1/B_0) + 0.010 (C_1/C_0) + 0.005 (D_1/D_0) + 0.001 (E_1/E_0) + 0.062 (F_1/F_0) + 0.100 (G_1/G_0) + 0.098 (H_1/H_0) + 0.120 (I_1/I_0) + 0.055 (J_1/J_0) + 0.271 (X_1/X_0)))$$

- B_0 : precio o índice de mano de obra a fecha de oferta
- B_1 : precio o índice de mano de obra a fecha de presentación planilla.
- C_0 : precio o índice de equipo a fecha de oferta
- C_1 : precio o índice de equipo a fecha de presentación planilla.
- D_0 : precio o índice de repuestos a fecha de oferta
- D_1 : precio o índice de repuestos a fecha de presentación planilla.
- E_0 : precio o índice de combustible a fecha de oferta.
- E_1 : precio o índice de combustible a fecha de presentación planilla.
- F_0 : precio o índice de collarin (toma) a fecha de oferta.
- F_1 : precio o índice de collarin (toma) a fecha de presentación planilla.
- G_0 : precio o índice de tubo PVC 50 mm. a fecha de oferta.
- G_1 : precio o índice de tubo PVC 50 mm. a fecha de presentación planilla.
- H_0 : precio o índice de tubo PVC 100 mm. a fecha de oferta.
- H_1 : precio o índice de tubo PVC 100 mm. a fecha de presentación planilla.
- I_0 : precio o índice de tubo PVC 150 mm. a fecha de oferta.
- I_1 : precio o índice de tubo PVC 150 mm. a fecha de presentación planilla.
- J_0 : precio o índice de tubo AC 200 mm. a fecha de oferta.
- J_1 : precio o índice de tubo AC 200 mm. a fecha de presentación planilla.

X_0 : precio o índice de precios al consumidor a fecha de oferta.

X_1 : precio o índice de precios al consumidor a fecha de presentación planilla.

TABLA N° 4
 REPORTE DE COSTOS

INSUMO	COSTO DIRECTO
Categoría I	1'612.234,80
Categoría III	713.610,00
Mano de obra	2'325.844,80
Equipo	80.745,38
Repuestos	40.372,69
Mecánico	17.080,75
Combustibles	12.422,37
Collarin (toma)	525.000,00
Neplo HG 3/8"	45.000,00
Bushing 1/2 - 3/8	30.000,00
Abrazadera 1"	30.000,00
Tubería flexible 1/2	165.000,00
llave acera 1/2	285.000,00
caja acera HF	337.500,00
Unión HG	22.500,00
Tubo PVC 50 mm.	845.163,66
Tubo PVC 100 mm.	827.588,32
Tubo PVC 150 mm.	1'009.212,16
Tubo PVC 200 mm.	463.289,40

Unión 874/4	114.266,10
Accesorios	1'235.850,78
Saldos	4.658,39
<hr/>	
TOTAL DE COSTO DIRECTO:	8'416.434,80
<hr/>	

CONFORMACION DE CUADRILLA TIPO

COD.	OBRIEROS	COSTO DIRECTO	S.R.D	NºHOMBRES	COEFICIENTE
1	Categoría I	1'612.234,80	446,04	3.614,55	0.702
3	Categoría III	713.610,00	472,42	1.510,54	0.294
31	Mecánico	17.080,75	826,29	20,67	0.004
39	Mano de obra	2'342.925,55		5.145,76	1.000

FORMULA DE CUADRILLA TIPO

$$B = 0.702 \times \text{SRD} (\text{Categoría I}) + 0.294 \times \text{SRD} (\text{Categoría III}) + 0.004 \times \text{SRD} (\text{Mecánico}) =$$

$$B = 0.702 \times 446,04 + 0.294 \times 472,42 + 0.004 \times 826,29 = 455,32$$

Donde:

B = costo de la cuadrilla tipo

SRD = salario real diario.

C A P I T U L O I V

EJEMPLO DE APLICACION EN LA CONSTRUCCION DE UNA LINEA DE 69 KV.

4.1. DATOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN LA CONSTRUCCION DE UNA LINEA DE 69 KV DE 30 KM. EN UNA ZONA COSTERA PLANA

Para nuestro estudio tenemos una línea de 69 Kv de 30 Km., en una zona plana costera con vanos medios de 180 metros, donde la empresa contratante nos proporcionará la mayor parte de los materiales a utilizarse. Tomando como referencia líneas construídas en la zona de Guayaquil (Ejemplo: Nobol - Isidro Ayora, La Puntilla - Samborondón), tenemos los siguientes tipos de estructura.

El 86 % son del tipo SGL, el 8 % RHGL, el 3.5 % AHGL, el 1.25 % THGL y el 1.25 % SHGL. Además según las líneas construídas consideraremos 11 estructuras cada 2 Km.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

a. Generalidades:

- Objeto de las especificaciones:

Las siguientes especificaciones técnicas de Montaje y Construcción, tienen por objeto proporcionar, los elementos necesarios para la preparación y presentación de la propuesta de construcción de las líneas de subtransmisión a 69 Kv.

- Características de la obra:

La línea de subtransmisión objeto de la presente especificación técnica tienen las siguientes características particulares.

30 Km. de longitud, con conductor ACSR 477 MCM - circuito simple e hilo de guardia de cable de acero galvanizado de 5/16".

- Tipo de estructuras (Ver Apéndice A)

. Estructura de suspensión normal (plano referencia S.G.L.).

Está constituida por un poste de hormigón de 16.5 de longitud de 500Kg., de esfuerzo útil, 1000 Kg. de resistencia a la rotura que permite un vano adyacente máximo de 250 metros y un vano gravante de 400 metros.

La disposición es triangular con un hilo de guardia, tres crucetas metálicas y tres cadenas verticales de aisladores conformadas por 5 aisladores de 10" de diámetro y 5 3/4" de altura y tipo standard, bola - rótula.

Esta estructura de suspensión no está diseñada para soportar ningún tipo de esfuerzo longitudinal.

- . Estructura de suspensión horizontal con un hilo de guardia. (plano de referencia SHCL). Está constituido para todos los conductores, por dos postes de hormigón de 16.5 m., de 500Kg de esfuerzo útil, 1000 Kg. de esfuerzo de rotura.

La disposición es horizontal, con un hilo de guardia que se fija en una cruceta. Existen tres cadenas verticales de aisladores, conformadas por 5 aisladores de 10" de diámetro y 5 3/4" de altura, tipo standard, bola - rótula; estas cadenas se fijan en una cruceta horizontal de 6 metros de longitud.

El vano máximo adyacente es de 390 m y el va

no gravante de 600 m. Esta estructura de suspensión soporta pequeños esfuerzos longitudinales hasta de 500 Kg.

. Estructura de Retención (Planos de referencia RHGL):

La estructura RHGL lleva un hilo de guardia, están formadas por dos postes de hormigón de 16.5 m., 800 Kg., de esfuerzo útil y 1600 Kg. de esfuerzo de rotura.

El esfuerzo longitudinal que puede soportar esta estructura es igual al 20 % de la tensión de rotura de los conductores o hilo de guardia para lo cual cuenta con cuatro tensores de cable de acero de 1/2" de diámetro y 12.100 Lbs.

La cruceta es horizontal, y tiene 6 ensamblajes de retención constituidos por aisladores de 10" de diámetro y 5 3/4" de altura tipo standard bola - rótula.

El vano adyacente máximo es de 400 metros y el vano gravante de 600 metros.

. Estructura angular (Planos de referencia AHGL):

Se entiende por estructura AHGL una estructura angular de doble poste con un hilo de guardia.

Esta estructura está diseñada para soportar un ángulo máximo de 20° .

Las cadenas de aisladores son horizontales. Durante la operación de tendido, si esta estructura trabaja como retención deberá colocarse los tensores provisionales que sean necesarios.

- Estructura terminal (Plano de referencia THGL):
En toda línea se requieren dos estructuras de este tipo, las mismas que están conformadas por dos postes de hormigón de 16.5m. de longitud, 800 Kg., de esfuerzo útil, 1600 Kg., de esfuerzo de rotura, una cruceta horizontal de 6 metros, 6 ensamblajes de retención con aisladores de las mismas características de las estructuras anteriores.

Para soportar el esfuerzo longitudinal de los conductores e hilo de guardia, se instalarán los tensores necesarios de acuerdo al plano de referencia.

Los servicios de construcción incluyen las siguientes tareas principales:

- . Movilización de personal y de equipos.
- . Transporte de materiales desde las bodegas hasta los sitios de los trabajos.
- . Suministro de personal y de instalaciones provisionales para almacenamiento de materiales y reparación de equipos.
- . Desbroce de la faja de servidumbre de las líneas de subtransmisión.
- . Instalación de ensamblajes de aisladores y herrajes.
- . Tendido y tensado de conductores y cables de guardia.
- . Instalación de puesta a tierra.
- . Instalación de tensores.
- . Ejecución de pruebas.
- . Limpieza final.
- . Desmovilización.

Las tablas de tendido serán proporcionadas por la Empresa Eléctrica.

Para la ejecución de estos trabajos se utilizarán los materiales que a continuación se indican:

- . El acero estructural para las estructuras, incluyendo pernos, crucetas, pies de amigo, tuercas, contratuercas, arandelas, ángulos de anclaje.

