



Asignatura: Organización y Métodos

Profesor Carlos Ramírez Guerra

Técnicas de Programación

1.- Cronograma o Carta Gantt

Es una gráfica de barras creada por Henry Gantt, ingeniero mecánico —discípulo de Frederick Taylor—, para describir planes y facilitar su control administrativo.

La gráfica consiste en un arreglo bidimensional que en el eje vertical puede contener una lista de actividades de un proyecto (una lista de operarios de una fábrica, una lista de maquinarias o cualquier recurso que se desee planear) y en el eje horizontal contiene el elemento tiempo.

En consecuencia, esta gráfica indica la secuencia en que se realizan las actividades, de acuerdo con un programa establecido en función del tiempo necesario para su ejecución.

Elementos

- Actividades o recursos

- Tiempo (meses, días, horas)

- Simbología:

= momento, fecha u hora, en que efectivamente comienza una actividad.

= momento, fecha u hora, en que efectivamente termina una actividad.

 = tiempo y trabajo programado o estimado.

= tiempo y trabajo realmente ejecutado en el lapso programado.

----- = trazo discontinuo que indica que la actividad ha sido realizada antes del plazo señalado.

xxxxx = trazo que señala que la actividad se ha realizado fuera del plazo de término programado para la actividad.

V = momento o fecha de un control de avance.



Al efectuar la programación o control, se debe tener presente que en la escala de tiempo (horas, calendario: días, semanas, meses), siempre se indicará para cada actividad, un espacio representando una determinada cantidad de tiempo y una determinada cantidad de trabajo.

Estructura

Código	Actividad	Duración	Escala de Tiempo																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	

Para un mejor control, de estimarse necesario, se pueden agregar columnas adicionales tales como: responsables, observaciones, nodos (cuando se asocie a redes), etc. Véase un ejemplo en Figura N° 1.

Ventajas

- Es una herramienta visual sencilla para programar actividades.
- Permite contrastar lo proyectado con lo realizado.
- Acepta cualquier arreglo y grado de detalle ya sea en forma directa dentro del gráfico o en anexos.
- Permite un fácil control de las actividades.
- Es de fácil representación y de rápido aprendizaje
- Es muy fácil de leer y no tiene entrecruzamiento de líneas.

Desventajas

- En proyectos complejos, no muestra en forma clara la interrelación o interdependencia entre las actividades
- No indica que actividades pueden atrasarse sin influir en el término programado del proyecto, o lo que es lo mismo, no indica que actividades tienen holgura
- Generalmente, siempre usa un tiempo determinístico.



Ejemplo:

Proyecto: Habilitación de nuevas oficinas

Matriz de Secuencia

→ Siguiente ↓ Antecedente	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A				X								
B						X	X					
C								X				
D					X	X						
E									X	X		
F									X	X		
G									X	X		
H									X	X		
I											X	
J											X	
K												X
L												



UNIVERSIDAD DE CHILE
INSTITUTO DE CIENCIA POLÍTICA
ESCUELA DE GOBIERNO, GESTIÓN PÚBLICA Y CIENCIA POLÍTICA

4

Figura Nº 1. Ejemplo de CRONOGRAMA

Código	Actividad	Responsable	Duración	Escala de Tiempo																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	Diseño de formulario	Estudios	5																				
B	Reclutamiento	Personal	3																				
C	Adquisición de mobiliario	Adquisiciones	4																				
D	Instructivo	Estudios	2																				
E	Impresión	Taller Impresión	4																				
F	Preparación de Cursos	Personal	5																				
G	Selección	Personal	7																				
H	Habilitación de Oficinas	Adquisiciones	6																				
I	Distribución de formularios	Secretaría	5																				
J	Capacitación	Personal	4																				
K	Prueba piloto	Estudios	2																				
L	Apertura de oficinas	Dirección	1																				



2.- Métodos de Ruta Crítica

El Critical Path Method (CPM), o método del camino o ruta crítica, es una técnica de programación y control de proyectos que consiste en la preparación de una red o malla que presenta la secuencia precisa en que deben realizarse las actividades programadas.

Una técnica específica generalmente asociada a costos y a incertidumbre, es el PERT (Program Evaluation and Review Technique). Tanto PERT como CPM, utilizan los mismos conceptos básicos, esto es el empleo de un análisis en red para planear y programar proyectos. La base de estos sistemas se originó en dos desarrollos paralelos, uno constituido por el proyecto de renovación y mantenimiento de la fábrica química Dupont en la que participó un equipo de la división Univac de Remington Rand Company que denominaron "CPM" y, el otro, por el proyecto de proyectiles balísticos (*Polaris*) de la marina de Estados Unidos, elaborado entre la oficina de Proyectos Navales Especiales, la Lockheed Aircraft Company y Booz, Allen & Hamilton que fue denominada "PERT" (FLAKS y WHITE: 597).

La ruta crítica, es el conjunto secuencial de actividades cuyo atraso o adelanto en su ejecución repercute directamente en el plazo de realización de todo el proyecto.

Lo que distingue al CPM del PERT, es que en éste último, los tiempos previsibles de duración de las actividades se determinan según un análisis probabilístico que se calcula a partir de un tiempo optimista, medio y pesimista.⁽¹⁾

La red de actividades presenta una relación lógica de éstas, en el sentido de que unas van antes que otras, según sean o no requisitos de cumplimiento para comenzar las siguientes, o sea precisan la secuencia y también indican aquellas actividades que sin ser secuenciales pueden ejecutarse en forma simultánea.

