



T-26

P R O G R A M A D E P E R T - C P M

(Técnicas de Previsión y evaluación de Programas Método de la Ruta Crítica)

0. INTRODUCCION

1. SUPUESTOS TEORICOS Y DEFINICIONES DE LOS ELEMENTOS BASICOS. ELA-
BORACION DE UNA RED.

1.1. A) ACTIVIDAD

- 1.1.0. Definición. Ejemplos
- 1.1.1. Datos de la actividad
- 1.1.2. Cadena de actividades
- 1.1.3. Ejemplo de "cadena"
- 1.1.4. Resumen

(ejercicios)

1.2. B) SUCESO (NUDO)

- 1.2.1. Definición
- 1.2.2. Propiedades de los nudos

1.3. C) RETICULO (RED)

- 1.3.1. Descripción y ejemplo
- 1.3.2. Diferencias entre "cadena y "red"
- 1.3.3. Nudo origen y nudo final de una red

(ejercicios)

1.3.4. Numeración de los nudos de la red

(ejercicios)

1.3.5. Actividades ficticias o virtuales

(ejercicios)

1.3.6. Ejemplo de laboración de una red

1.3.7. Quién de hacer la red?

1.3.8. Cómo se prepara una red?

1.3.8.1. Desde el nudo origen

1.3.8.2. Desde el nudo final

1.3.8.3. Desde un punto intermedio

1.3.9. Cuánta información es necesaria para preparar una red?



1.4. D) TIEMPO

- 1.4.1. El cálculo de la duración
- 1.4.2. Tres estimaciones de tiempo: optimista, pesimista y normal.
- 1.4.3. A quién se piden las estimaciones de tiempo?
- 1.4.4. Cómo se pide las estimaciones de tiempo?
- 1.4.5. Cálculo del tiempo previsto: T_e
- 1.4.6. Explicación de la fórmula de cálculo del tiempo previsto
- 1.4.7. Posibilidad del cálculo manual.

2. METODO DE CALCULO

2.1. Las fases

- 2.2. 1ª FASE: Obtención de los datos
- 2.3. 2ª FASE: Cálculo de los tiempos previstos
- 2.4. 3ª FASE: Cálculo de los T_{min}
- 2.5. 4ª FASE: Cálculo de los T_{max}
- 2.6. 5ª FASE: Examen de los resultados
 - 2.6.1. Holgura de un nudo
 - 2.6.2. Holgura de una actividad
 - 2.6.2.1. Holgura total
 - 2.6.2.2. Holgura libre
 - 2.6.2.3. Holgura independiente
 - 2.6.3. Nudos críticos
 - 2.6.4. Actividades críticas
 - 2.6.5. Ruta crítica
 - 2.6.6. Actividades y nudos hipercríticos
 - 2.6.7. Reflejo de las holguras en tablas
 - 2.6.8. Probabilidad

T-14

1.3.6. Ejemplo de elaboración de una red.

Supongamos que las relaciones de orden existentes entre varias actividades de un proyecto nos son conocidas.

¿Cómo elaborar la red correspondiente?

Basta con que para cada actividad nos hagamos estas TRES PREGUNTAS:

- 1ª

¿QUE ACTIVIDADES PRECEDEN INMEDIATAMENTE A LA QUE SE ESTA CONSIDERANDO?

- 2ª

¿CUALES LE SIGUEN INMEDIATAMENTE?

- 3ª

¿CUALES SE PUEDEN REALIZAR SIMULTANEAMENTE CON LA CONSIDERADA?
--

Veamos un ejemplo. Sean las siguientes relaciones de orden y las que de ellas se deducen:

- 1º - Del suceso de origen parten las actividades A y B.
- 2º - La actividad A precede inmediatamente a las actividades C y D.
- 3º - La actividad B precede inmediatamente a la actividad E.
- 4º - La actividad C precede inmediatamente a la actividad F.
- 5º - La actividad D precede inmediatamente a la actividad G.
- 6º - La actividad G precede inmediatamente a la actividad H.
- 7º - La actividad F precede inmediatamente a las actividades J e I.
- 8º - Las actividades H e I preceden inmediatamente a la actividad K.
- 9º - La actividad J precede inmediatamente a las actividades N, Ñ y O.
- 10ª - La actividad N precede inmediatamente a la actividad R.
- 11ª - La actividad Ñ precede inmediatamente a la actividad Q.
- 12ª - La actividad O precede inmediatamente a la actividad P.
- 13ª - La actividad K precede inmediatamente a la actividad L.
- 14ª - La actividad L precede inmediatamente a la actividad M.
- 15ª - La actividad M precede inmediatamente a la actividad T.