- . Postes de hormigón.

- . Los conductores y cables de guardia, en carretes adecuados y en juegos de longitud similar.

- . Aisladores y accesorios, sin ensamblar, incluyendo herrajes.

- . Accesorios para conductores y cables de guardia, incluyendo empalmes para plena tensión, empalmes de conexión, manguitos de reparación guardacabos, varillas de armar en los aisladores tipo poste e hilo de guardia, amortiguadores, stockbridge.

- . Materiales para puesta a tierra, incluyendo:
 - * varillas de puesta a tierra
 - * cables para puesta a tierra
 - * herrajes para puesta a tierra

El contratista del montaje para la ejecución de -

los trabajos deberán suministrar por su cuenta -
los siguientes materiales:

- Pintura para reparación del galvanizado
- Pintura para señalización para las estructuras y herrajes para su instalación.
- Equipo de construcción, materiales y suministros.
- Instalaciones de construcción
- Equipo para pruebas

Esta lista de materiales es típica y no limitativa, del alcance total de materiales que deberán suministrar el contratista.

b. Replanteo:

El contratista deberá ubicar las estructuras a la cota y en la posición que establezcan los planos y los documentos del contrato. Su colocación deberá hacerse en forma de no exceder las siguientes tolerancias"

- Posición:

Las estructuras deberán quedar centradas dentro de los 20 centímetros de la posición estipulada,

a lo largo y a través del eje de la línea.

- Rotación transversal:

El eje transversal de las estructuras no podrá desviarse de la bisetriz del ángulo interior en más de un grado.

c. Excavaciones:

- Generalidades:

El contratista deberá excavar el suelo natural - hasta la profundidad requerida y en las dimensiones mínimas que se indican en los planos.

No habrá pago aparte por excavaciones adicionales que resulte de errores de ubicación o de excavaciones excesivas.

- Excavación:

El contratista hará solamente la excavación estrictamente necesaria y limitará las operaciones a un área de trabajo mínima usando procedimientos eficientes de construcción.

Cuando sea necesario toda la excavación deberá -

protegerse por cercas o taparse con cubiertas -
fuertes removibles según sea el caso.

Cuando la excavación tenga lugar en fincas o -
tierras cultivadas, el suelo vegetal deberá -
apilarse separadamente y colocarse nuevamente -
después de terminado el relleno.

- Desague de excavaciones:

El contratista deberá suministrar bombas y otros
medios para conservar secas las excavaciones du-
rante la colocación del hormigón y relleno.

En terrenos inclinados deberá tomarse las medidas
del caso para extraer el agua sin causar erosión.

d. Transporte de postes:

Los postes construidos y que luego de las pruebas
reglamentarias de recepción hubieran sido aprobados,
se los transportará totalmente planos, apoyados en
varios puntos no permitiendo flexiones; se recomienda
como mínimo tres puntos de apoyo. En el caso de
postes prismáticos, los mismos deberán ir siempre -
apoyados por la cara estrecha o lisa.

La carga en la fábrica y descarga en el punto de emplazamiento se efectuará suspendiendo al poste desde dos puntos, totalmente horizontal.

El acopio o acarreo del poste desde el sitio de descarga o almacenamiento al punto de emplazamiento se lo realizará en forma individual y por métodos que previamente deberán ser aprobados por la fiscalización.

Al almacenar los postes ya sea en fábrica, en el sitio de descarga o en el punto de emplazamiento si éstos son prismáticos (de base rectangular), deberán apoyarse en su cara estrecha o lisa.

Se verificará tanto en la fábrica como en el sitio de emplazamiento, la existencia de fisuras en la superficie del poste. Es permitida la existencia de pequeñas fisuras capilares, inherentes al propio material.

e. Parada de postes:

- Empotramiento del poste de hormigón:

Cuando las características físicas lo permiten,

los postes de hormigón armado pueden ser empotrados directamente en el terreno.

La longitud de empotramiento de los postes en el terreno será la especificada en los planos respectivos.

- Relleno y compactación:

El relleno de los huecos, una vez parado el poste deberá hacerse con el mismo material de la excavación, si a criterio de la fiscalización éste es adecuado, de lo contrario deberá hacérselo con material grueso (grava y/o pedreguillo). El relleno en torno del poste deberá ser ejecutado cuidadosamente por el contratista su compactación deberá ser hecha con compactadores, de preferencia por medios mecánicos, en capas de 15 cm., antes de colocar la capa siguiente. El grado de compactación deberá ser igual o mayor al de la tierra adyacente no removida. No serán admitidos como material de relleno, basura, vegetación y otros materiales indeseables.

Si el material se tornase más húmedo a punto de ser considerado inadecuado para el relleno, el

contratista lo esparcerá y secará hasta que el mismo alcance un grado de humedad adecuado, a juicio de la fiscalización.

Después de plantar el poste, deberá ser verificado su perfecta verticalidad, cuya tolerancia admitida es de 2 mm/m., de la altura libre del poste.

f. Desbroce y limpieza de vía

- Generalidades:

Este ítem consistirá de todos los materiales, equipos de mano de obra y supervisión requerida para el desbroce del derecho de vía de la línea de subtransmisión de conformidad con lo indicado en los planos. El ancho total de la faja de servidumbre es de 16 m., es decir 8 m. a cada lado del eje de la línea.

. Desbroce:

El trabajo a ser ejecutado en esta actividad consiste en la limpieza de la faja de servidumbre de modo que se corte toda la vegetación alta y baja.

En las zonas de cultivo de café, cacao, frutales y otros árboles valiosos el trabajo de corte deberá ser autorizado por la fiscalización y reducido hasta el punto de causar el menor daño sin perjuicios de las distancias de seguridad de la línea. En los sitios de cultivo de caña, ésta deberá ser totalmente erradicada. Durante toda la etapa de desbroce el contratista tomará las precauciones del caso, a fin de que no se desaloje ninguna estaca del levantamiento topográfico.

. Desalojo:

El contratista tendrá a su cargo el desalojo de toda la madera que haya cortado. Se evitará la quema en cuanto sea factible, cuando sea aconsejable efectuar el desalojo quemándolos, se llevará a cabo con la aprobación y bajo la supervisión de la fiscalización.

g. Ensamblaje de crucetas:

- Manejo:

Las crucetas de acero deberán manejarse cuidadosamente para evitar dobladuras o daños al

galvanizado. El izado de estos elementos deberá hacerse con cables de cañamo o de otro material no metálico. No se permitirá el empleo de cuerdas, o alambre desnudo o cadenas de acero. Las piezas de acero de las estructuras no deberán volcarse desde los carros o camiones y deberán ser mantenidos fuera del contacto directo con las plataformas de los vehículos por medio de bloques de madera adecuados. Se deberá usar pedazos de madera como espaciadores para mantener separados los miembros apilados de tal manera de proteger el galvanizado de las superficies.

- Pernos, tuercas y arandelas de presión:

Cada ensamblaje de perno consistirá de: un perno, una tuerca exagonal y una contratuerca. El tamaño o localización de los pernos deberá ser los indicados en los diagramas de fabricación.

Los pernos deberán instalarse de manera tal que permitan efectuar una fácil inspección ocular a las tuercas y contratuerças de ajuste. Los pernos que se instalen verticalmente en las estructuras ya armadas deberán quedar con la cabeza hacia arriba a menos que en esta posición -

sea difícil ajustar las tuercas.

- Reparación de daños:

Los daños que resultaren del ensamblaje de las estructuras deberán ser reparados o reemplazados a costa del contratista.

- Ensamble e instalación de aisladores:

El contratista deberá ensamblar e instalar los conjuntos de herrajes, de los aisladores, de los conductores e hilo de guardia de la línea en conformidad con los planos y con las indicaciones que posteriormente suministre la fiscalización. Los aisladores no deberán sacarse de sus cajas antes de que vayan a instalarse en las estructuras.

Los herrajes deberán estar limpios al instalarse, Los pernos deberán apretarse bien y cualquier perno que muestre signos de daño en la rosca deberá reemplazarse.

h. Ensamblaje e instalación de tensores:

Se instalarán tensores en las estructuras de retención, en las de retención angular y en los terminales, que no fueren autosoportantes, el número de

unidades a instalarse será el que se indique en los planos de estructuras.

Para la sujeción de los tensores, se instalarán plintos de hormigón a una profundidad de dos metros. Sólo en caso de suelos especiales como pantanos por ejemplo y con la aprobación de la fiscalización se podrá usar otro tipo de anclaje.

El cable tensor se sujetará al poste a través de eslabones angulares y perno tipo máquina con sus aditamentos de sujeción y seguridad arandela, tuerca y contratuerca. En ningún caso deberá utilizarse para sujeción del tensor los pernos que sujetan las crucetas.

El cable tensor se sujetará en su parte inferior a una varilla de anclaje, la que estará sujeta al plinto de hormigón a través de una arandela plana cuadrada, tuerca y contratuerca.

Las varillas de anclaje en lo posible y previa la protección de la rosca de la punta inferior mediante cinta aislante u otro tipo de protección, se enterrará a golpes de combo clavándola a una dis

tancia e inclinación adecuada para que su extremo inferior encuentre el plinto de hormigón que será virá de ancla, esta operación se realiza con el fin de no perturbar el terreno natural.

