

BANCO CENTRAL DE BOLIVIA
GERENCIA TECNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS

APLICACION DEL METODO PERT.

Por: Esther Flores Arce.

La Paz, septiembre 15, 1978.

EL METODO PERT

CONTENIDO :

- I. INTRODUCCION.
- II. ORIGEN
- III. DEFINICIONES.
- IV. 1. Pert-tiempo
2. Pert-costo (ejm.)
3. Conceptos fundamentales.
4. Flujograma.
- IV. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA.
- V. APLICACIONES.
- VI. CONCLUSIONES.

I. INTRODUCCION

Una forma de implementar la planificación de un proyecto, es la de analizar más profundamente su fase de programación, aplicando nuevos métodos y sistemas de reducción y optimización de resultados.

Al respecto, en todo proyecto de cualquier índole, existen actividades de comportamiento que son de carácter, tanto flexible como rígido, con relación al tiempo en que pueden comenzar o terminar. Adoptando el método de programación a su fase de realización, se estimará la duración que demande cada actividad del proyecto, cálculo que podría ser determinado gracias a la aplicación del sistema PERT-CPM.

El presente trabajo trata de explicar las ventajas que brinda este sistema en los diferentes campos de investigación y realización de trabajos de corto y mediano plazo, explicando y relacionando en primer término algunos conceptos básicos para su desarrollo y aplicándolos en segundo término en dos ejemplos simples de trabajo.

II. ORIGEN

El origen del método PERT se remonta al período comprendido entre los años 1955-57, época en que fue creado y desarrollado por la Marina de los Estados Unidos

de Norteamérica, en el programa "polaris" elaborado por la Consultora Booz Allen y Hamilton, en la cual existían 250 contratantes y 9.000 sub-contratantes, que tenían que usar un lenguaje homogéneo, en tal sentido, el proyecto fue reducido entiendo de cinco a tres años, proporcionando de esta manera una serie de ventajas teóricas y prácticas.

Paralelamente, casi al finalizar la década de los 50 fue desarrollado otro proceso de reducción por las firmas Du Pont y Remington, Rand, que quedó conocido como el método CPM ó método del camino crítico.

Posteriormente, a partir de 1962, ambos métodos o sistemas de programación, fueron aplicados en el continente sudamericano en gran magnitud, en diversos tipos de trabajo, como ser en la construcción de carreteras dentro de la ingeniería civil, técnicas de racionalización administrativa, proyectos nuevos de estructuración, etc.

III. DEFINICIONES DEL PERT Y CPM.

PERT y CPM son dos procesos distintos entre sí, que vienen provocando una verdadera inquietud en la aplicación de nuevas técnicas de planificación y control de proyectos tanto simples como complejos.

Es así que al método PERT se define como un proceso de carácter probabilístico, de planeamiento y control, cuya técnica de revisión y evaluación de programas es nueva.

Por su parte el método CPM es un proceso de carácter determinístico, de coordinación y control, ya que determina la duración única y exacta del proyecto.

La diferencia que existe entre los dos métodos es que en el PERT el tiempo es denominado tiempo esperado, cuya metodología de cálculo consiste en establecer previamente tres tiempos de duración de una actividad. Ellos son:

Tiempo probable o normal, tiempo pesimista o de máxima duración y tiempo optimista o de mínima duración.

Mientras que en el CPM el tiempo utilizado para cada actividad y consecuentemente para todo el proyecto es uno solo, y lo más determinístico posible, aproximándose al tiempo esperado calculado por el método PERT.

1. Pert-tiempo.

En la programación de un trabajo no siempre es posible contar con una fecha exacta de su terminación, pero gracias a este método, si es posible obtener el tiempo más probable de duración de dicho trabajo.

El proceso de desarrollo de un trabajo logrado por el método Pert-tiempo, puede ser realizado en forma sucinta e inmediata a través de su representación gráfica o diagrama de flechas. Los objetivos del referido método son:

- a. Establecer relaciones de interdependencia entre las actividades.
- b. Determinar el tiempo de duración de la operación, a tiempo de establecer también las fechas de realización de cada una de las actividades que conforman la operación; y,
- c. Sustituir los valores estimados por valores reales.

Concretizando el concepto, mediante este método se estudia en primer lugar la duración total de un proyecto o trabajo (que es más funcional e importante que un estudio de duración individual de cada actividad) y la intensidad de los riesgos en caso de no acertar la duración total del proyecto, tanto en el sentido de adelantar, como en el de retrasar las actividades.

