

Las actividades C y B pueden llevarse a cabo simultáneamente, con lo que tendríamos la misma clave para los datos, esto es, 2-3.-

Mediante el uso de una línea auxiliar, (figura No. 5) diferenciamos estas actividades. Ahora tenemos a partir del No. 2, las mismas dos actividades, la B y la C. No se ha perdido la secuencia, pues con el uso de la línea auxiliar 3-4, la actividad D sigue dependiendo de las actividades B y C. Han cambiado únicamente los números que identifican las actividades y hemos introducido un número más.

Las líneas auxiliares tienen también la siguiente aplicación:

Supongamos que tenemos tres actividades, A, B y C y que la actividad C depende de A y B; esto lo representamos como se muestra en la figura No. 6.

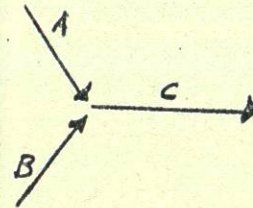


Fig. 6

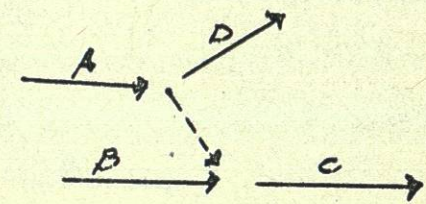


Fig. 7

Ahora supongamos que tenemos otra actividad más, D, que depende de A solamente, pero C sigue dependiendo de A y B. Esto lo representamos con la ayuda de la línea auxiliar, como se muestra en la figura No. 7.

Como se puede ver, C sigue dependiendo de B y también de A, mediante el artificio de la línea auxiliar, y D depende únicamente de A, que fué la condición que impusimos.

B) Programación.- Tiene por objeto incluir el tiempo, fijando la duración de todas y cada una de las actividades. Estimando con base en:

- a).- Experiencia del programador.
- b).- Consulta a los operarios para reforzar la experiencia.
- c).- Con mayor acopio de datos disponibles.
- d).- Datos verídicos para evitar resultados falsos.

La estimación de tiempo se hace en las flechas, marcándolo gráficamente en cada actividad.

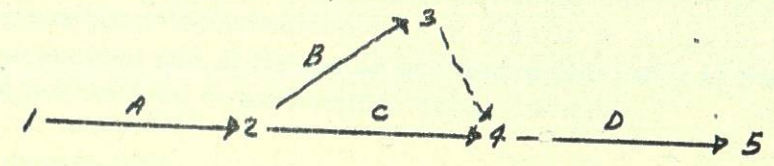
Los elementos de la programación son los siguientes:

- a).- Eventos.
- b).- Ocurrencia próxima de un evento.
- c).- Ocurrencia remota de eventos.
- d).- Tiempos de ocurrencia próxima y remota de actividades.

A continuación explicaremos cada uno de los elementos de la programación:

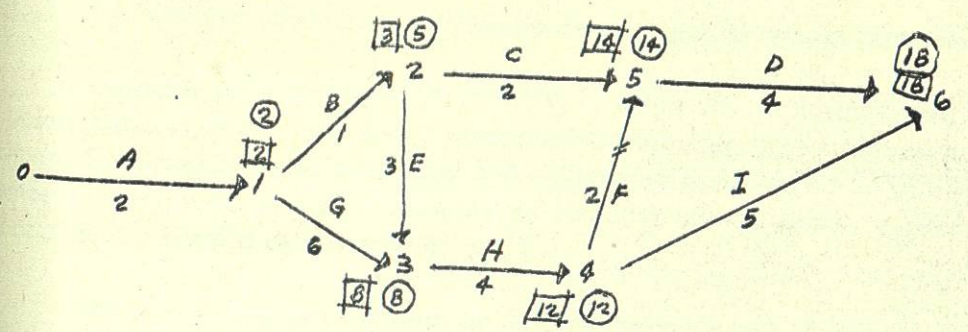
a).- **EVENTO**.- Es el principio o fin de cada flecha o grupo de flechas concurrentes.

Es función del tiempo, pues indica al efectuarse, que se han terminado o iniciado las actividades concurrentes en él. Se representa con números que son los mismos que utilizamos para definir las actividades. Por ejemplo en la figura siguiente tenemos 5 eventos, representados del 1 al 5:



b).- **OCURRENCIA PROXIMA DE UN EVENTO**.- Es el tiempo mínimo en el cual un evento dado puede ocurrir, a partir de la iniciación de la obra.