El cable de acero galvanizado se sujetará al eslabón y a la varilla por medio de grapas mordaza - curvas de 3 pernos, debiendo entorcharse los extremos sobrantes del cable, para asegurar el tensor en caso de pérdida de las grapas.

La dirección que deberán llevar los tensores será la paralela a la línea a la cual neutralizan su tensión mecánica.

i. Montaje de cables de guardia y conductores:

- Datos técnicos de los materiales a usarse:

. Generalidades:

El cable de guardia será de acero galvanizado, de alta resistencia, de 7 hilos, 5/16 pulgadas de diámetro, 8000 lb., de resistencia mecánica. El conductor de fase, que se utilizará en la línea de subtransmisión es el siguiente:

TABLA Nº 5.- CARACTERISTICAS DE CONDUCTOR DE FASE

CARACTERISTICAS	CALIBRE 477
Código	HAWK
tipo	ACSR
sección aluminio (mm ²)	241.6
sección total (mm ²)	281.1
diámetro exterior (mm)	21.78
peso unitario (Kg/m)	0.976
tensión de rotura (Kg)	8.860
módulo de elasticidad (Kg/mm ²)	7.700
coeficiente de dilatación lineal/ °C(X10 ⁻⁶)	19.2

Los accesorios estarán compuestos de manguitos de compresión de plena tensión, manguitos de compresión para reparaciones, puentes de conexión, varillas de armar, amortiguadores, etc.

- Instalación:

. Estructuras de defensa:

El contratista deberá suministrar y montar las estructuras de defensa tan fuertes como se requieran para realizar en forma segura los cruces con líneas de transmisión, líneas de comu

nicación, caminos, ferrocarriles y otras -
obras. Las estructuras serán capaces de so-
portar las fuerzas del conductor y el viento.

. Varillas de armar:

El contratista deberá instalar cuidadosamente
cada varilla de armar en forma que los extre-
mos del conjunto completo queden razonablemen-
te alineados en el mismo plano sin que ningun-
a varilla quede sobresaliendo más de 1.3 cm.
sobre las otras, y sin que los extremos de -
las varillas queden desiguales entre uno y
otro cualquiera en más de 2 cm. de longitud.

- Tendido:

El cable de guardia y el conductor de fase de-
berá ser instalados de acuerdo con los planos y
las tablas que suministra la empresa eléctrica.
Todos los elementos que se usen para el tendi-
do deberán ser de diseño, materiales y acabado
que impidan cualquier daño a los cables y su uso
deberá ser aprobado por la fiscalización. El ten-
dido de los conductores se hará ejerciendo un -
control cuidadoso y utilizando equipos mecánicos

provistos de cabrestantes dentados. Para asegurar que la tensión del conductor no fluctúe in debidamente ni exceda los valores especificados se proveerá un sistema de registro de tensión - en el extremo de tensar. Estos equipos deberán tener doble tambor con un diámetro no menor - que 30 veces el diámetro del conductor.

La superficie de contacto del tambor deberá ser acanalada para acomodar el cable de tendido o - el conductor. Las acanaladuras deberán ser re vestidas con material plástico durable. El tam bor deberá tener espacio para acomodar al menos tres vueltas y media del conductor.

Los equipos de construcción que tengan grapas o dispositivos para templar deberán ser de un ti po tal que entre el movimiento de los hilos o capas de conductor. Los cables de templado se rán cable piloto no rotativo, para evitar esfuerzos de enrollado o de torque sobre el conduc tor.

La línea de templado estará unida a los conductores por medio de eslabones giratorios. Los -

eslabones deberán ser suficientemente pequeños, para pasar por las poleas de tendido sin dañar la polea y deberán tener rodamiento de bolas y podrán girar libremente bajo carga para eliminar el torque que podría causar torceduras y nudos en el conductor.

j. Templado:

- Generalidades:

El templado de conductores e hilo de la guardia se efectuará a más tardar 48 horas después que los conductores hayan sido colocados en las poleas. El templado se efectuará únicamente después que se ha terminado el tendido de todos los conductores e hilos de guardia en la respectiva sección o subsección. El templado se hará en base a tensiones iniciales. No se permitirá pretensado de los conductores. Los datos de flechas y tensiones serán suministrados por la empresa. La longitud de la sección a ser templada se limitará de tal modo que se obtenga un templado satisfactorio y en ningún caso se excederá los cuatro kilómetros.

La operación de templado se efectuará únicamente

bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento y con temperatura sobre 0°C.

. Método de templado:

En todos los sectores comprendidos entre retenciones deberán ser medidas las flechas en los vanos de control que serán uno por lo menos, para tramos de 6 a 10 vanos con dos medidas de flecha y para tramos mayores de 11 vanos con tres medidas de flecha.

El templado del conductor se hará en la siguiente forma:

- * primero, el cable de guardia
- * segundo, el conductor de fase superior
- * tercero, el conductor de fase intermedia
- * último, el conductor de fase inferior.

Se permitirá una tolerancia de más de 20 cm., y menos del 3 % de los valores de flechas tabuladas en cualquier vano, comprobando que se obtengan los espaciamentos a tierra necesarios y que las cadenas de suspensión de aisladores mantengan su posición vertical después del engramado.

Se medirá la temperatura del conductor con un termómetro de buena precisión. Se sacará el núcleo de una longitud de cuatro metros de longitud de conductor, se incertará el termómetro en este espacio vaciado del núcleo y la longitud de conductor se pondrá a pleno sol y a una altura de por lo menos cuatro metros sobre el suelo y durante un período no menor a 30 minutos antes de la operación de templado. La temperatura que se lea se usará como temperatura de templado.

k. Instalación de puesta a tierra:

- Generalidades:

El contratista deberá proveer toda la mano de obra materiales y equipo requeridos para medir la resistividad eléctrica del terreno en cada sitio de la estructura, para medir la resistencia de pie de estructura y para instalar los sistemas de puesta a tierra.

- Medida de la resistividad eléctrica del terreno:

Durante el levantamiento final y la localización del punto central de cada estructura, el contratista deberá medir la resistividad del terreno en ese

punto y suministrar a la Empresa un informe que contenga la siguiente información:

- . Numeración de la estructura
- . fecha de la medición
- . resistividad eléctrica del suelo
- . clasificación del suelo
- . condición del suelo
- . tipo de puesta a tierra recomendado.

La fiscalización analizará los resultados suministrados y aprobará el tipo de instalación de puesta a tierra requerido en cada estructura.

- Medida de resistencia:

Una vez terminada la erección de los postes y la instalación de la varilla de puesta a tierra y antes de la instalación de los conductores e hilo de guardia, el contratista deberá medir la resistencia a tierra de la estructura y el método de medida será aprobado por la fiscalización.

- Varillas para puesta a tierra:

Las varillas para puesta a tierra son de acero galvanizado 5/8" por 6 pies. El cable de conexión deberá enterrarse al menos 50 cm., por debajo del

suelo. La parte de arriba de las varillas de puesta a tierra deberá quedar a 50 cm. por debajo de la superficie normal del terreno. Las varillas de puesta a tierra deberán hincarse o colocarse en agujeros perforados y cementarse con lechada, en caso de roca.

- Cables de puesta a tierra:

Los cables de conexión para varillas de puesta a tierra y contrapesos son de calibre N° 4 AWG de Copperweld templado.

1. Amortiguadores de vibración:

El contratista deberá instalar los amortiguadores de vibración, del tipo y en la ubicación que se indica en los planos. El peso y ubicación de los amortiguadores de vibración para conductores e hilo de guardia serán los que aparezcan en los planos o los que indique la fiscalización.

m. Inspecciones y pruebas:

- Inspecciones:

Las inspecciones deberán tener lugar durante la construcción de la línea y antes de la recepción provisional. Durante la inspección la fiscalización junto al contratista prepararán una lista de

los materiales instalados y anotarán todos los defectos de construcción encontrados. El contratista estará obligado a corregir estos defectos de conformidad con los términos y estipulaciones del contrato.

Los siguientes items recibirán especial atención - durante las inspecciones.

- . Inspección visual de la zona de derecho de vía
- . Revisión de las estructuras y fundaciones
 - * revisión de la condición general de todo elemento metálico galvanizado.
 - * verificar que los pernos están correctamente - apretados.
 - * verificar el tipo y altura de cada estructura.
 - * verificar el tipo de cada fundación.
 - * verificar que se usaron los herrajes correctos.
 - * verificar el tipo y condición de los ensamblajes de aisladores.
 - * revisar la instalación de los amortiguadores - tipo stock bridge.
- . Revisión de conductores y de hilo de guardia:
 - * revisar el tendido de conductores e hilo de guardia.

Las No. _____

- * revisar el templado
- * revisar la unión de conductores e hilo de guardia.
- * revisar las derivaciones de los conductores
- * verificar que los cruces estén de acuerdo - con las especificaciones.

- Pruebas:

Las pruebas deberán efectuarse antes de la recepción provisional y final de la línea de transmisión. Las pruebas serán efectuadas por la fiscalización y por el contratista, así:

. ensayos de puesta a tierra:

- * medición de la resistencia de las conexiones a tierra, en 10 % de las estructuras, puestas a tierra.