La construcción de la red exige conocer y definir:

- todas las operaciones que deben ser ejecutadas para obtener un resultado final;
- la relación que existe entre esas actividades (dependencia, simultaneidad, secuencia), y
- el tiempo que demora cumplir cada una de ellas.

Ventajas

La malla de actividades muestra gráficamente la secuencia y dependencia que existe entre las operaciones de un proyecto;

Indica las operaciones que pueden alterarse en su duración sin causar daño a la ejecución total del proyecto;

Señala cuáles son las operaciones determinantes o críticas dentro del proyecto en su conjunto, y



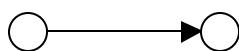
Permite determinar el efecto general que causa en el proyecto, la variación en la duración de una o varias actividades (ARANCIBIA: 8).

Elementos para construir la red o malla de actividades

Actividades: las cuales se representan utilizando flechas o arcos:



Nodos : eventos o sucesos que sirven para indicar la iniciación o término de una actividad y que se representan por círculos:



Los eventos o nodos, son puntos en el tiempo, no tienen duración ni consumen recursos.

Códigos: signo alfanumérico (letra o N°) que se asigna a cada actividad para representarla en forma abreviada en la respectiva red.

Tiempo: duración probabilística de la actividad, según el promedio a que se ha hecho mención precedentemente, y cuya fórmula de cálculo es la siguiente:

$$te = \frac{to + (4 \cdot tm) + tp}{6}$$

Donde :

- te = tiempo esperado
- to = tiempo optimista o mínimo en que pueda desarrollarse la actividad sin contratiempos.
- tm = tiempo medio o normal (más probable, o el tiempo de duración más frecuente)
- tp = tiempo pesimista o máximo (considera todos los elementos adversos).

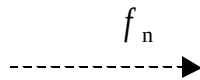
Características de las flechas

- No tienen magnitud, el largo no importa, o sea la longitud de los trazos no es proporcional con la extensión en el tiempo.
- Se representan y codifican de izquierda a derecha, sin una dirección específica, pero nunca de derecha a izquierda.
- Todas las flechas tienen sentido, indicando hacia donde va la actividad, la punta da la pauta.
- Ficticia: se representan con línea segmentada en casos de secuencias determinadas que no sea posible representar de otra forma.



Las actividades ficticias, no tienen duración, no demandan la utilización de recursos y por tanto no tienen costo.

Se codifican con una letra "f" y se les asigna el subíndice numérico que les corresponda, según el orden de ubicación en que se encuentren.



Las actividades ficticias se introducen en el diagrama para mantener la secuencia lógica de las operaciones, y para conservar única la designación numérica en el evento de iniciación (i) y en el de terminación (j) de cada operación.

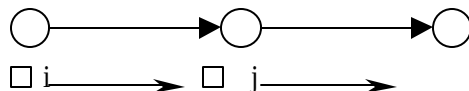
Características de los nodos

- Deben ser únicos y exclusivos para cada actividad.
- Se numeran: 1° lo que se tiene a la izquierda, y 2° lo que se tiene arriba.
- Todo nodo debe estar definido por una actividad anterior y otra posterior, salvo el primero que no tiene anterior y el último que no tiene sucesor.
- De un mismo nodo pueden iniciarse varias actividades.
- En determinados casos, y para satisfacer la secuencia de las actividades, es necesario generar un nodo "ficticio" que puede ser explosivo (se abre con flechas ficticias) o implosivo (se cierra para recoger dos ficticias), como se ejemplificará más adelante.

Ruta Crítica

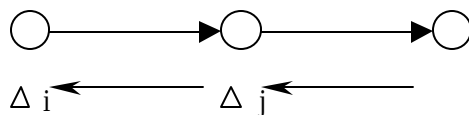
Para determinarla, una vez construida la red, es necesario identificar y, luego, calcular lo siguiente:

Fecha más temprana ($\square$): es el tiempo igual o mayor de los valores de terminación más próximos posibles (fecha más temprana de los sucesos inmediatamente precedentes).



La fecha más temprana de inicio de una actividad coincide con la fecha de término de las actividades que la preceden.

Fecha más tardía (Δ): es el tiempo de iniciación más tarde permisible (comenzando del último nodo, se retrocede buscando al valor menor).





La fecha más tardía de inicio de una actividad coincide con la fecha más tardía de las actividades que la preceden.

Determinadas las fechas más tempranas y más tardías (de inicio y de término), convengamos en representarlas como sigue:



i = fecha más temprana de inicio



j = fecha más temprana de término



i = fecha más tardía de inicio



j = fecha más tardía de término

Holgura: es la cantidad de tiempo que puede demorar una actividad sin que se afecten otras actividades (la holgura implica que la actividad puede atrasarse en su ejecución o en su inicio sin afectar la fecha de término del proyecto).

La holgura también puede entenderse como la diferencia entre la fecha más tardía posible de término y la fecha más temprana de término de la misma actividad.