- 16ª - Las actividades M y P preceden inmediatamente a la actividad S.
- 17ª - La actividad E precede inmediatamente a las actividades V y X.
- 18ª - Las actividades R, Q, S, T, V y X preceden inmediatamente a la actividad Y.
- 19ª - Al realizarse la actividad Y se realiza el suceso final u objetivo del proyecto.

a) Representando gráficamente la 1ª relación tendremos la figura 12:

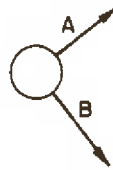


FIGURA 12

b) Introduciendo la segunda condición tendremos (figura 13):

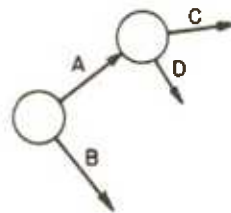


FIGURA 13

c) Reflejando la tercera condición tendremos (figura 14):

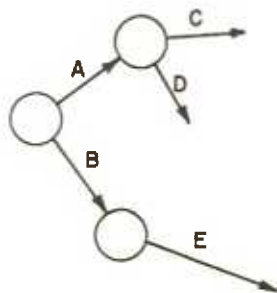


FIGURA 14

d) Reflejando la cuarta condición tendremos (figura 15):

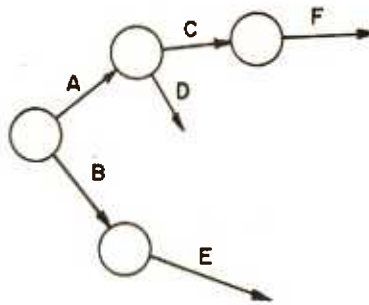


FIGURA 15

e) Reflejando la quinta condición tendremos (figura 16):

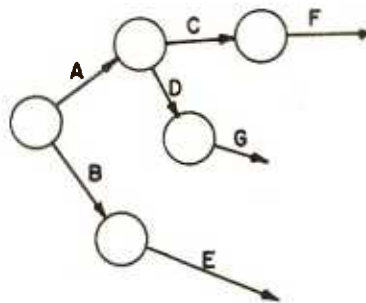


FIGURA 16

f) Reflejando la sexta condición tendremos (figura 17):

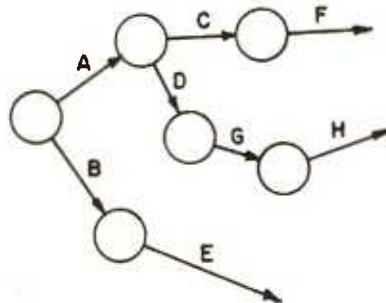


FIGURA 17

g) Reflejando la séptima condición tendremos (figura 18):

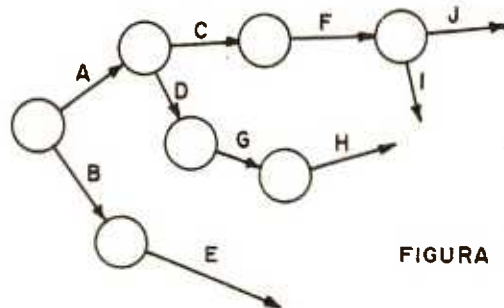


FIGURA 18

h) Reflejando la octava condición tendríamos (figura 19):

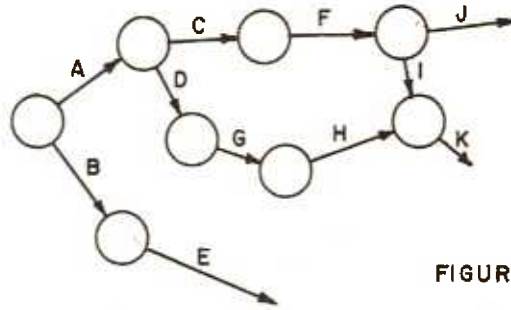


FIGURA 19

i) Reflejando la novena condición tendremos (figura 20):

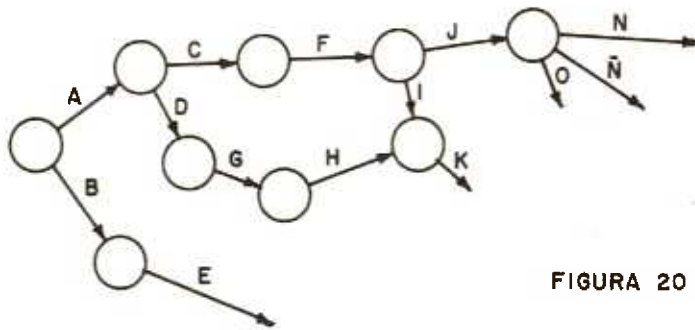


FIGURA 20

j) Reflejando la décima condición tendremos (figura 21):