. ensayos de aislamiento y de continuidad eléctrica:

- * pruebas de aislamiento, fase a fase y fase a tierra.
- * pruebas de continuidad, en conductores de la misma fase y en hilos de guardia aéreos.

. Energización de la línea de transmisión

- * energización de voltaje reducido
- * energización de voltaje nominal

Todos los equipos necesarios para la ejecución de las pruebas y ensayos serán proporcionados por el contratista.

Estará a cargo del contratista la realización de todas las correcciones o reparaciones requeridas hasta cuando las pruebas sean satisfactorias de conformidad con estas especificaciones.

4.2. ELABORACION DEL PRESUPUESTO

4.2.1. Determinación del diagrama de barras

Según las especificaciones técnicas de la línea que vamos a analizar el presupuesto, tenemos 11 estructuras cada 2 Kms. y son del siguiente tipo:

85 % SGL

8 % RHGL

3.5 AHGL

1.25% THGL

1.25% SHGL

En nuestro caso tenemos: 11 estructuras cada 2 Kms. x 15 Kms. = 165 estructuras.

Las cuales tendrán las siguientes características según el tipo de estructura. (Ver Apéndice A)

	ESTRUCTURAS	POSTES	TENSORES
SGL	142	142	--
RHGL	13	2x13= 26	8x13= 104
AHGL	6	2x6= 12	6x6= 36
THGL	2	2x2= 4	8x2= 16
SHGL	2	2x2= 4	-
TOTAL:	165	188	156

Para determinar el Diagrama de Barras, primeramente debemos desglosar en distintas actividades la construcción de la línea, además utilizar los distintos rendimientos medios según la experiencia así:

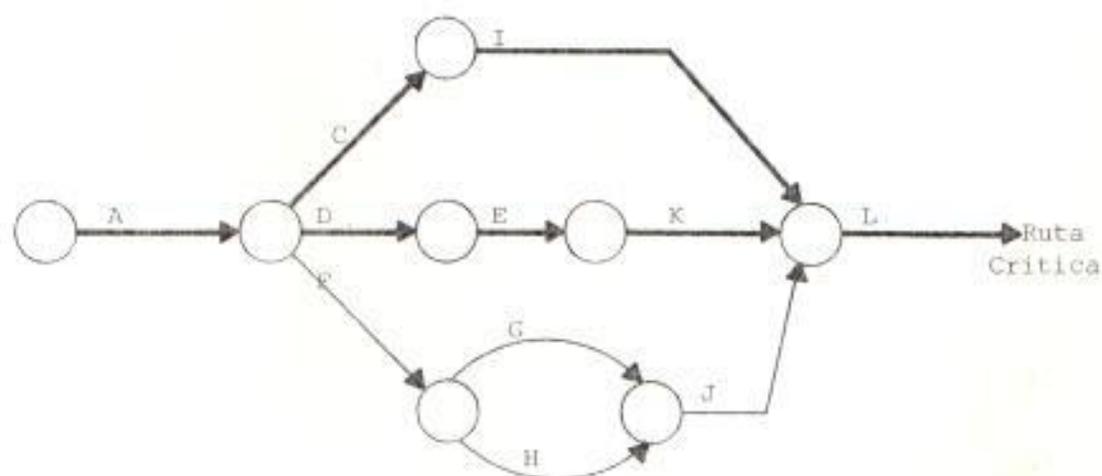
TABLA N° 6.- TABLA DE RENDIMIENTOS MEDIOS

ACTIVIDADES	REND. MEDIOS	CANTIDAD	DIAS
A	Instalación de obra	-	5
B	Replanteo	1.5 Km/día	30 Km.
C	Excavación	5 huecos/día	188 huecos
D	Transporte de postes	12 postes/día	188 postes
E	Parada de postes	6 postes /día	188 postes
F	Desbroce	1 Km/día	30 Km.
G	Vestido de estructuras		
	SGL	10 estruc/día	142 estruc. 14
	HGL	5 estruc/día	23 estruc. 5
H	Instalación de tensores	8 tensores/día	156 tensores
I	Tendido de conductores	4 Km./semana	30 Km.
J	Puestas a tierra	6/día	83
K	Colocación de amortiguador	36/día	996
L	Pruebas	-----	-----
			5

*Los rendimientos medios dependen del personal y equipo utilizado.-

TABLA N° 8.- CALCULO DE LA RUTA CRITICA

ACTIVIDADES	PREDECESOR	SUCESOR	DURACION	ES	EF	LS	LF	HT	HL
A	-	C,D,F	5	0	5	0	5	0	0 ^o
B	-	E	20	0	20	1	21	1	1
C	A	I	38	5	43	5	43	0	0 ^o
D	A	E	16	5	21	5	21	0	0 ^o
E	D,B	K	31	21	52	21	52	0	0 ^o
F	A	G,H	30	5	35	17	47	12	0
G	F	J	19	35	54	47	66	12	0
H	F	J	19	35	54	47	66	12	0
I	C	L	37	43	80	43	80	0	0 ^o
J	G,H	L	14	54	68	66	80	12	12
K	E	L	28	52	80	52	80	0	0 ^o
L	I,J,K	-	5	80	85	80	85	0	0 ^o



Duración: $5+16+31+28+5=85$ días=17 semanas=4.25 meses

Tiempo de ejecución: 85 días laborables $\times \frac{360 \text{ días calendario}}{233 \text{ días laborables}} = 131$ días calendario.

131 días calendario = 4.4 meses.

4.2.2. Cálculo de los costos indirectos

Una vez calculado la duración del proyecto que en este caso es 4.4 meses procedemos a obtener los costos indirectos totales:

A. Administración Central (Proporcional) (30%)

A.1. Personal:

1 Gerente:

Sueldo básico: S/.100.000,00

Gtos. de Representación S/.50.000,00
Gtos. Varios:

Gtos. de Movilización " 50.000,00

S/.200.000,00x1.23(Benf.de Ley)=246.000= S/.240.000,00

	CTO/mes	Meses	TOTAL
1 Gerente (240.000,00)	7.200	4.4	316.800
1 Secretaria(30.850)	9.255	4.4	40.722
1 Contador(35.500)	10.650	4.4	46.860
1 Mensajero(22.000)	6.600	4.4	29.040

A.2. Alquileres y servicios:

Oficina	24.000	4.4	105.600
Servicios	3.600	4.4	15.840
Pasajes(Global)			10.000

TOTAL A : S/.564.862

	Costo/mes	Meses	TOTAL
B. Administración de Obra:			
B.1. Personal:			
1 Jefe de Personal	50.000	4,4	220.000
1 Auxiliar de Oficina	25.000	4,4	110.000
1 Bodeguero	35.000	4,4	154.000
1 Guardián	30.000	4,4	132.000
B.2. Muebles y Enseres:			
Boedga (global)			80.000
Taller (global)			60.000
Camioneta 1 ton.	116.496	4,4	512.582,4
B.3. Alquiler y Servicios:			
Bodega	10.000	4,4	44.000
Casas para vivienda	6.000	4,4	26.400
Servicios	3.000	4,4	13.200
T O T A L B :			S/.1'252.182,4

C. Supervisión de Obra

C.1. Personal:

1 Ingeniero Superintendente de Obra (50 %)	92.500	4.4	407.000
1 Auxiliar técnico	48.000	4.4	211.200
1 Chofer	28.551	4.4	125.624,4

C.2. Equipo General:

1 Camioneta 1 tn.4x4	141.528	4.4	622.723,2
Comunicaciones (global)			10.000

C.3. Alquileres y Servicios:

Oficina de Campo	10.000	4.4	44.000
Servicios	5.000	4.4	22.000
Pasajes(global)			20.000

T O T A L C : S/. 1'462.547,6

D. Gastos Generales:

D.1. Gastos de Propuesta:

Elaboración (global)	150.000
Garantías (global)	30.000

D.2. Gastos de contrato:

Garantías (global)	60.000
Anticipo: $20\%(\text{monto total}) = 0.2(15'000.000)$	
$= 3'000.000$	
$4\%(3'000.000) \times \frac{180}{360} = 5/.60.000$	
Seguros (global)	60.000
Contribuciones (global)	75.000

D.3. Seguridad Industrial:

Medicinas (global)	
Ropa de trabajo (global)	300.000

T O T A L D : S/. 675.000

COMPUTO DE COSTOS INDIRECTOS

CONCEPTO	CONTRATO		TOTAL
	COSTO/MES	MESES	
A. Administración Central (Proporcional) 30 %			
A.1. Personal:			
1 Gerente	72.000	4,4	316.800
1 Secretaria	9.255	4,4	40.722
1 Contador	10.650	4,4	46.860
1 Mensajero	6.600	4,4	29.040
A.2. Alquileres y servicios:			
Oficina	24.000	4,4	105.600
Servicios	3.600	4,4	15.840
Pasajes (global)			10.000
			<u>564.862</u>
T O T A L A :			
B. Administración de Obra			
B.1. Personal:			
1 Jefe de Personal	50.000	4,4	220.000
1 Auxiliar de Oficina	25.000	4,4	110.000
1 Bodeguero	35.000	4,4	154.000
1 Guardián	30.000	4,4	132.000
B.2. Muebles y Enseres:			
Bodega(global)			80.000
Taller (global)			60.000
Camionete, 1 ton.	116.496	4,4	512.582,4
B.3. Alquiler y Servicios:			
Bodega	10.000	4,4	44.000
Casas para vivienda	6.000	4,4	26.400
Servicios	3.000	4,4	13.200
			<u>1.352.182,4</u>
T O T A L B :			
C. Supervisión de Obra			
C.1. Personal:			
1 Ing. Superintendente de obra (50%)	92.500	4,4	40.700
1 Auxiliar técnico	48.000	4,4	211.200
1 Chofer	28.551	4,4	125.624,4

Viene.....