Luego, determinadas estas fechas, es posible efectuar los siguientes cálculos:

Holgura Total (Ht): es la holgura que posee una actividad que puede emplearse sin exceder la fecha de finalización del proyecto (variación entre el tiempo disponible de una operación y el tiempo requerido para ejecutarla):

$$H_t = \Delta_j - \square_i - D$$

Donde:

Δ_j = fecha más tardía posterior (de término)

$\square_i$ = fecha más temprana anterior (de inicio)

D = duración de la actividad.

Holgura Libre (Hi) = es el tiempo adicional disponible para finalizar una actividad cuando ésta y las siguientes se programan para ser iniciadas en su fecha más temprana de inicio.

$$H_i = \square_j - \square_i - D$$



Donde:

$\square j$ = fecha más temprana posterior (de término)

$\square i$ = fecha más temprana anterior (de inicio)

D = duración de la actividad.

Holgura dependiente (Hd): tiempo adicional de término de una actividad originado cuando la fecha más tardía de inicio de una actividad no coincide con ninguna de las fechas de término de las actividades que la anteceden. Esta holgura depende, en parte, de las holguras total y libre de las actividades que siguen a la actividad analizada.

$$Hd = \Delta j - \Delta i - D$$

Donde:

Δj = fecha más tardía posterior (de término)

Δi = fecha más tardía anterior (de inicio)

D = duración de la actividad.

Holgura independiente (Hi): tiempo en el que una actividad puede desplazarse o retrasarse sin ocupar tiempo de fluctuaciones propias de las actividades precedentes, ni intervenir en la fecha más temprana de inicio de las actividades siguientes.

$$Hi = \square j - \Delta i - D$$

Donde:

$\square j$ = fecha más tardía posterior (de término)

Δi = fecha más tardía anterior (de inicio)

D = duración de la actividad.

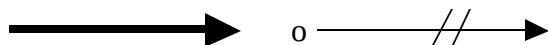
El análisis de estas fórmulas nos lleva a:

$$Ht - Hd = Hl - Hi$$

$$Ht + Hi = Hl + Hd$$



El camino o **ruta crítica** la conforman todas las actividades cuyos márgenes totales son igual a 0. La actividad crítica se representa, a su vez, en el gráfico, con un trazo más grueso o con dos líneas paralelas en forma perpendicular a las respectivas flechas.



Matriz de Secuencia

Es un elemento auxiliar para facilitar la construcción de la red, en la cual se indica la secuencia de las actividades facilitando la identificación de los antecedentes y siguientes.

Estructura

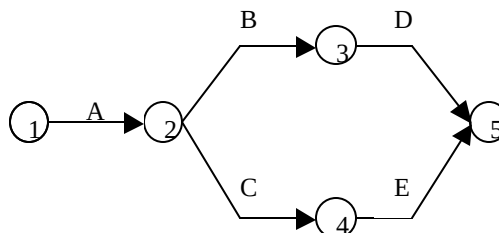
Siguiente Antecedente	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A				X								
B						X	X					
C								X				
D					X	X	X					
E									X	X		
F									X	X		
G									X	X		
H											X	
I											X	
J											X	
K												X
L												



EJEMPLOS

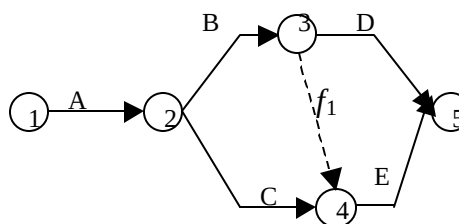
1) Dada la siguiente tabla de secuencia, confeccionar la red de actividades.

Antes	Actividad	Después
-	A	B C
A	B	D
A	C	E
B	D	-
C	E	-



2) Dada la siguiente tabla de secuencia, confeccionar la red de actividades.

Antes	Actividad	Después
-	A	B C
A	B	D E
A	C	E
B	D	-
B C	E	-



Con el objeto de satisfacer la secuencia de actividades en este caso fue necesario introducir una actividad ficticia. (f_1)

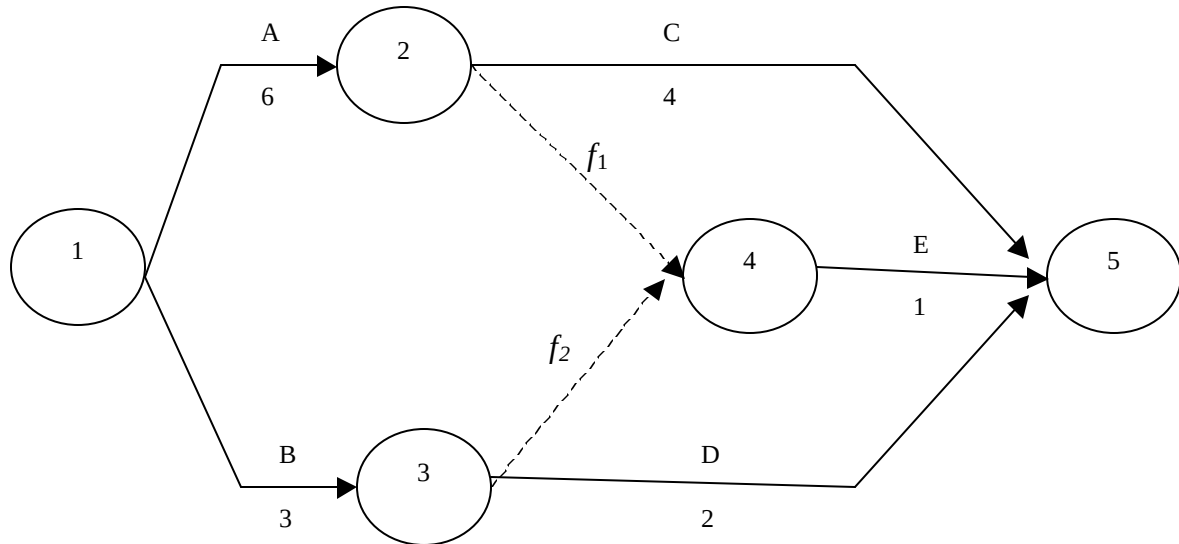
3) Dada la siguiente tabla de secuencia, confeccionar la red de actividades, calcular el tiempo de duración total del proyecto, y determinar el camino crítico.