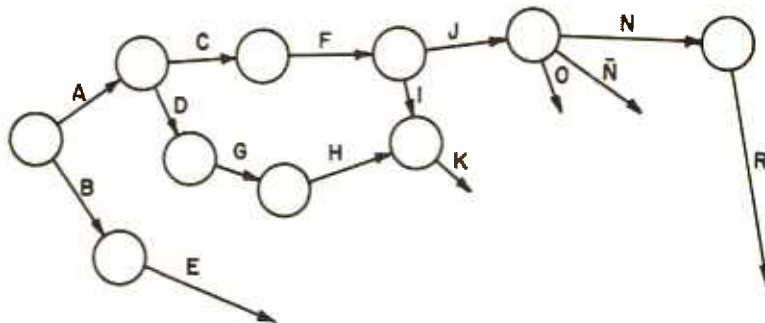


FIGURA 21

k) Reflejando la condición 11 tendremos (figura 22):

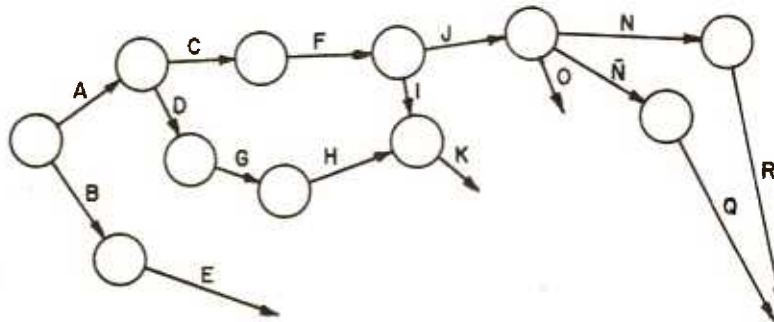


FIGURA 22

l) Reflejando la condición 12 tendremos (figura 23):

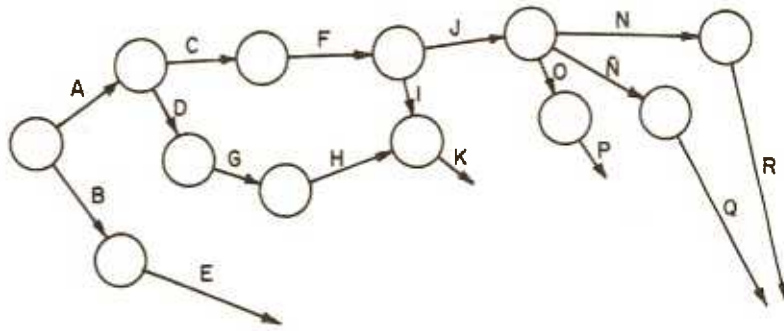


FIGURA 23

ll) Reflejando la condición 13 tendremos (figura 24):

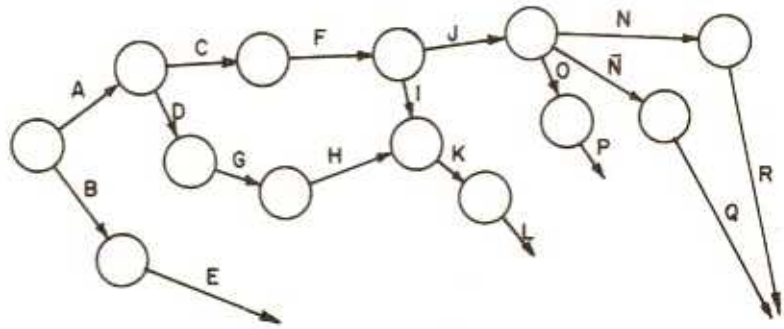


FIGURA 24

m) Reflejando la condición 14 tendremos (figura 25):

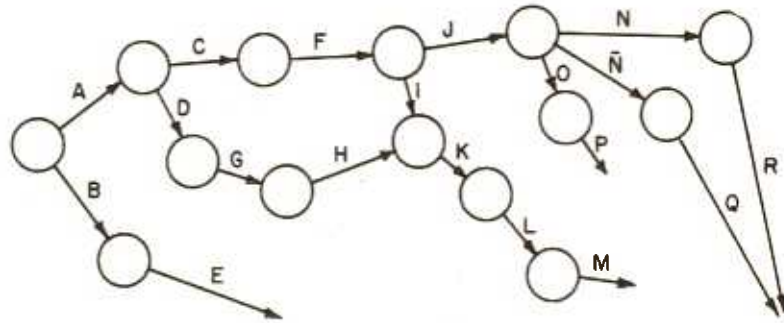


FIGURA 25

n) Reflejando la condición 15 tendremos (figura 26):