- C.2. Equipos Generales:
 1 Camioneta 1 ton. 4x4
 Comunicaciones (global)
- C.3. Alquileres y Servicios:
 Oficina de Campo
 Servicios
 Pasajes (global)

141.528	4,4	622.723,4
		10.000
10.000	4,4	44.000
5.000	4,4	22.000
		20.000
		<u>1'462.547,6</u>

T O T A L C:

- D. Gastos Generales
- D.1. Gastos de propuesta:
 Elaboración (global)
 Garantías (global)
- D.2. Gastos de contrato:
 Garantías (global)
 Seguros (global)
 Contribuciones (global)
- D.3. Seguridad Industrial:
 Medicinas (global)
 Ropa de trabajo (global)

150.000		
30.000		
60.000		
60.000		
75.000		
		<u>300.000</u>
		675.000

T O T A L D:

TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS: A + B + C + D = 564.862 + 1'352.182,4 + 1'462.547,6 + 675.000 = \$ / 4'054.592

4.2.3. Cálculo de los costos directos y presupuesto global

En lo referente a los costos directos, en primer lugar calcularemos el costo efectivo por hora de la mano de obra que utilizaremos en ésta construcción, luego encontraremos el costo horario del equipo principal de construcción y montaje, y teniendo en cuenta que la mayoría de los materiales que necesitaremos nos proporcionará la empresa contratante, calcularemos los costos directos unitarios y totales para cada actividad.

A continuación obtendremos el costo directo total del proyecto que, junto al costo indirecto total encontraremos el Presupuesto Global.

Finalmente, teniendo la relación que existe entre el Costo Directo Total y el Costo Indirecto Total, calcularemos con éste porcentaje los costos indirectos de cada actividad y por consiguiente los precios unitarios para cada rubro.

TABLA N° 10

MEMO DE OBRA DIRECTA COMPUTO DEL COSTO EFECTIVO POR HORA

REF. CATEGORIA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	SND	SNM	13er. S.	14to. S.	15to. S.	BONF.	COMP.	IESS	TRANS	ALIM.	SUBT.	SRD
												COSTO/ HORA.
01 Topografo	740	22200	63.67	66.67	27.78	16.67	50.00	141.93	0.00	1.000	2104.71	3304.4
02 Capataz Liniero	900	27000	75.00	66.67	27.78	16.67	0.00	172.62	0.00	1.000	2258.73	3546.2
03 Capataz Civil	509	15270	42.42	66.67	26.97	16.67	50.00	97.63	0.00	500	1309.34	2055.7
04 Operador E-Q.	860	25800	71.67	66.67	27.78	16.67	0.00	164.95	0.00	500	1707.73	2681.1
05 Liniero A	810	24300	67.50	66.67	27.78	16.67	40.00	155.36	0.00	500	1683.97	2643.8
06 Liniero B	509	15270	42.42	66.67	26.97	16.67	50.00	97.63	0.00	500	1309.34	2055.7
07 Oficial	463	13290	36.92	66.67	24.77	16.67	50.00	84.97	0.00	200	949.15	1490.2
08 Albañil, Fie- xero, carpin- tero.	480	14400	40.00	66.67	26.00	16.67	50.00	92.06	0.00	200	971.40	1525.1
09 Chofer A	620	18600	51.67	66.67	27.78	16.67	50.00	118.92	0.00	500	1451.69	2279.1
10 Jornalero	400	12000	33.33	66.67	23.33	16.67	50.00	76.72	21.33	200	888.05	1394.2

TABLA N°11. -COSTO HORA DE EQUIPO(PRINCIPAL DE CONSTRUCCION Y MONTAJE)

REF.	E Q U I P O	COSTO DE Adquis.	CARGOS Deprec. Int.	FIJOS			C O N S U M O S			COSTO HORA.	
				Seg.	Alm.	Mant. Comb.	Inubr.	Varios			
01	Camión Grúa Hídr. (8) ton.	12'000000	960	900	144	19.2	480	60	43.2	5.2	2611.6
02	Camión Plataforma (8) ton.	8'000000	640	600	96	12.8	320	60	28	4.4	1761.2
03	Camión Plataforma (4) ton.	6'000000	480	450	72	9.6	240	45	19.2	3.2	1319
04	Camioneta (2) Ton. 4x4	3'500000	280	262.5	42	5.6	140	62.5	20.2	4.1	816.9
05	Camioneta (2) ton.	2'500000	200	187.5	30	4	100	62.5	20.2	4.1	608.3
06	Camioneta (1) ton. 4x4	2'500000	200	187.5	30	4	100	50	15	3.2	589.7
07	Camioneta (1) ton.	2'000000	160	150	24	3.2	80	50	15	3.2	485.4
08	Equipo principal de tendido: pulley, freno, rebobinador, cable, piloto y accesorios.....	12'000000	960	900	144	19.2	480	182.5	38	11	2734.7
09	Poleas de tendido conjunto 40 unidades.....	2'000000	160	150	24	3.2	80	-	-	3.2	420.4
10	Concretera (1) saco	400000	32	30	4.8	0.6	9.6	30	22.4	2.6	132
11	Trayler (20) ton.	13'000000	1040	975	156	20.8	884	156	97	12.6	3341.4
12	Tractor (D-6)	15'000000	1200	1125	180	24	1020	156	97	12.6	3814.6

TABLA N° 12

EQUIPOS VARIOS DE CONSTRUCCION Y MONTAJE, COSTOS HORA

	E Q U I P O	COSTO/HORA
13	TEODOLITO	625
14	NIVEL	625
15	VIBRADOR	375
16	COMPACTADOR	375
17	BOMBA DE AGUA	375
18	MOTOSIERRA	375
19	FLUJA PARA MONTAJE	125
20	TIRFOR 3 ton.	100
21	TIRFOR 1.5 ton.	100
22	HERRAMIENTA PARA EXCAVACION Y COMPACTACION	150
23	HERRAMIENTA PARA ARMADO DE ESTRUCTURAS	150
24	HERRAMIENTA PARA DESBROCE	100
25	WALKIE - TALKIES	100
26	EQUIPO DE MEDICION	250

PRECIO UNITARIO

TABLA# 4.1

ITEM: 1		UNIDAD: Km.		CANT: 30							
ACTIVIDAD: REPLANTEO DEL PUNTO CENTRAL		REND / HR: 0.1875 Km/h		Nº HOMB: 8							
COSTO POR HORA				COSTO UNITARIO							
MANO DE OBRA			EQUIPOS								
REF	CANT	Ocupacion	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
01	1	Topografo	413	07	1	Camioneta 1 tn.	485.4				
07	2	Oficial	372.6								
09	1	Chofer	284.9	13	1	Teodolito	625				
10	4	Jornaleros	697.2	24	1	Herramientas	100				
				25	1	Walkie-Talkies	100				
TOTAL			1767.7	TOTAL			1310.4	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS				COSTOS TOTALES							
UNIT. M. D. OBRA		9427.7		UNIT. DIRECTO		16416.5		HORAS TO:			
UNIT. EQUIPO		6988.8		36.5% INDIRECTO		6320.3		HORAS HOMB 1280			
UNID. MATERIAL		16416.5		SUBTOTAL		22736.8		PROYECTO			
UNIT. TOTAL		492495.0		12% UTILIDAD		2728.4		167			
TOTAL		492495.0		TOTAL UNITARIO		25465.2					
				TOTAL		763956.0					

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.2

ITEM: 2		UNIDAD: Km		CANT: 30							
ACTIVIDAD: Desbroce y limpieza de vía		REND / HR: 0.125 km/h.		NºHOMB: 12.5							
COSTOS POR HORA				COSTO UNITARIO							
MANO DE OBRA			EQUIPOS								
REF	CANT	OCCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
07	2	Oficial	372.6	18	2	Motosierra	750				
10	10	Jornaleros	1743.0	24	1	Herramienta	100				
09	0.5	Chofer	142.4	07	0.5	Camioneta 1 ton.	242.7				
TOTAL			2258.0	TOTAL			1092.7	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS				COSTOS TOTALES							
UNIT M D OBRA	18064.0		UNIT DIRECTO	26805.6		HORAS		240			
UNIT EQUIPO	8741.6		38.5% INDIRECTO	10320.1		HORAS HOMB		3000			
UNIT MATERIAL			SUBTOTAL	37125.7		PROYECTO:					
UNIT TOTAL	26805.6		12% UTILIDAD	4455.1							
TOTAL	804168.0		TOTAL UNITARIO	41580.8							168
				TOTAL		1'247424.0					