Tabla de secuencia

Antes	Actividad	Después	Tiempo
-	A	C E	6
-	B	D E	3
A	C	-	4
B	D	-	2
A B	E	-	1

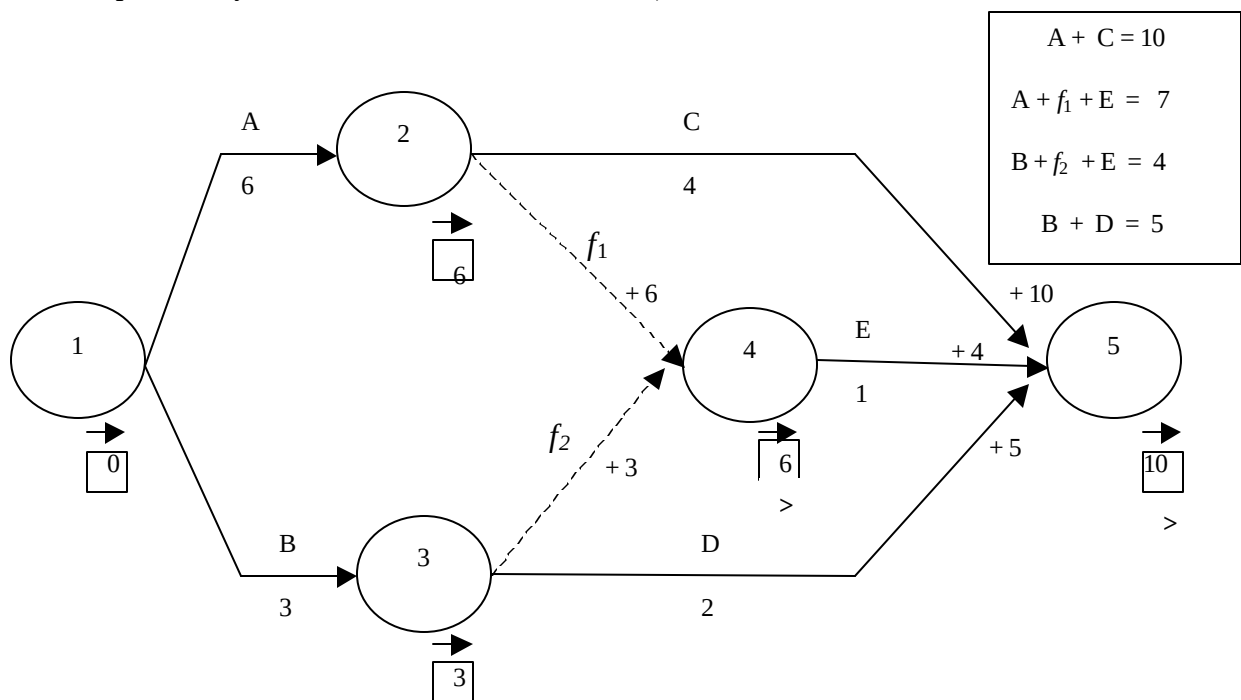


Construcción de la red y numeración de nodos (en la parte superior de la flecha se indica el código de la actividad, y en la parte inferior, la duración de la misma).



En este caso para satisfacer la secuencia de las actividades u operaciones, ha sido necesario recurrir a la figura denominada "nodo ficticio (impulso)". (nodo 4)