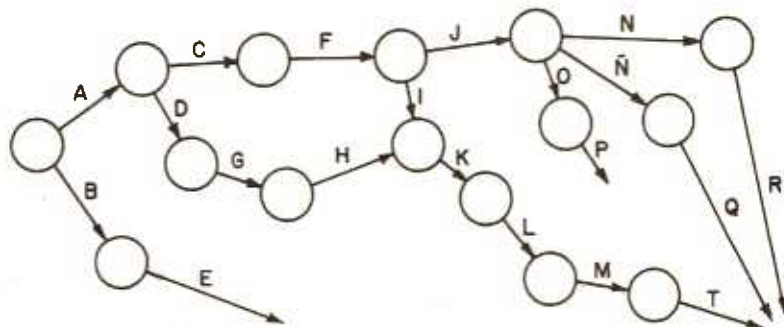


FIGURA 26

ñ) Al intentar reflejar la condición 16 observamos que estamos ante el segundo caso de actividades ficticias o virtuales que hemos estudiado. En efecto, - tal como hemos visto en la condición 15 la realización de M es necesaria para empezar la actividad T. Pero para empezar la actividad S (según la condición 16) es necesario que estén realizadas M y P. - Por lo tanto separaremos los sucesos finales de M y de P, los uniremos mediante una actividad ficticia f que vaya del suceso final de M al suceso final de P. Reflejando después la actividad S a partir del suceso final de P, tendremos (figura 27):

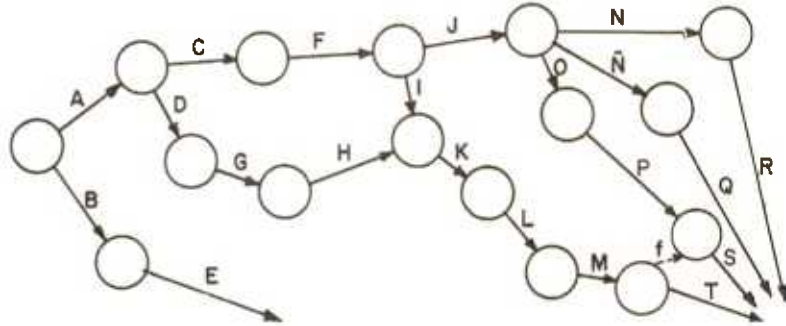


FIGURA 27

o) Reflejando la condición 17 tendremos (figura 28):

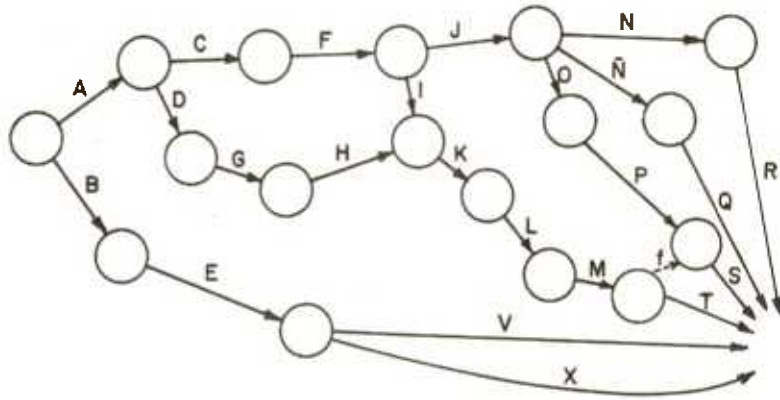


FIGURA 28

p) Reflejando la condición 18 tendremos (figura 29):

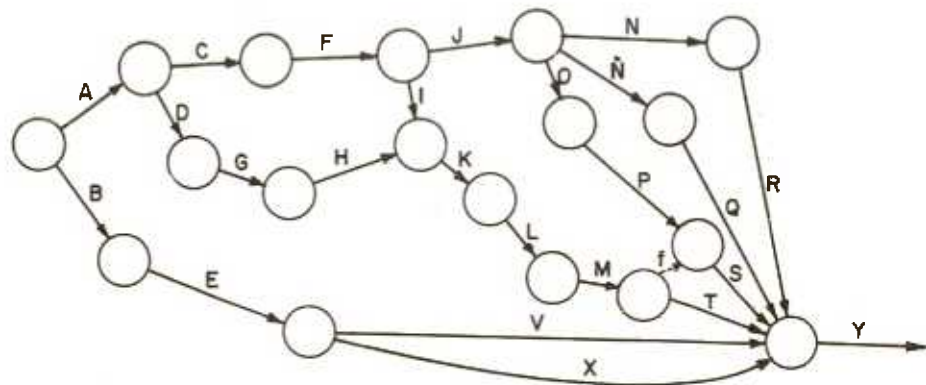


FIGURA 29

OJO. Hemos incumplido (actividades V y X) la condición de la red según la cual dos actividades no pueden tener idénticos el nudo de salida y el nudo de llegada. Estamos ante el primer caso de utilización de las actividades virtuales que hemos estudiado. Para corregir este error introduciremos un suceso distinto en el que terminará una de ellas y uniremos ese suceso con el suceso final de la otra mediante una actividad virtual. Tendremos (figura 30):