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.3

ITEM 3		UNIDAD c/u		CANT 188							
ACTIVIDAD EXCAVACION		REND/HR		0.625 huecos / N° HOMB 10.75							
COSTOS POR HORA											
MANO DE OBRA			EQUIPOS								
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
03	0.5	Capataz civil	128.5	07	0.25	Camioneta 1 ton.	121.3				
07	2	Oficial	372.6	22	1	Herramientas	150				
10	8	Jornaleros	1394.4								
09	0.25	Chofer	71.2								
TOTAL			1966.7	TOTAL		TOTAL	271.3	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS						COSTOS TOTALES					
UNIT M D OBRA			3146.8	UNIT DIRECTO			3580.9	HORAS 301			
UNIT EQUIPO			434.1	38.5% INDIRECTO			1378.6	HORAS HOMB 3236			
UNIT MATERIAL				SUBTOTAL			4959.5				
UNIT TOTAL			3580.9	12% UTILITARIO			595.1				
TOTAL			673209.0	TOTAL UNITARIO			5554.6	PROYECTO 169			
TOTAL			673209.0	TOTAL			1'044264.8				

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.4

ITEM 4		UNIDAD g/u		CANT 188							
ACTIVIDAD Transporte de postes		REND/HR 1.5 postes/h		Nº HOMB 8.5							
COSTOS POR HORA		COSTO UNITARIO									
MANO DE OBRA		EQUIPOS									
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
02	1	Capataz Liniero	443.3	12	1	Trayler 20 ton.	3814.6				
03	1	Capataz Civil	257.0	01	0.5	Camión Grúa Hídr. 8ton.	1305.8				
04	1.5	Operador	502.6	22	1	Herramientas	150				
07	1	Oficial	186.3								
10	4	Jornaleros	697.2								
TOTAL			2086.4	TOTAL			5270.4	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS			COSTOS TOTALES								
UNIT M. D. OBRA	1391.0		UNIT DIRECTO	4904.6		HORAS 125					
UNIT EQUIPO	3513.6		385% INDIRECTO	1888.3		HORAS HOMB 1062					
UNIT MATERIAL	4904.6		SUBTOTAL	6792.9		PROYECTO					
UNIT TOTAL	922064.8		12% UTILIDAD	815.1							
TOTAL	922064.8		TOTAL UNITARIO	7608.0							
			TOTAL	1'430304.0							

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.5

ITEM	COSTOS POR HORA				UNIDAD	c/u	CANT	188			
ACTIVIDAD	Parada de postes (Incluye colocación de loza inf. y sup.)				REND / HR	0.75 Postes/h	Nº HOMB	8			
COSTOS DE OBRA				COSTO UNITARIO							
EQUIPOS				MATERIALES							
REF.	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
02	1	Capataz Liniero	443.3	01	1	Camión grúa hydr. 8ton.	2611.6	1	Lozeta de hormigón	m ³	15000
03	1	Capataz civil	257.0								
04	1	Operador	335.1	22	1	Herramientas	150				
07	1	Oficial	186.3								
10	4	Jornaleros	697.2								
TOTAL			1918.9	TOTAL			2761.6	TOTAL			15000
COSTOS DIRECTOS				COSTOS TOTALES							
UNIT M D OBRA			2558.5	UNIT DIRECTO			21240.6	HORAS			251
UNIT EQUIPO			3682.1	38.5% INDIRECTO			8177.6	HORAS HOMB			2008
UNIT MATERIAL			15000.0	SUBTOTAL			29418.2				
UNIT TOTAL			21240.6	12% UTILIDAD			3530.2				
TOTAL			3'993232.8	TOTAL UNITARIO			32948.4	PROYECTO			171
TOTAL				TOTAL			6'194299.2				

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.6

ITEM 6		UNIDAD c/u		CANT 142				
ACTIVIDAD Ensamblaje de estructura suspensión SGL		REND/HR 1.25 est/h		Nº HOMB 6.5				
COSTOS POR HORA		COSTO		UNITARIO				
MANO DE OBRA		EQUIPOS		MATERIALES				
REF	CANT	Ocupacion	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
05	1	Liniero A	330.5	04	0.5	Carioneta 4x4-2 tn.		408.4
07	2	Oficiales	372.6	23	1	Herramientas		150
10	2	Jomaleros	348.6	19	1	pluma para montaje		125
06	1	Liniero B	257.0					
09	0.5	Chofer	142.4					
TOTAL			1451.1	TOTAL				683.4
COSTOS DIRECTO		COSTO TOTALES		HORAS 114				
UNIT M D OBRA		UNIT DIRECTO	1160.9	UNIT DIRECTO		1707.6		
UNIT EQUIPO	546.7	385% INDIRECTO	546.7	385% INDIRECTO		657.4		
UNIT MATERIAL		SUBTOTAL		SUBTOTAL		2365.0		
UNIT TOTAL		12% UTILIDAD	1707.6	12% UTILIDAD		283.8		
TOTAL	242479.2	TOTAL UNITARIO		TOTAL UNITARIO		2648.8		
		TOTAL		TOTAL		376129.6		
				HORAS HOMB		741		
				PROYECTO		172		

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.7

ITEM 7		UNIDAD c/u		CANT 23			
ACTIVIDAD Ensamblaje estructura de suspensión SBCI, RBGL, AHGL, THGL		REND/HR 0.625 est/h		Nº HOMB 6.5			
COSTOS POR HORA							
MANO DE OBRA			MATERIALES				
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
05	1	Liniero A	330.5	04	Camioneta 4x4 2 ton.		408.4
07	2	Oficiales	372.6	23	Herramienta		150
10	2	Jornaleros	348.6	19	Pluma para montaje		125
06	1	Liniero B	257.0				
09	0.5	Chofer	142.4				
TOTAL			1451.1	TOTAL			683.4
COSTOS DIRECTOS			COSTOS TOTALES			HORAS 36.8	
UNIT M D OBRA			2321.8	UNIT DIRECTO			3415.2
UNIT EQUIPO			1093.4	38.5% INDIRECTO			1314.8
UNIT MATERIAL				SUBTOTAL			4730.0
UNIT TOTAL			3415.2	12% UTILIDAD			567.6
TOTAL			78549.6	TOTAL UNITARIO			5297.6
				TOTAL			121844.8
							239
							PROYECTO
							173

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.8

ITEM 8		UNIDAD c/u		CANT 156							
ACTIVIDAD Instalación de tensores		REND/HR tensor/h		Nº HOMES 13							
COSTOS POR HORA		COSTO UNITARIO									
MANO DE OBRA		EQUIPOS									
REF	CANT	OCCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
05	1	Liniero A	330.5	04	1	Camioneta 4x4-2 ton.	816.9				
07	1	Oficial	186.3	22	1	Herramientas	150				
10	4	Jornaleros (para arma dura de tensores)	697.2	16	1	Compactador	375				
10	6	Jornaleros (para excav y relleno).	1045.8								
09	1	Chofer	284.9								
TOTAL			2544.7	TOTAL			1341.9	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS		COSTOS TOTALES									
UNIT M D OBRA			2544.7	UNIT DIRECTO		3886.6					
UNIT EQUIPO			1341.9	38.9% INDIRECTO		1496.3					
UNIT MATERIAL				SUBTOTAL		5382.9					
UNIT TOTAL			3886.6	12% UTILIDAD		645.9					
TOTAL			606309.6	TOTAL UNITARIO		6028.8					
				TOTAL		940492.8					
				HORAS 156							
				HORAS HOMB 2028							
				PROYECTOS		174					

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.9

ITEM 9		COSTOS POR HORA				UNIDAD c/u	CANT 83
ACTIVIDAD Colocación varillas de puesta a tierra						REND/HR 0.75/h	Nº HOMB 5.5
COSTOS DE OBRA		EQUIPOS				COSTO UNITARIO	
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO
05	1	Líniéro A	330.5	25	1	Equipo de medición	100
07	2	Oficiales	372.6	07	0.5	Camioneta 1 ton.	242.7
10	2	Jornaleros	348.6				
09	0.5	Chofer	142.4				
TOTAL		1194.1		TOTAL		342.7	
COSTOS DIRECTOS		COSTOS TOTALES				HORAS 111	
UNIT M D OBRA		1592.1	UNIT DIRECTO	1915.7			
UNIT EQUIPO		323.6	38.5% INDIRECTO	737.5			
UNIT MATERIAL			SUBTOTAL	2653.2	HORAS HOMB 610		
UNIT TOTAL		1915.7	17% UTILIDAD	318.4	PROYECTO		
TOTAL		159003.1	TOTAL UNITARIO	2971.6	175		
			TOTAL	246642.8			