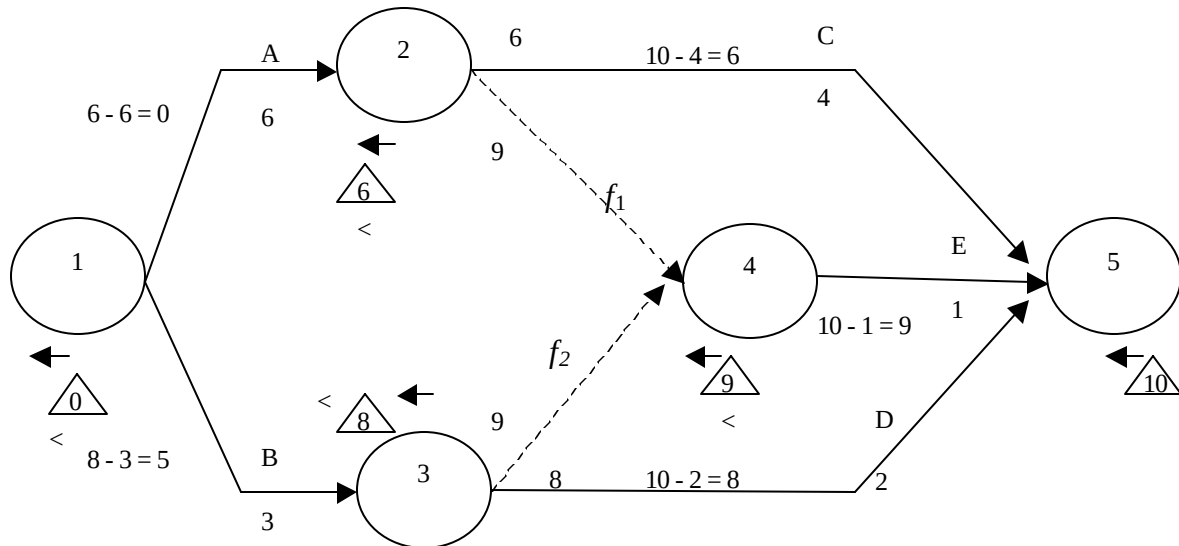
Determinación de las fechas más tempranas (desde el inicio, sumando cada actividad y sus antecedentes, discriminando por la mayor de las sumatorias acumuladas):



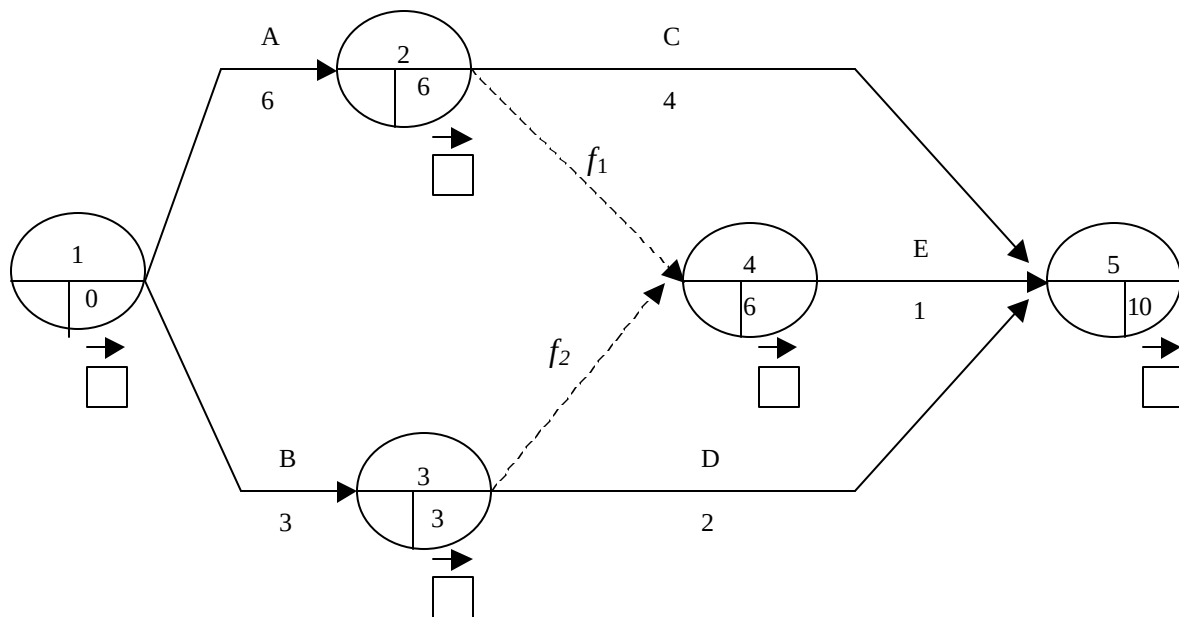


La última suma acumulativa, equivale al tiempo de duración total del proyecto (10).

Determinación de las fechas más tardías (desde el final, restando la duración de cada actividad, discriminando por la menor de las sustracciones acumuladas):