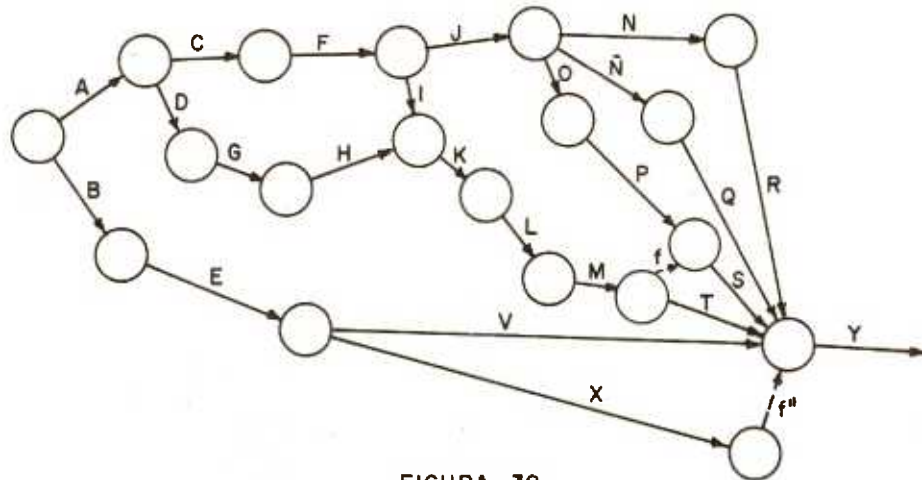


FIGURA 30

q) Y añadiendo el reflejo de la condición 19 tendremos (figura 31):

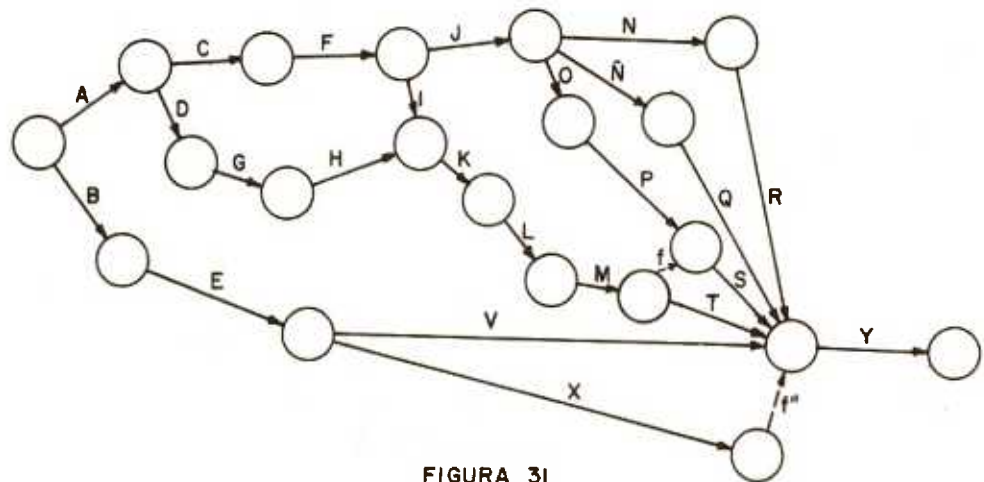


FIGURA 31

Ya tenemos la representación gráfica de las relaciones de orden de las actividades. Numeraremos ahora los nudos. Vuelva Vd. al nº 1.3.4. Numeración de los nudos de la red (Pág. 8) y pruebe a numerar los nudos correctamente sobre la figura 31.

A la vuelta de esta página la figura 32 presenta la red numerados correctamente sus sucesos.

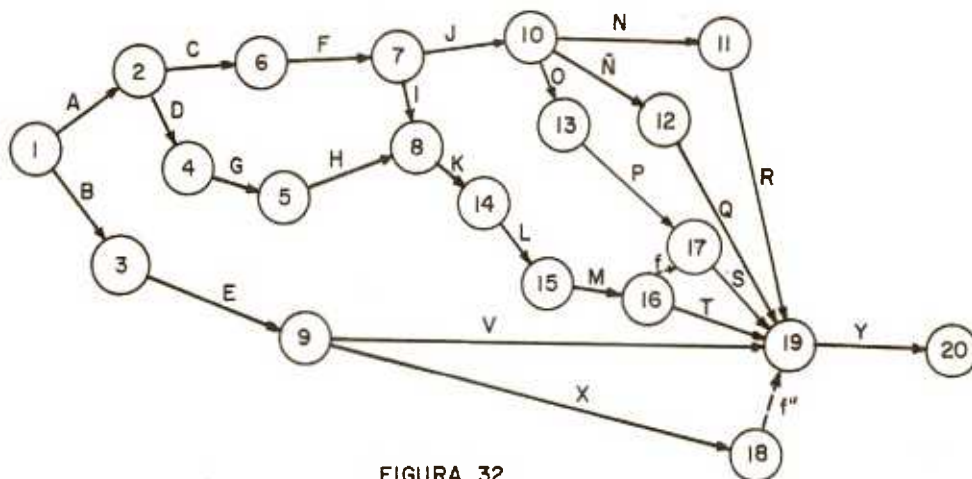


FIGURA 32

1.3.7. ¿Quién debe hacer la red?

La persona que cumpla estas dos condiciones:

- Estar preparado para hacer una red.
- Ocupar el cargo más alto posible en la Empresa.