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.10.1

ITEM 10		Tendido de conductor.		UNIDAD No- trifásico		CANT 30	
ACTIVIDAD		a) Instalaciones de poleas y pago de piloto		REND/HR 0.25 Km/h		Nº HOMB 16	
COSTOS POR HORA				COSTO UNITARIO			
MANO DE OBRA				EQUIPOS			
REF	CANT	OCCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO
02	1	Capataz Líniere	443.3	09	1	Juego de poleas	420.4
06	2	Liniereos B	514.0	06	1	Camioneta 4x4-1ton.	589.7
10	10	Jornaleros	1743.0	23	1	Herramientas	150
07	2	Oficiales	372.6				
09	1	Chofer	284.9				
TOTAL			3357.8	TOTAL			1160.1
UNIT M D OBRA				HORAS 120			
UNIT EQUIPO				HORAS HOMB 1920			
UNIT MATERIAL				PROYECTO			
UNIT TOTAL				TOTAL			
			13431.2	UNIT DIRECTO			18071.6
			4640.4	38.5% INDIRECTO			6957.6
			18071.6	SUBTOTAL			25029.2
				12% UTILIDAD			3003.5
				TOTAL UNITARIO			28032.7
TOTAL			542148.0	TOTAL			840.981.0

PRECIO UNITARIO

TABLA // 4.10.2

ITEM 10		UNIDAD Km-trifásico		CANT 30							
ACTIVIDAD		Tendido de conductor 477 MM-tipo ACSR		REND / HR 0.25 Km/h							
		b) Tendido de conductor		Nº HOMB 17.5							
COSTOS POR HORA											
MANO DE OBRA			EQUIPO								
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
02	1	Capataz Líniere	443.3	01	0.5	Camión Grúa 8 ton.	1305.8				
05	1	Liniere A	330.5	04	1	Camioneta 4x4 2ton.	816.9				
06	2	Liniere B	514	08	1	Equipo de tendido	2734.7				
07	4	Oficiales	745.2	09	1	Juego de Poleas	420.4				
10	6	Jornaleros	1045.8	20	1	Tirfor 2 ton.	100				
04	2	Operadores	670.2	23	1	Herramientas	150				
09	1.5	Choferes	427.3	25	1	Walkie-Talkie	100				
TOTAL			4176.3	TOTAL			5627.8	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS			COSTOS TOTALES			HORAS			120		
UNIT M D OBRA			16705.4	UNIT DIRECTO			39216.6	HORAS HOMB			2100
UNIT EQUIPO			22511.2	36.5% INDIRECTO			15098.4	PROYECTO			177
UNIT MATERIAL				SUBTOTAL			54315.0				
UNIT TOTAL			39216.6	12% UTILIDAD			6517.8				
TOTAL			1176498.0	TOTAL UNITARIO			60832.8				
				TOTAL			1'824984.0				

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.10.3

ITEM 10		Tendido de conductor 477. MM-ACSR		UNIDAD	CANT	30
ACTIVIDAD		c) Regulación y engrape		REND/HR	0.5 km/h	Nº HOMB 10
COSTO POR HORA				COSTO UNITARIO		
MANO DE OBRA				MATERIALES		
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	TOTAL
01	1	Topógrafo	413.0	04	1	816.9
02	1	Capataz Liniero	443.3	09	1	420.4
05	1	Linieros A	330.5	20	1	100
06	2	Linieros B	514.0	23	1	150
07	4	Oficiales	745.2			
09	1	Chofer	284.9			
TOTAL			2730.9	TOTAL		1487.3
TOTAL				TOTAL		
UNIT M D OBRA				HORAS 60		
UNIT EQUIPO				HORAS HOMB 600		
UNIT MATERIAL				PROYECTO		
UNIT TOTAL				178		
TOTAL				TOTAL		
5461.8				UNIT DIRECTO		
2974.6				38.5%, INDIRECTO		
8436.4				SUBTOTAL		
				12%, UTILIDAD		
				TOTAL UNITARIO		
253092.0				8436.4		
				3248.0		
				11684.4		
				1402.1		
				13086.5		
				392595.0		

PRECIO UNITARIO

TABLA# 4.11

ITEM 11		UNIDAD c/u		CANT 996							
ACTIVIDAD		Instalación de amortiguadores		REND/HR 4.5/h N° HOMB 6							
COSTOS POR HORA				COSTO UNITARIO							
MANO DE OBRA				MATERIALES							
REF	CANT	OCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL	
05	1	Liniero A	330.5	06	1	Camioneta 4x4 1 ton.	589.7				
06	2	Liniero B	514.0	23	1	Herramientas	150				
07	2	Oficiales	372.6								
09	1	Chofer	284.9								
TOTAL			1502.0	TOTAL			739.7	TOTAL			
COSTO DIRECTOS				COSTOS TOTALES				HORAS 221			
UNIT M D OBRA	333.8			UNIT DIRECTO	498.2			HORAS HOMB 132b			
UNIT EQUIPO	164.4			INDIRECTO	191.8						
UNIT MATERIAL	498.2			SUBTOTAL	690.0						
UNIT TOTAL	496207.2			12% UTILIDAD	82.8						
TOTAL				TOTAL				PROYECTOS			
				769708.8				180			

PRECIO UNITARIO

TABLA # 4.12

ITEM 12		Pruebas		UNIDAD		CANT					
ACTIVIDAD		Ensayos de aislamiento continuidad y energización		REND / HR (40 horas, global)		HOMB 6					
COSTOS POR HORA				COSTO UNITARIO							
MANO DE OBRA				EQUIPOS				MATERIALES			
REF	CANT	OCCUPACION	COSTO	REF	CANT	DESCRIPCION	COSTO	CANT	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
02	1	Capataz Liniero	443.3	07	1	Camioneta 1 ton.	485.4				
05	2	Liniero A	661.0	26	1	Equipo de medición	250				
07	2	Oficiales	372.6								
09	1	Chofer	284.9								
TOTAL			1761.8	TOTAL			735.4	TOTAL			
COSTOS DIRECTOS				COSTOS TOTALES				HORAS 40			
UNIT M D OBRA	70472			UNIT DIRECTO	99888.0			HORAS HOMB 240			
UNIT EQUIPO	29416			38.5% INDIRECTO	38456.9						
UNIT MATERIAL	99888.0			SUBTOTAL	138344.9						
UNIT TOTAL	99888.0			12% UTILIDAD	16601.4						
TOTAL	99888.0			TOTAL UNITARIO	154946.3			PROYECTO			
				TOTAL	154946.3			181			

TABLA N°4.13
COSTOS DIRECTOS TOTALES

ITEM	ACTIVIDADES	UNID.	CANTID.	UNITARIO	TOTAL
1	Replanteo	Km.	30	16.416.5	492.495.0
2	Desbroce	Km	30	26.805.6	804.168.0
3	Excavación	c/u	188	3.580.9	675.209.0
4	Transporte de postes	c/u	188	4.904.6	922.064,8
5	Parada de postes	c/u	188	21.240.6	3'993.232,8
6	Ensamblaje SGL	c/u	142	1.707.6	242.479.2
7	Ensamblaje SHGL	c/u	23	3.415.2	78.549.6
8	Instalación de tensores	c/u	156	3.886.6	606.309.6
9	Colocación de puestas a tierra	c/u	83	1.915.7	159.003.1
10	Tendido de conductores a)	Km.	30	18.071.6	542.148.0
	b)	Km.	30	39.216.6	1'176.498.0
	c)	Km.	30	8.436.4	253.092.0
11	Instalación de amorti guadores	c/u	996	498.2	496.207.2
12	Pruebas			99.880.0	99.880.0
	C O S T O	T O T A L	:		10'539.344.5

COSTOS DIRECTOS, INDIRECTOS Y TOTALES

A. COSTOS DIRECTOS

Mano de Obra	S/. 4'377.110,9
Equipo	" 3'342.233,6
Materiales	<u>" 2'820.000,0</u>
SUB TOTAL A :	S/. 10'539.344,5

B. COSTOS INDIRECTOS

Administración central	564.862,0
Administración de obra	1'352.182,4
Supervisión de obra	1'462.547,6
Gastos Generales	<u>675.000,0</u>
SUB TOTAL B :	S/. 4'054.592,0
SUB TOTAL (A+B) :	S/. 14'593.936,5

C. UTILIDAD

12 % sobre (A+B)	12%	S/. (14'593.936,5)
SUB TOTAL C :		S/. 1'751.272,4
PRECIO TOTAL(A+B+C)		S/. 16'345.208,8
PRESUPUESTO GLOBAL:		S/. 16'345.208,8

$$\frac{\text{Costos indirectos totales}}{\text{Costos directos totales}} = \frac{\text{S/. } 4'054.592,0}{\text{S/. } 10'539.344,5} = 0,385$$

$$\text{COSTOS INDIRECTOS} = 38,5\%(\text{Costos directos})$$

Nota: El porcentaje de COSTOS INDIRECTOS aquí determinado será el que se aplique en el cálculo de los precios unitarios para cada rubro.

4.3. DETERMINACION DE LA FORMULA DE REAJUSTE DE PRECIOS

En base a la fórmula general:

$$Pr = P_0 \left(A + p_1 \frac{B_1}{B_0} + p_2 \frac{D_1}{D_0} + \dots + p_n \frac{X_1}{X_0} \right)$$

Procedemos a calcular los coeficientes de los componen-
tes reajustables es decir, el coeficiente de mano de
obra, el coeficiente de equipos y el coeficiente de
materiales.

Para el coeficiente de mano de obra desglozaremos el
costo de la mano de obra, en el salario real y en
la remuneración por subsistencia y/o alimentación, debi-
do a que éste último corresponde al índice de precio
al consumidor.