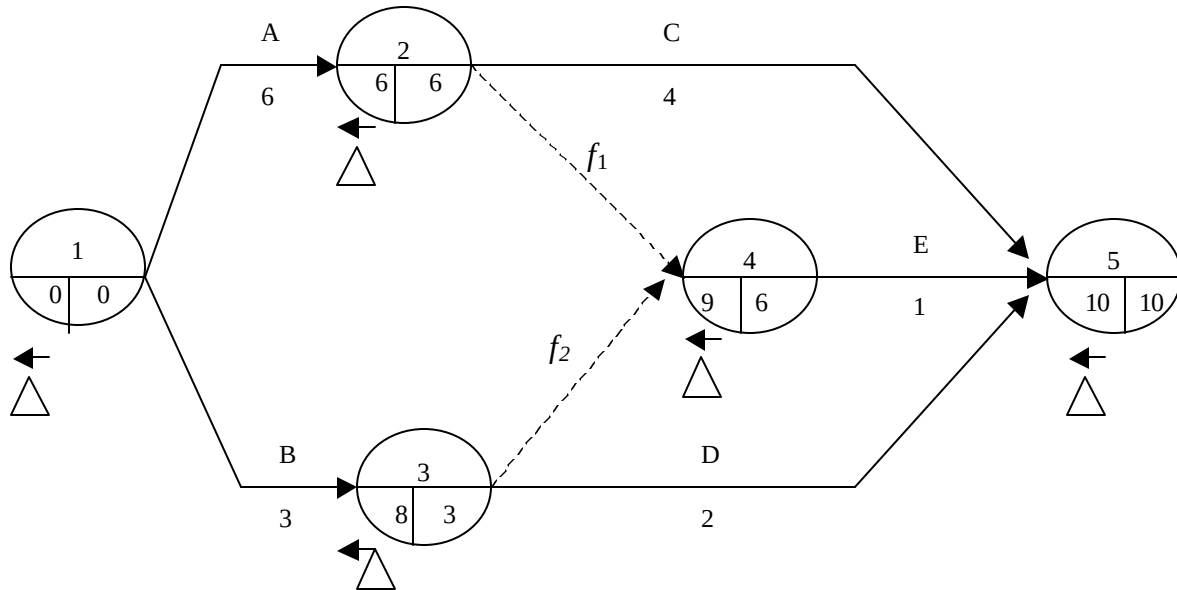


Representación en la red de las fechas más tempranas (>):





Representación en la red de las fechas más tempranas y más tardías (<):



Cálculo del Camino Crítico:

$$\triangle j - \square i - D = \text{Holgura Total}$$

$$A = 6 - 0 - 6 = 0 \text{ (crítica)}$$

$$B = 8 - 0 - 3 = 5 \text{ (holgura)}$$

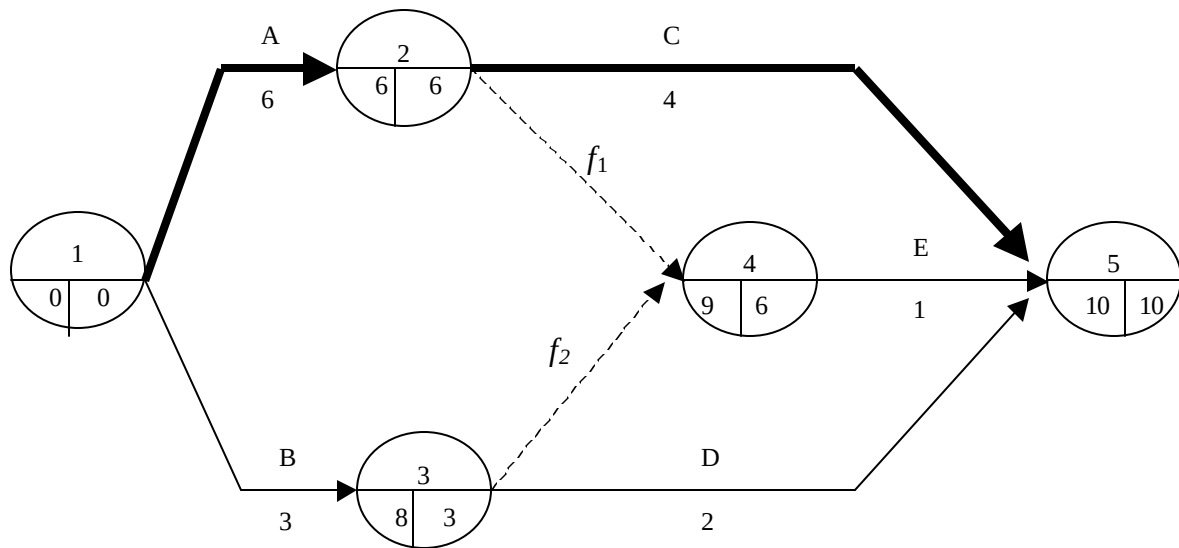
$$C = 10 - 6 - 4 = 0 \text{ (crítica)}$$

$$D = 10 - 3 - 2 = 5 \text{ (holgura)}$$

$$E = 10 - 6 - 1 = 3 \text{ (holgura)}$$



Representación en la red de las actividades críticas:



Por último, el cronograma de este proyecto permite apreciar las holguras totales y las actividades críticas identificadas.

Cronograma

Código	Actividad	Duración	Escala de Tiempo									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	XXXXXXXX XXXXXXXX	6	██████████									
B	XXXXXXXX XXXXX	3										
C	XXXXXXX XXXXXX	4										
D	XXXXXX XXXXXXXXX	2										
E	XXXXXXXX XXX	1										

Crítica

Holgura = 5

Crítica

Holgura = 5

Holgura = 3



NOTAS

- ⁽¹⁾ La circunstancia de trabajar con tres estimaciones de tiempo (optimista (t_o), pesimista (t_p) y más probable (t_e)), permite concluir que no existe certeza de que cada operación —como el proyecto en su conjunto—, tendrán una duración similar a lo programado. Esta incertidumbre puede ser cuantificable y expresada en términos probabilísticos calculando la varianza del proyecto (V_{TE}^2).

$$V_{TE}^2 = \sum V_{te}^2 \text{ (de todas las actividades del camino Crítico)}$$

En donde, la varianza de cada actividad (V_{te}^2), es igual a:

$$V_{te}^2 = \left[\frac{t_p - t_o}{6} \right]^2 = \frac{(t_p - t_o)^2}{36}$$

BIBLIOGRAFIA

ARANCIBIA, Franklin, CPM PERT. Instrumentos para Programación y para Adopción de Decisiones, Serie Gestión Directiva, Escuela Nacional de Adiestramiento para Funcionarios Públicos, Dirección de Presupuestos, Chile, 1979.