Debe ser persona o personas competentes, que conozcan las características del proyecto y los problemas de - trabajo implicados en la red.

1.3.8. ¿Cómo se prepara una red?

1.3.8.1. Desde el nudo de origen.

Si el programa no es muy complicado se empieza en el nudo de origen y se va elaborando - la red con la información de que se dispone. Es relativamente fácil en Empresas o tareas en las que se utilizan técnicas standard.

1.3.8.2. Desde el nudo final.

Se puede trabajar hacia atrás en la red partiendo del nudo final y preguntándose qué se sabe de las actividades anteriores. Se va - estableciendo en cada nudo la información - que debemos tener, las tareas que deben estar realizadas antes de empezar una nueva actividad.

1.3.8.3. Desde un punto intermedio.

En ocasiones disponemos de abundante información referida a uno o varios puntos interme- dios del programa. En éste caso conviene - elaborar la red desde ese punto desarrollán- dola hacia delante y hacia atrás desde ese - punto.

En resumen

DEBE COMENZARSE LA RED DESDE EL PUNTO DEL - QUE SE DISPONE DE LA MAXIMA INFORMACION.

cando una persona con entrenamiento medio supone 7 horas de trabajo. La tabulación de 30 zonas de 25 Municipios supone 30 jornadas de trabajo de 7 horas de 1 persona o 5 jornadas de 7 horas de trabajo de 6 personas).

Aunque se renunciase a las fases siguientes del cálculo, la mera elaboración de la red supone un esfuerzo de análisis realizado de forma sistemática y racional. La red permite, aún sin calcularla:

- Valorar mejor las actividades.
- Conocer perfectamente las características de las actividades.
- Conocer las uniones de interdependencia con los otros componentes.
- Disponer, en fin, de una representación "fotográfica" que permite tener presente y controlar mucho mejor todo el conjunto.

En CARITAS se darán bastantes casos en que no será posible calcular la red PERO SIEMPRE CONVENDRA ELABORAR LA RED.

En los próximos temas demostraremos como el cálculo PERT, provee informaciones muy útiles, aptas para determinar cuales son las intervenciones más ventajosas y oportunas, de los planificadores.

1.4.4. ¿Cómo se piden las estimaciones de tiempo?

- + En primer lugar, es preciso subrayar a las personas que han de dar las estimaciones de tiempo que
 - EL CONTENIDO DE TRABAJO A QUE SE REFIEREN LAS TRES ESTIMACIONES DE TIEMPO ES EL MISMO.
 - LOS RECURSOS EMPLEADOS EN LA ACTIVIDAD SON - LOS MISMOS PARA LAS TRES ESTIMACIONES DE TIEMPO.

Un cambio en los recursos disponibles (un hombre más, una máquina más, etc.) supone cambiar las tres estimaciones de tiempo.

Un cambio en el contenido del trabajo (P.e. tabular-20 cuestionarios en vez de 40) supone cambiar las tres estimaciones de tiempo.

- + En segundo lugar, es preciso que las personas a quienes se piden las tres estimaciones de tiempo conozcan a fondo el trabajo de que se trata y que hayan definido bien las dificultades técnicas que hay que superar y los medios (máquinas, personal, dinero, etc.) de los cuales disponen.
- + En tercer lugar es preciso pedir las estimaciones de tiempos de las distintas actividades sin seguir la secuencia lógica de las actividades en la red. Si seguimos la secuencia lógica corremos el riesgo de que cada uno vaya añadiendo su margen de seguridad en su afán de "quedar bien". SE DEBEN PEDIR LAS ESTIMACIONES DE TIEMPOS ESCOGIENDO AL AZAR LA ACTIVIDAD INVESTITA EN CADA CASO.
- + En cuarto lugar, conviene que al pedir las tres estimaciones de tiempo referidas a una actividad se siga el siguiente orden.

1º.- Preguntar el tiempo optimista

Es la estimación más fácil de conseguir.

Es el tiempo que "se le viene a la cabeza" a cada uno.

2º.- Preguntar el tiempo pesimista

Es la estimación más difícil de conseguir.

Exige pensar con mentalidad prospectiva.

Exige imaginación para prever cuales son las dificultades que pueden surgir y los problemas que pueden plantearse. Por ello es la más útil.

3º.- Preguntar el tiempo normal

Exige tener en cuenta la experiencia de trabajos iguales o similares al de la actividad de que se trate.

1.4.5. Cálculo del tiempo previsto: Te

Una vez hemos obtenido las tres estimaciones de tiempo (tiempo optimista, tiempo pesimista y tiempo normal) estamos en condiciones de calcular el tiempo previsto para la actividad.

La fórmula es la siguiente:

Sea T_e el tiempo previsto; a el tiempo optimista; n el tiempo normal y b el tiempo pesimista.