Para el coeficiente de equipos se desglozará el costo
de equipos de acuerdo a los factores establecidos por
el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, ob-
teniéndose los costos del equipo propiamente dicho, de
combustible, de lubricantes y de varios.

El coeficiente de materiales será establecido en base a
los mismos, a nivel de obra.

TABLA Nº 4.14.- CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE LA FORMULA POLINOMICA

ITEM - ACTIVIDADES	SALARIO	SUBSIST. Y/O ALIMENT.	EQUIPO	MATERIALES VARIOS	TOTAL
1 Replanteo	197.596,4	84.780,0	209.664,0	-	492.040,4
2 Desbroce	416.127,4	124.815,0	262.248,0	-	803.190,4
3 Excavación	450.314,4	140.201,0	81.610,8	-	672.126,2
4 Transporte de postes	181.144,3	79.939,2	660.556,8	-	921.640,3
5 Parada de postes	332.648,8	147.580,0	692.234,8	2'820.000,0	3'992.463,6
6 Ensamblaje SGL	118.864,3	45.702,7	77.631,4	-	242.198,4
7 Ensamblaje SHGL	38.505,3	14.805,1	25.148,2	-	78.458,6
8 Instalación de tensores	298.300,6	97.968,0	209.336,4	-	605.605,0
9 Colocación de puestas a tierra	98.256,6	33.663,4	26.858,8	-	158.778,8
10 Tendido de conductores	286.857,1	115.395,0	139.212,0	-	541.464,1
a)	353.151,8	147.187,5	675.336,0	-	1'175.675,3
b)	107.083,0	56.520,0	89.238,0	-	252.841,0
c)					
11 Instalación de amortiguadores	227.649,6	104.248,0	163.742,4	-	495.640,0
12 Pruebas	47.595,5	22.765,0	29.416,0	-	99.776,5
T O T A L :	3'154.095,1	1'215.569,9	3'342.233,6	2'820.000,0	10'531.898,6
PORCENTAJES :	29,95%	11,54%	31,73%	26,78%	100 %

De acuerdo con los índices del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones tenemos:

Para el costo de equipos se determinan los siguientes porcentajes:

COSTO DEL EQUIPO PROPIAMENTE DICHO	52 %
COMBUSTIBLE	26 %
MANO DE OBRA	11 %
LUBRICANTES	8 %
OTROS	3 %

En el caso de no estar incluida la mano de obra, que es nuestro caso, los porcentajes se modifican a:

COSTOS DEL EQUIPO PROPIAMENTE DICHO	58.43% Índice de precio al consumidor
COMBUSTIBLE	29.21%
LUBRICANTES	8.99%
OTROS	3.37% Índice de precio al consumidor

Tomando en consideración estos porcentajes y sabiendo que la suma de los coeficientes, incluido el coeficiente fijo no reajutable, equivalente al anticipo, debe ser igual a la unidad, tenemos:

$$Pr = PO(A + (1-A)(p1 \frac{S1}{SO} + p2 \frac{M1}{MO} + (p3 \frac{M1}{MO} + p4 \frac{C1}{CO} + p5 \frac{L1}{LO} + p6 \frac{M1}{MO} + p7 \frac{V1}{VO})))$$

Donde:

$$A = 0.20$$

$$p1 = 0.2995$$

$$p2 = 0.1154$$

$$p3 = 0.3173 \times 58.43 \% = 0.1854$$

$$p4 = 0.3173 \times 29.21 \% = 0.0927$$

$$p5 = 0.3173 \times 8.99\% = 0.0285$$

$$p6 = 0.3173 \times 3.37 \% = 0.0107$$

$$p7 = 0.2678$$

$$Pr = PO(0.20 + 0.80(0.2995 \frac{S1}{SO} + 0.1154 \frac{M1}{MO} + (0.1854 \frac{M1}{MO} + 0.0927 \frac{C1}{CO} +$$

$$0.0285 \frac{L1}{LO} + 0.0107 \frac{M1}{MO} + 0.2678)))$$

$$Pr = PO(0.20 + 0.2396 \frac{S1}{SO} + 0.0923 \frac{M1}{MO} + 0.1483 \frac{M1}{MO} + 0.074 \frac{C1}{CO} +$$

$$0.228 \frac{L1}{LO} + 0.0086 \frac{M1}{MO} + 0.2142 \frac{V1}{VO})$$

$$Pr = PO(0.20 + 0.2396 \frac{S1}{SO} + 0.249 \frac{M1}{MO} + 0.074 \frac{C1}{CO} + 0.0228 \frac{L1}{LO} + 0.2142 \frac{V1}{VO})$$

Donde:

- Pr = valor reajustado de la planilla
- FO = valor de la planilla calculada con los precios contractuales a la fecha de presentación de la oferta.
- SO = salarios mínimos expedidos por ley o acuerdo ministerial vigentes a la fecha de la presentación de la oferta, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales legales, exceptuando el porcentaje legal de utilidades, viáticos, subsidios ocasionados y beneficios de orden social, constantes en la oferta.
- SI = salarios mínimos expedidos por ley o acuerdo ministerial, vigentes a la fecha de presentación de la planilla por trabajos o servicios ejecutados, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales legales, exceptuando el porcentaje legal de utilidades, viáticos, subsidios ocasionales y beneficios de orden social vigentes a la fecha de ejecución de la obra o servicio.
- MO = índice de precios al consumidor a la fecha de presentación de la oferta.
- MI = índice de precios al consumidor en la fecha de ejecución de la obra o servicio.
- CO = precio o índice de precios del combustible vigente a la fecha de presentación de la oferta.
- CI = precio o índice de precios del combustible en la fecha de ejecución de la obra o servicio.
- LO = precio o índice de precios del lubricante vigente a la fecha de presentación de la oferta.

- LI = precio o índice de precios del lubricante en la fecha de ejecución de la obra o servicio.
- VO = índice de materiales de construcción a la fecha de presentación de la oferta.
- VI = índice de materiales de construcción en la fecha de ejecución de la obra o servicio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El análisis de costos realizado se basa fundamentalmente en el estudio del presupuesto global de la obra, el cual considera todos los costos tanto directa como indirectamente involucrados en la construcción.

Esta consideración en el presupuesto, es de suma importancia para toda empresa constructora, puesto que en ella se tiene personal trabajando tanto en la obra, que demandará costos de mano de obra, equipos y materiales; así, como también en la oficina central gastos administrativos, gastos técnicos, etc.

2. Como punto de partida en el análisis de costos de construcción de una línea de transmisión, encontramos las bases y especificaciones técnicas de dicha línea, en la cual nos detalla pormenorizadamente tanto las características técnicas de la línea así como también las exigencias y recomendaciones que debe cumplirse en las distintas actividades en que se des

gloza la construcción.

El factor importante para éste estudio de costos es el rendimiento de cada actividad, que está en función del personal y el equipo utilizado, ya que con él, podemos determinar la duración del proyecto y con esto elaborar el cronograma de trabajo, punto primordial en toda construcción.

3. El sistema de fórmula polinómica de reajuste de precios considerado, constituye un medio de reconocimiento práctico, inmediato y justo, de los incrementos de los costos, debido a la constante fluctuación de los precios de los insumos que intervienen en una obra de construcción, cuando se vive procesos inflacionarios, como el ocurrido durante los últimos años.
4. En todo presupuesto se debe realizar siempre el análisis no sólo de los costos directos sino que también de los costos indirectos, es decir no se debe asumir un porcentaje para los costos indirectos, debido a que éste, especialmente en obras de cierta complejidad y envergadura, pueden llegar a variar entre el 40 % y el 110% de los costos directos, razón por demás justificada para entrar a elaborar los mismos con tanto detalle como los costos directos.

5. Toda construcción debe en lo posible ajustarse al cronograma de trabajo dispuesto con el objeto de no alargar la duración del proyecto para lo cual debe existir un control estricto en cada actividad que se va realizando principalmente en todas las actividades críticas del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

1. GONZALEZ GARCIA FRANKLIN, "Sistema de Control de Proyectos aplicado a la construcción de una línea de 69 KV", Guayaquil: Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Eléctrica, ESPOL, 1980.
2. HERRERA IVAN; "Optimización del Proyecto de Construcción de una L/T, "Quito: Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Eléctrica, ESPON, 1985.
3. HUERTA ANTONIO, MEJIA HECTOR y BASTIDAS JOSE; Seminario de: Ingeniería de Costos en Contratos de Construcción de Obra de Generación Eléctrica (México: Julio de 1.980) pp.15-18.
4. "La ley de Reajustes de Precios y su Reglamento", Publicación de la Cámara de la Construcción de Quito - (Mendieta, 1986).pp. 9-24,57-78, 92-102.
5. RODRIGUEZ LUIS; Seminario de "Control de Proyectos - utilizando la técnica Pert/CPM", ESPOL, Septiembre de 1.986.
6. SALTOS GERMAN, BAQUERIZO FRANCISCO y DAVILA BOLIVAR ; Curso de "Análisis de Costos, Programación y Control

de Proyectos", INECCEL, Noviembre de 1.982.

7. SUAREZ SALAZAR CARLOS; "Costos y tiempo en Edificación", (Tercera edición, México: Limusa, 1977) pp. 21-51, 290-295.