2. Pert-costo

Se lo conceptúa como una extensión del método pert-tiempo, ya que conduce a un cálculo integrado, de tiempo y costo, su objetivo es desarrollar procesos que permitan reducir el tiempo de duración de un proyecto a través de un incremento mínimo de costos directos. Es decir, para obtener un resultado total óptimo, se deberá "comprar" tiempo a través de la determinación del camino crítico a menores costos totales.

Para una mejor comprensión al respecto conviene recordar algunos conceptos:

- Costos directos que son los atribuidos directamente a una determinada actividad. Por ejemplo: mano de obra.
- Costos indirectos, son los que si bien componen un proyecto, no pueden ser atribuidos directamente a una determinada actividad. Por ejemplo: multas.
- Duración normal se refiere al tiempo necesario o normal para ejecutar una actividad, sin el auxilio de una ayuda extraordinaria.
- Tiempo acelerado, es cuando con el auxilio de ayuda extraordinaria se reduce el tiempo de ejecución de una actividad y consecuentemente el tiempo total de duración del proyecto.

Por ejemplo, se puede considerar un trabajo referente a una racionalización administrativa en una empresa X. El trabajo comprende ocho actividades, designadas por las letras de A hasta H, cuyos atributos de tiempo y costo son como sigue:

ACTIVIDADES	N O R M A L	
	TIEMPO (días)	COSTO DIRECTO (\$b.)
A	6	100
B	3	130
C	2	170
D	4	150
E	3	100
F	2	220
G	4	130
H	4	100
		<u>1.100</u>

para reducir el tiempo de duración de este trabajo y su costo si es posible, hay que saber además

el costo acelerado de cada actividad, de la siguiente manera.

ACTIVIDADES	A C E L E R A D A	
	TIEMPO (días)	COSTO (\$b.)
A	5	130
B	2	150
C	1	190
D	3	200
E	2	200
F	1	250
G	3	150
H	2	140

El primer paso es determinar el costo unitario de aceleración para cada una de las actividades.

$$\text{Costo Unitario Aceleración} = \frac{\text{Costo acelerado} - \text{Costo normal}}{\text{Tiempo normal} - \text{Tiempo acelerado.}}$$

ACTIVIDADES	COSTO UNITARIO ACELERACION (\$b.)
A	30
B	20
C	20
D	50
E	100
F	30
G	20
H	20

un dato importante es el de determinar el costo indirecto que es de \$b. 20.- por día.

El camino crítico que es el de mayor duración es

//..

tá dado por las actividades B, D y G (11 días) cuyos costos unitarios de aceleración son de 20, 50 y 20 pesos bolivianos, respectivamente. Para reducir primeramente el tiempo de trabajo, se deberá escoger la actividad que dentro del camino crítico tenga el menor valor, y en este caso será indistintamente B ó G.

Si reducimos en primer término la actividad B, vemos que su costo directo acelerado se incrementó en \$b. 20.- al igual que el tiempo del trabajo se ha alterado pasando de 11 a 10 días de duración, lo cual implica que su costo indirecto sea también alterado, pues si antes era de \$b. 220.- (\$b. 20.- por 11 días), ahora es de \$b. 200.- (10 días a \$b. 20.- cada uno).

En tanto, que si reducimos la actividad G, de un tiempo de 4 a 3 días, el costo directo se incrementará apenas en \$b. 20.- y el tiempo de duración del trabajo pasará de 10 a 9 días. Y así se va procediendo, hasta conseguir la mejor de las alternativas.

Suponiendo que las actividades sólo podrán ser reducidas hasta 2 días, se puede hacer una 3ra. tentativa, reduciendo un día más la actividad G (de 9 a 8 días) e incrementando el gasto en \$b. 20.- más. Finalmente, una 4ta. tentativa, sería tomando en cuenta las actividades B y A cuya reducción de tiempo de un día significaría un aumento de costo mucho mayor que en las anteriores alternativas, ya que el costo unitario

de aceleración es de \$b. 30.- para A y de \$b. 20.- para B, lo que suma un incremento de \$b. 50.-

Resumiendo, los resultados obtenidos anteriormente después de realizar cuatro tentativas, son los siguientes:

	Normal	1ra. Tentativa	2da. Tentativa	3ra. Tentativa	4ta. Tentativa
Tiempo	11	10	9	8	7
Costo Directo \$b.	1.100.00	1.120.00	1.140.00	1.160.00	1.210.00
Costo indirecto"	220.00	200.00	180.00	160.00	140.00
Costo total "	1.320.00	1.320.00	1.320.00	1.320.00	1.350.00

Luego para dicha empresa, además de la situación normal, la mejor alternativa es la que corresponde a la 3ra. tentativa, es decir la ejecución del trabajo demandaría 8 días a un costo de \$b. 1.320.00 que se mantiene con relación a la situación normal.