Observemos la figura siguiente en las que se han supuesto las duraciones de cada una de las actividades.



La ocurrencia próxima para el evento 1, es de 2 unidades. Para identificación, este tiempo se representa por un número encerrado en un cuadrado, e indica el tiempo mínimo en que la actividad 0-1 puede terminarse y las actividades 1-2 y 1-3, pueden iniciarse.

El tiempo de ocurrencia próxima para el evento 2, es de 3 unidades; esto se obtiene sumando el tiempo de ocurrencia próxima del evento anterior a la duración de la

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

actividad 1-2.

Para obtener el tiempo de ocurrencia próxima para el evento 3, hay dos posibilidades: podemos sumar el tiempo de ocurrencia próxima del evento 2, la duración de la actividad 2-3 y esto nos dé 6 unidades de tiempo; por otra parte, siguiendo la secuencia de las flechas, podemos sumar la duración de la actividad 1-3, al tiempo de ocurrencia próxima del evento 2, con lo que tendríamos un tiempo de ocurrencia próxima de 8 para el evento 3. Esta última ocurrencia es la correcta, pues la condición para que ocurra el evento, es que terminen todas las actividades precedentes; por consiguiente, se toma el camino más largo.

En la misma forma determinamos los tiempos de ocurrencia próxima para los eventos 4, 5 y 6.

c) Ocurrencia remota de eventos.

La ocurrencia remota de un evento es el tiempo máximo a partir de la iniciación de la obra, en que puede ocurrir dicho evento, sin que se retrase la terminación de la obra; de esto deducimos que el tiempo de ocurrencia próxima y el tiempo de ocurrencia remota para el evento final o terminación, deben coincidir.

Para identificación, este tiempo se representa por un número encerrado en un círculo.

Para calcular los tiempos de ocurrencia remota de los eventos se procede de la siguiente manera: se resta del tiempo del evento final, la duración de la actividad correspondiente, siguiendo los distintos caminos que nos marcan las flechas para llegar a un evento dado, procediendo de la punta a la cola de la flecha. El tiempo mínimo que resulte será el tiempo de ocurrencia remota del evento. Esto se obtiene, desde luego, por el camino más largo y es un requisito que debe cumplirse para no afectar la duración de la obra.

Por ejemplo calculamos el tiempo de ocurrencia remota para el evento: 4.

Restamos del tiempo del evento final, o sea 18, la duración de la actividad 4-6 y obtenemos 13; ahora, siguiendo otro camino para llegar al mismo evento, restamos primero la duración de la actividad 5-6 y luego la duración de la actividad 5-4 y obtenemos un tiempo de ocurrencia remota de 12. Por consiguiente, el tiempo correcto de la ocurrencia remota del evento 4, es 12.

Resumiendo, el primer paso en la programación por el método del camino crítico, es estimar la duración de todas las actividades y anotar esta duración a las flechas respectivas.

El segundo paso, es calcular los tiempos de ocurrencia próxima para cada uno de los eventos, partiendo del evento cero.

El tercer paso, consiste en calcular los tiempos de ocurrencia remota para cada uno de los eventos, partiendo del evento final y retrocediendo de las puntas a las colas

de las flechas por todos los caminos posibles, hasta llegar al evento inicial.

d) Tiempos de ocurrencia próxima y remota de actividades.

De los datos obtenidos al calcular los tiempos de ocurrencias próxima y remota de los eventos, nos servimos para iniciar los tiempos de ocurrencias próxima y remota de cada una de las actividades. Esto es lo que tiene aplicación práctica en la programación y control de obras.

Hay un tiempo próximo o un tiempo remoto para iniciar y terminar cada una de las actividades. Esto es, existen dos flechas en las cuales podemos iniciar cualquier actividad sin retrasar la terminación de la obra: una fecha próxima y una remota. Paralelamente podemos decir lo mismo, para la terminación de cualquier actividad.