FLAKS, Marvin y WHITE, Glenn, Sistemas de Redes PERT/CPM (Introduction to PERT/CPM, 1967, de Booz, Allen & Hamilton, Inc., en LAZZARO, Víctor, Sistemas y procedimientos: Un manual para los negocios y la industria, 2ª edición, editorial Diana, México, 1979.

KOONTZ, H. y WEIRICH, H., Administración. Una perspectiva global, décima edición, editorial McGraw - Hill, México, 1994.



EJERCICIOS

- 1) Preparar una red del proyecto que se ejemplifica en el cronograma de Figura N° 1, y según la matriz de secuencia que aparece en página 3.

- 2) Análisis y descripción de cargos

El Departamento de Personal se ha propuesto iniciar un proyecto de análisis y descripción de cargos, para lo cual se contempla la siguiente metodología de trabajo:

- A) **Aprobación del Proyecto:** Esta actividad la realiza el señor Juan P., Gerente de la Organización, comunicando a todo el personal a través de una circular la realización del proyecto (2 días).
- B) **Determinación de los cargos existentes en la organización.** Es posible obtener una preclasificación de los cargos, a través de los listados de pagos de remuneraciones, luego se efectuarán las consultas adecuadas para determinar a los funcionarios que serán entrevistados; esto va complementado con las consultas necesarias a los supervisores directos de estos funcionarios. Luego se podrá confeccionar la nómina de entrevistados (6 días).
- C) **Preparación del formulario de análisis de cargo:** La realización del análisis de cargos se hará a través de entrevistas y visitas en terreno. La preparación de este formulario se hará paralelamente a la actividad B (1 día).
- D) **Comunicación:** El éxito que se puede alcanzar en el proceso de análisis de cargos, depende fundamentalmente de la cooperación de los empleados. Para evitar malos entendidos, es imprescindible dar a conocer la realización del proyecto a través de circulares y reuniones con las principales jefaturas, como asimismo, con los dirigentes sindicales.

La información que se entregue a los empleados debe señalar los objetivos que se persiguen, personas que realizarán el estudio, tiempo de duración, etc. La divulgación de la realización del proyecto se hará paralelamente a las actividades B y C (5 días).

- E) **Validación del formulario de análisis de cargos:** Una vez finalizada la actividad C, se realizará una prueba piloto con algunos empleados de la Unidad de Personal para efectuar los ajustes necesarios, antes de aplicarlo en forma general a la organización (2 días).
- F) **Diseño de un formulario de descripción de cargos y determinación de una codificación adecuada:** Con el propósito de vaciar la información que se obtenga del análisis de cargos, se diseñará un formulario a partir de los resultados obtenidos en la actividad E. Contando con el formulario definitivo será posible comenzar la realización del proceso (2 días).



- G) **Realización de las entrevistas**, Una vez finalizadas todas las actividades precedentes (68 días).
- H) **Transcripción de la información**: Paralelamente con el proceso de entrevista y de cargos, se irán digitando los resultados en los formularios de descripción de cargos (68 días).
- I) **Control de errores**: En caso de detectarse errores u omisiones, tales como información dudosa en torno a las actividades o a las responsabilidades inherentes a un cargo, se acudiría a la misma fuente de información, hasta aclarar completamente las dudas o problemas surgidos. Esta labor se efectuará simultáneamente con las actividades G y H (68 días).
- J) **Compaginación de las descripciones de cargos**: Esta actividad se realizará una vez finalizadas las actividades G y H (1 día).
- K) **Empaste y encuadernación del Manual de Cargos**: Terminada la actividad I, y con las descripciones de cada uno de los cargos -previamente compaginadas-, se dará origen al Manual de Cargos, el que posteriormente pasará a las etapas de empaste y encuadernación (2 días).
- L) **Entrega del Manual de Cargos** (1 día)

Se pide:

- Construir la malla de actividades y numerar los nodos.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Calcular los márgenes de holgura total de las actividades y señalar el camino crítico.
- Confeccionar el cronograma del proyecto.

- 3) Un proyecto tiene 7 actividades. El proyecto se inicia con la actividad A. Las actividades B y C sólo comienzan cuando termina A.

El inicio de las actividades E y F depende de que la actividad C termine.

La actividad D comienza una vez que finaliza B. La actividad G se inicia sólo cuando terminan las actividades D, E y F.

Actividad	Duración
A	5
B	10
C	7
D	4
E	1
F	7
G	3



6) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antecedente	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	C D	3
-	B	D E	4
A	C	H	1
A B	D	F G	2
B	E	F G	1
D E	F	H	2
D E	G	-	4
C F	H	-	3

Se pide:

- Construir la malla de actividades y numerar los nodos.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Señalar el camino crítico.

7) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antedente	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	C D	5
-	B	D E	3
A	C	F G	4
A B	D	F G	7
B	E	F G	6
C D E	F	-	3
C D E	G	-	2

Se pide:

- Construir la malla de actividades y numerar los nodos.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Señalar el camino crítico.
-



8) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antecedente	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D	3
-	B	D E F	5
-	C	F	4
A B	D	G H	7
B	E	G H	6
B C	F	G H	3
D E F	G	-	2
D E F	H	-	4

Se pide:

- Construir la malla de actividades y numerar los nodos.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Señalar el camino crítico.

9) De acuerdo a la siguiente tabla de secuencia:

Antecedente	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D E	4
-	B	G	3
-	C	H G	2
A	D	F G	5
A	E	G	3
D	F	I	2
B C D E	G	I	5
C	H	I	4
F G H	I	-	1

Se pide:

- Confeccionar la malla de actividades
- Determinar el camino crítico
- Señalar los márgenes de holgura total de las actividades
- Confeccionar carta Gantt del proyecto.



10) De acuerdo a la siguiente tabla de secuencia:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	B	2
A	B	C G	5
B	C	E F	6
-	D	H	6
C	E	H	1
C	F	-	2
B	G	-	4
D E	H	-	3

Se pide:

- Confeccionar la red.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Señalar el camino crítico
- Indicar los márgenes de holgura total de las actividades.

11) De acuerdo a la siguiente tabla de secuencia:

Antes	Actividad	Después	Duración
-	A	B	20
A	B	C	2
B	C	D F E	1
C	D	H I	7
C	E	M	30
C	F	G	20
L F	G	M	2
D	H	M	3
D	I	J	2
I	J	L	8
L	K	M	3
J	L	K G	1
G K H E	M	-	2

Se pide:

- Confeccionar la red.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Señalar el camino crítico



12) De acuerdo a la siguiente tabla de secuencia:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	C B D	7
A	B	E	10
A	C	G	15
A	D	I	8
B	E	F J	10
E	F	H	10
C	G	H	5
G F	H	K	20
D	I	K	20
E	J	K	5
J I H	K	-	5

Se pide:

- Confeccionar la red.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Señalar el camino crítico
- Indicar los márgenes de holgura total de las actividades.

13) Dada la siguiente tabla de secuencia de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D G	5
-	B	H G E	1
-	C	F	6
A	D	J	2
B	E	I	1
C	F	I	2
A B	G	J	3
B	H	K L	4
F E	I	M O	6
D G	J	N	2
H	K	N	2
H	L	O	1
I	M	-	1
J K	N	-	2
L I	O	-	3

Se pide:

- Elaborar el diagrama de flechas
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Identificar el camino crítico.



14) Dada la siguiente tabla de secuencia de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	F E D	8
-	B	D	4
-	C	G H	5
A B	D	I	1
A	E	I	6
A	F	-	3
C	G	I	4
C	H	-	2
E D G	I	-	1

Se pide:

- Elaborar el diagrama de flechas
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Identificar el camino crítico.

15) Un determinado proyecto tiene 9 actividades cuyas relaciones de secuencias y duración de las actividades son las siguientes:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	F E D	8
-	B	D	4
-	C	G H	5
A B	D	I	1
A	E	I	6
A	F	-	3
C	G	I	4
C	H	-	2
E D G	I	-	1

Se pide:

- Confeccionar el diagrama de flechas.
- Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
- Determinar márgenes de holgura total.
- Identificar camino crítico.



16) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D	3
-	B	D E	5
-	C	E	2
A B	D	F G	4
B C	E	F G	6
D E	F	-	1
D E	G	-	1

Se pide:

- Construir la malla de actividades.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Determinar márgenes de holgura total.
 - Identificar camino crítico.
-

17) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D G	5
-	B	E	4
-	C	F G	6
A	D	H	4
B	E	G	3
C	F	I	3
A C E	G	H	1
D G	H	J	4
F	I	J	3

Se pide:

- Construir la malla de actividades.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Determinar márgenes de holgura total.
 - Identificar camino crítico.
-



18) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D G H	3
-	B	E	4
-	C	F	5
A	D	I	7
B	E	G H	8
C	F	G H	9
A E F	G	I	5
A E F	H	I	4
D G H	I	-	1

Se pide:

- Construir la malla de actividades.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Determinar márgenes de holgura total.
 - Identificar camino crítico.
-

19) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	C D	6
-	B	D E	7
A	C	F G	2
A B	D	F G	4
B	E	F G	2
C D E	F	H	8
C D E	G	H	5
F G	H	-	2

Se pide:

- Construir la malla de actividades.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Determinar márgenes de holgura total.
 - Identificar camino crítico.
-



20) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	D	4
-	B	E G H	8
-	C	F	2
A	D	G	6
B	E	I	7
C	F	H	3
B D	G	I	5
B F	H	I	4
E G H	I	-	5

Se pide:

- Construir la malla de actividades.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Determinar márgenes de holgura total.
 - Identificar camino crítico.
-

21) Dada la siguiente información acerca de un proyecto:

Antes	Actividad	Siguiente	Duración
-	A	B C	5
A	B	F G I	9
A	C	D E	2
C	D	F G I	3
C	E	F G I	2
B D E	F	-	3
B D E	G	H	2
G	H	-	4
B D E	I	-	4

Se pide:

- Construir la malla de actividades.
 - Determinar las fechas más tempranas y las fechas más tardías.
 - Determinar márgenes de holgura total.
 - Identificar camino crítico.
-