3. Conceptos fundamentales

El programa de un trabajo o proyecto, puede ser representado mediante un flujograma o diagrama de flechas, constituyendo de esta manera una amplia red de flechas, la misma que se halla conectada de acuerdo a un orden de realización sistemática y secuencial de las tareas de operaciones hasta la culminación del proyecto.

En este sentido, es importante definir algunos conceptos que involucra el desarrollo de este método.

a. Actividad.

Es la acción o conjunto de acciones consumido_{ras} de tiempo necesario para la ejecución de un segmento de operación, es decir, es básic_amente la duración del tiempo. Gráficamente, una actividad está representada por una flecha, con orientación de izquierdaa derecha, a cuya conclusión recién puede comenzar la subsiguien_{te} flecha

b. Suceso.

Es el instante de tiempo de una actividad, que sirve como el punto de control, descubriendo el movimiento de iniciación o finalización de la misma. En todo proyecto, el primer suceso inicial no tiene actividad que la preceda, así como el último suceso final tampoco tiene actividad que la subsiga.

c. Fechas Ficticias.

Son aquellas que se identifican apenas entre dos eventos, por lo cual su atributo es nulo, es decir, en un diagrama de flechas: puede exist_{ir} una relación de precedencia, entre dos actividades, pero no precisamente, porque se requiera algún trabajo, tiempo o recurso, sino por circunstancias especiales y es en estos ca_{sos} que la conexión de dichas actividades se expresa con flechas ficticias, las mismas que son identificadas en el diagrama con líneas punteadas.

d. Cómputo de tiempo.

Se refiere al tiempo "Lo más pronto posible" y al tiempo "lo más tarde permisible" para comenzar o terminar una actividad.

El primero se refiere a aquél en que el evento o suceso desde el mismo día que no se realicen atrasos en las actividades que le anteceden.

El segundo caso, que se refiere al tiempo "lo más tarde permisible" es aquél en que el suceso ocurre a fin de no perjudicar la fecha o tiempo precedente al suceso final, o sea, guarda una importancia vital, ya que un retraso en cualquier suceso, repercutiría obviamente en el suceso final. El cómputo de este tiempo se obtiene eligiendo el resultado mínimo de las diferencias entre los sucesos posteriores y las duraciones correspondientes de las actividades de éstos.

e. Holgura del Suceso.

Es la diferencia entre el tiempo "lo más tarde permisible" y el tiempo "lo más pronto posible" dentro del mismo suceso.

f. Holgura de la actividad.

Es el resultado obtenido del tiempo "lo más tarde permisible" del suceso final para terminar una actividad, menos el tiempo "lo más pronto posible" del suceso inicial para comen-

zar la misma actividad, menos la duración de dicha actividad.

g. Camino o ruta crítica.

Camino crítico es aquél cuyo tiempo de duración a través del proyecto es el mas largo. Existe por lo menos un camino crítico en cada proyecto, sin descartar la probabilidad de que existan varios caminos críticos en un solo proyecto.

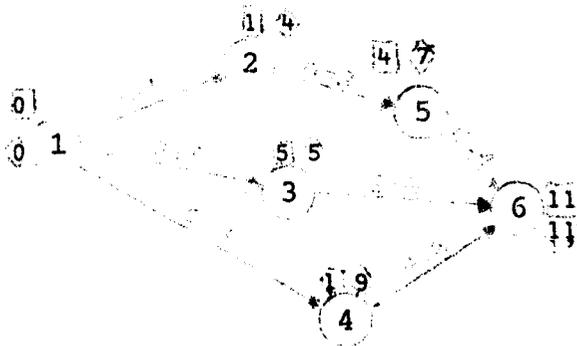
En otras palabras, el camino crítico se define como una secuencia en que las actividades no tienen holgura de tiempo para comenzar ni para terminar. Un aspecto importante, es el referente al cálculo de las magnitudes de las holguras de tiempo de las actividades de una red, que es precisamente para el óptimo control del proyecto; es decir, si una actividad se descuida en el sentido de sobrepasar en tiempo respecto a la holgura calculada, afectaría inmediatamente las actividades críticas y consecuentemente un desajuste en el proyecto.

4. Flujograma

Es la representación gráfica y esquemática de las actividades a realizarse dentro de un proyecto, que sirve para demostrar un objetivo o proposición.