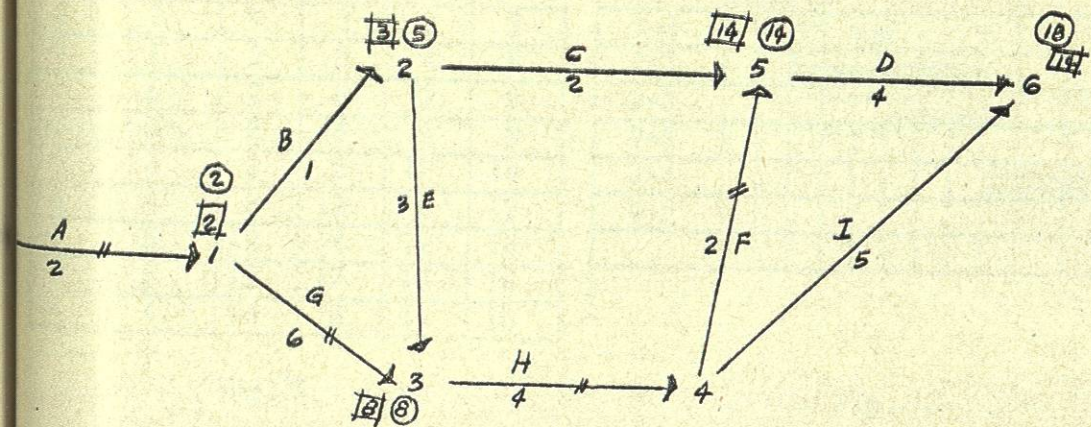


Fig. 8

Observando la figura No. 8, podemos fácilmente deducir las reglas prácticas para determinar las ocurrencias de las actividades en función de las ocurrencias de los eventos.

Supongamos que la unidad de tiempo es el día, y consideremos la actividad 2-3:

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

La ocurrencia próxima para la iniciación de esta actividad, es el tiempo de ocurrencia próxima del evento, esto es, 3 días.

La ocurrencia próxima para la terminación de esta actividad, es igual al tiempo mínimo para iniciarla, o sea 3, más la duración de la actividad, esto es,  $3 + 3 = 6$  días.

Ahora, el tiempo máximo para iniciar dicha actividad es igual al tiempo de ocurrencia remota del evento 3, menos la duración de la actividad. En este caso será  $8 - 3 = 5$  días.

Asimismo, el tiempo máximo para la terminación de la actividad 2-3 es igual al tiempo de ocurrencia remota del evento 3, en este caso 8 días.

El siguiente paso, es el de poner en forma tabular los tiempo calculados para todas las actividades. Figura No. 9.

OCURENCIAS

Activ.	Durac.	Próxima		Remota	
		Inic.	Term.	Inic.	Term.
0-2	2	0	2	0	2
1-2	1	2	3	4	5
1-3	6	2	8	2	8
2-3	3	3	6	5	8
3-5	3	3	5	12	14
3-4	4	8	12	8	12
4-5	5	12	14	12	14
4-6	5	12	17	13	18
5-6	4	14	18	14	18

Fig. 9

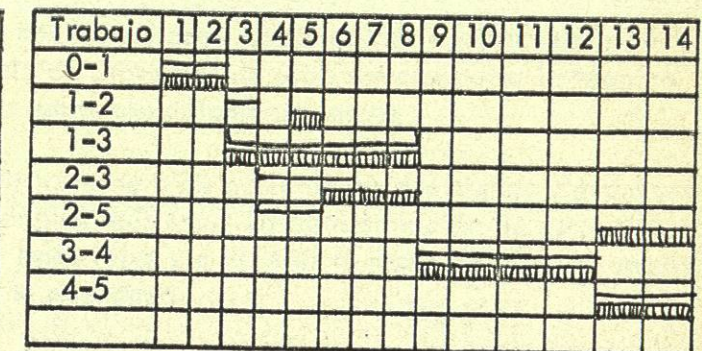


Fig. 10

Los límites para iniciación y terminación de las actividades se muestran gráficamente en la tabla de la figura No. 10.

Observemos en la tabla la actividad 1-2; esta actividad se puede comenzar el tercer día o se puede comenzar el quinto día.

La actividad 2-3 puede iniciarse el cuarto día, para terminar el sexto día; o bien puede comenzarse el sexto día para terminarse el octavo día.

Ahora bien, las actividades 0-1, 1-3, 3-4 y 5-6, no tiene aplazamiento ni para su iniciación, ni para su terminación, para que no se afecte la fecha de terminación total de la obra. Como vemos, no tienen tiempo sobrante o disponible que nos permita ponerlas o alargarlas en su ejecución; son las actividades que podemos llamar críticas. En toda la serie de actividades diversas que integran una obra, solamente un porcentaje de ellas controlan o determinan la fecha de terminación de la obra; estas actividades forman EL CAMINO CRITICO. El resto de las actividades, tienen tiempo sobrante, que la