Fórmula para el cálculo del tiempo previsto

$$T_e = \frac{a+4n+b}{6}$$

Por ejemplo: Sea la actividad "visita a los Municipios" para recoger los cuestionarios de la Encuesta de Municipios.

Tiempo optimista $a = 6$ días

Tiempo normal $n = 16$ días

Tiempo pesimista $b = 50$ días

$$\begin{aligned} \text{Tiempo previsto } T_e &= \frac{a + 4n + b}{6} = \frac{6 + (4 \times 16) + 50}{6} = \\ &= \frac{120}{6} = 20 \text{ días} \end{aligned}$$

1.4.6. Explicación de la fórmula de cálculo del tiempo previsto

El tiempo previsto es una función de los tres tiempos a , n y b . O sea $T_e = f(a, n, b)$

La experiencia y la intuición nos indican que la distribución estadística de las duraciones de una actividad es semejante a la representada en la figura 33

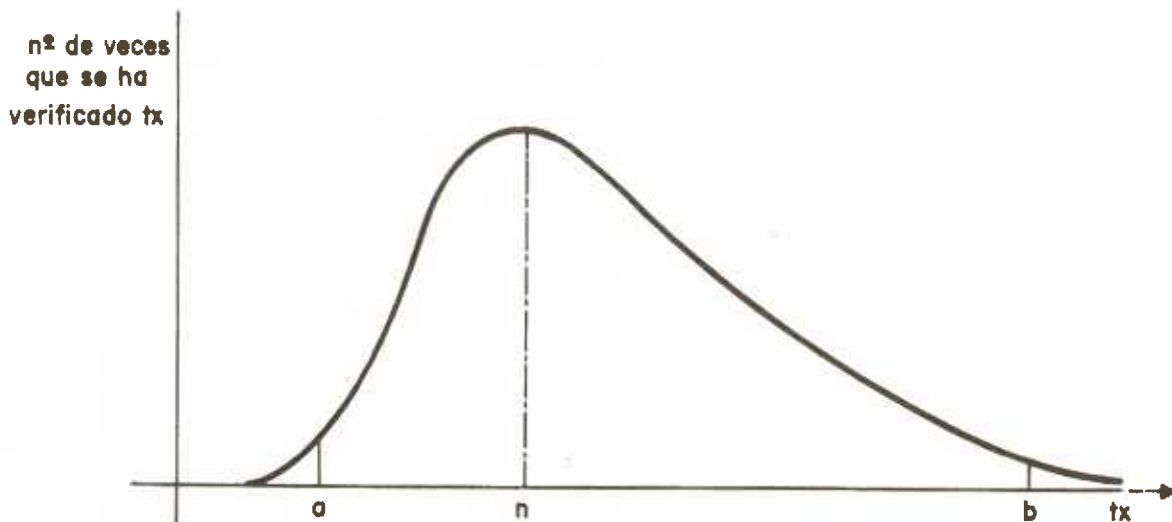


FIGURA 33

Es decir, una distribución de tipo β_1 (para una explicación más detallada vease anexo 1). Para determinar la dependencia funcional consideramos una distribución estadística de tipo β_1 representada en la figura 34 en la que M sea el punto central del intervalo $b - a$.

$$M = \frac{a + b}{2}$$

y T_e el tiempo más probable (tiempo esperado o tiempo) que buscamos.

Realizando el análisis de la distribución Beta, se tiene que el tiempo T_e , más probable (o tiempo previsto) es aquel que cuenta con el 50 % de probabilidades de realizarse; el tiempo T_e buscado dividirá el área comprendida en la curva en dos partes iguales.