Para una mejor comprensión sobre la aplicación de los conceptos mencionados anteriormente, como ejemplo, se analizará el siguiente flujograma y diagra-

ma de fechas.



Donde las actividades del proyecto son desde A hasta G y los eventos del mismo proyecto son de 1 a 6.

En el diagrama vemos que:

La actividad A se inicia en el evento 1 y termina en el 2; la actividad B, se inicia en el evento 1 y termina en el 3 y así sucesivamente.

Por otra parte, el tiempo asignado a cada actividad es:

A = 1 unidad de tiempo, o sea 1 día por ejemplo.

B = 5 (días) procediendo de igual manera con las actividades restantes.

En primer lugar se calcula el tiempo "lo más pronto posible" de todas y cada una de las actividades de la siguiente manera:

Evento	Tiempo "lo más pronto posible"
1	0
2	1
3	5
4	1
5	4
6	11

//..

Surge la pregunta de por qué para el evento 6 sólo se toma en cuenta el N° 11, y no el 8 ó 3?. Por definición se sabe que siempre se considera aquella de mayor valor, porque así no se corre el riesgo de perjudicar el final de la ejecución del proyecto, luego en este caso se toma el valor de 11.

A continuación se debe determinar el tiempo "lo más tarde permisible"; para el efecto se parte del tiempo pre-establecido anteriormente, que en nuestro ejemplo es de 11 y se opera de la siguiente manera:

Evento	"lo más tarde permisible"
6	11
5	7(11-4)
4	9(11-2)
3	5(11-6)
2	4(7-3)
1	0

Nuevamente surge otra pregunta, que es la referente a por qué para el evento 1 se toma el resultado 0 y no el 8 ó 3?. Igual que en el anterior cálculo; en éste por definición se considera el de menor valor, para que la fecha determinada para el final de la ejecución de nuestro ejemplo, no sea perjudicada, ya que se considera el caso en que un evento pueda retrasarse 1 ó 2 etc., días más, sin repercutir en el suceso final.

La holgura de los eventos, está dada, como se indica anteriormente, por la diferencia entre el tiempo "lo más pronto posible" y "lo más tarde permisible", así obtenemos los siguientes resultados:

//..

Eventos	Holguras
1	0-0=0
2	4-1=3
3	5-5=0
4	9-1=8
5	7-4=3
6	11-11=0

Luego, el camino crítico estará dado por los eventos 1, 3 y 6, ya que está formado por holguras de tiempo nulo. En cambio, los demás eventos tienen holgura como se puede observar.

Un aspecto importante es que la holgura de una actividad sólo se determina cuando la holgura encontrada para un determinado evento, no está en condición de identificar a la actividad a la que se refiere.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA

Las principales ventajas que otorga el presente método son:

- a. El principal objetivo es lograr la optimización de resultados, a través de una adecuada reducción de tiempo y costo.
- b. Se aplica para la ejecución de estudios y proyectos de racionalización de cualquier naturaleza.
- c. Su metodología permite una amplia y fácil comunicación, orientando en la toma de decisiones.
- d. Fija la responsabilidad individual.
- e. Obliga a planificar un proyecto o trabajo, y
- f. Va de lo particular a lo general.

Respecto a las desventajas propiamente dichas, no existen, lo que ocurre, por una parte, es que el método no predice exactamente lo que podrá ocurrir en la empresa u organismo que lo practica; y por otra parte, sucede que por ser un método tan complejo, su cuantiosa información muchas veces no se la puede procesar sin la ayuda del computador.

V. APLICACIONES.

Las aplicaciones que brinda este importante método de cálculo son numerosas dentro de un contexto general, de acuerdo a las funciones que desempeña una institución, empresa, particulares, etc.

Un ámbito en el que la aplicación del PERT se puede traducir en una situación muy ventajosa es la referente a la racionalización del tiempo, en un sector administrativo, por ejemplo, dentro del cual se supone que existe la información estadística requerida. Logrando este objetivo, no sólo se logra una reducción de tiempo y costo, sino también se obtiene una optimización de resultados, factor que es de vital importancia.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, la aplicación del método PERT-CPM en diferentes tipos de proyectos, puede resumirse en una actividad no sólo relevante para el ente que lo practica, sino necesaria para el logro de una óptima distribución de recursos, ya sea hu-

//..

manos o físicos, de acuerdo al objetivo que se pretenda, evitando así un desfase en la proporción de información, ya que por pequeño que sea, perjudica siempre el normal funcionamiento de una actividad.

EFA/iqdc.