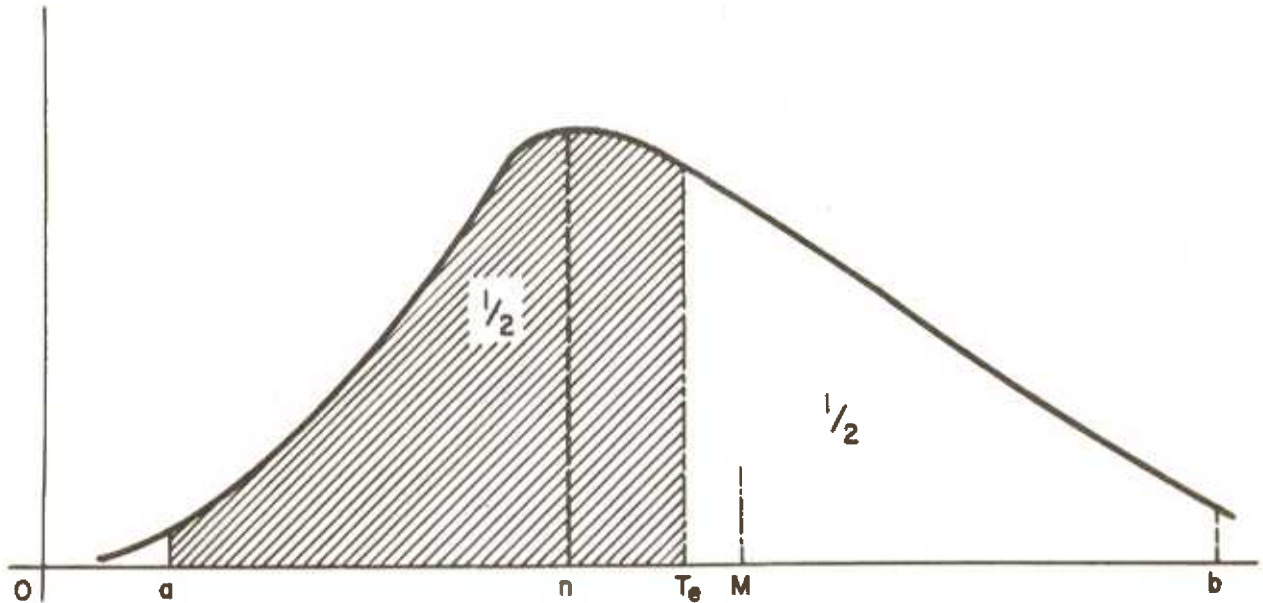


FIGURA 34

Cuando este hecho se expresa, según la teoría estadística se iguala T_e a una media ponderada de n y M , dando un peso 2 a n , y un peso 1 a M .

en fórmula: $T_e = \frac{2n + M}{3}$

y puesto que $M = \frac{a + b}{2}$

$$T_e = \frac{2n + \frac{a + b}{2}}{3} = \frac{a + 4n + b}{6}$$

que es la fórmula que hemos dado antes para el cálculo del tiempo previsto.

1.4.7. Posibilidad del cálculo manual.

Al llegar a este punto es preciso salir al paso de una falsa impresión. Esta:

Para calcular los tiempos previstos de una red es necesaria una calculadora electrónica.

La respuesta a esta afirmación es: SEGUN. Según sea de compleja la red.

Con un mínimo de práctica se puede calcular en una hora una red de 125 nudos. Para "meter" en una calculadora el cálculo de esa red de 125 sucesos, HAY QUE DEDICAR DOS HORAS a la preparación de los datos.

De hecho, y por esta razón en la General Eléctrica - del 30 al 40 % de los cálculos se hacen a mano.

2. METODO DE CALCULO

2.1. Las fases.

El cálculo PERT se realiza en cinco fases que son las siguientes:

- 1ª FASE: Obtención de los datos.
- 2ª FASE: Cálculo de los tiempos previstos.
- 3ª FASE: Cálculo de los Tmin.
- 4ª FASE: Cálculo de los Tmax.
- 5ª FASE: Examen de los resultados.

2.2. Primera fase. Obtención de los datos.

Hemos estudiado ya ampliamente esta fase en el capítulo anterior. En ella se examinan las características del programa, se hace la lista de las actividades que comprende, se establecen las interdependencias de las actividades, se representa gráficamente la red, se obtienen las tres estimaciones de tiempo para cada actividad.

ES UNA FASE BASICA. De la bondad de los datos obtenidos depende la bondad del cálculo.

2.3. Segunda fase: Cálculo de los tiempos previstos:

En esta fase se calcula para cada actividad el tiempo previsto T_e según la fórmula dada que, repetimos, es

$$T_e = \frac{a + 4n + b}{6}$$

2.4. Tercera fase: Cálculo de los Tmin. (Cálculo de las fechas mínimas).

Vamos a operar con una red cualquiera sencilla.

Por ejemplo la de la figura 35.

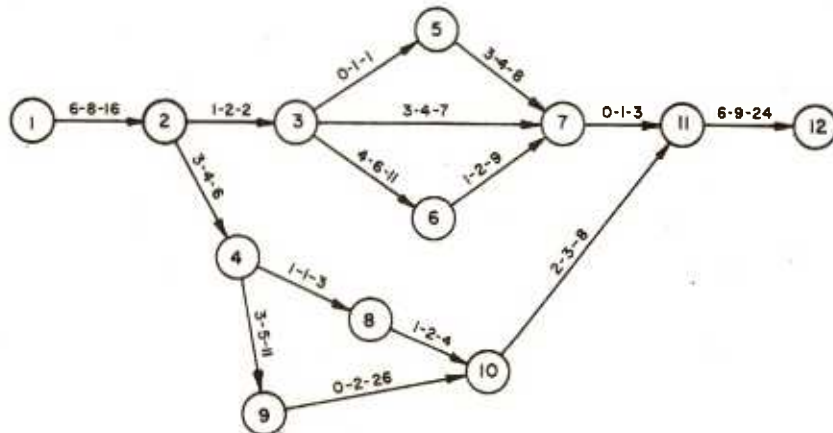


FIGURA 35

Supongamos que ya se han calculado los T_e de forma que las tres estimaciones de tiempo se hayan reducido a una sola de la forma que expresa la figura 36.

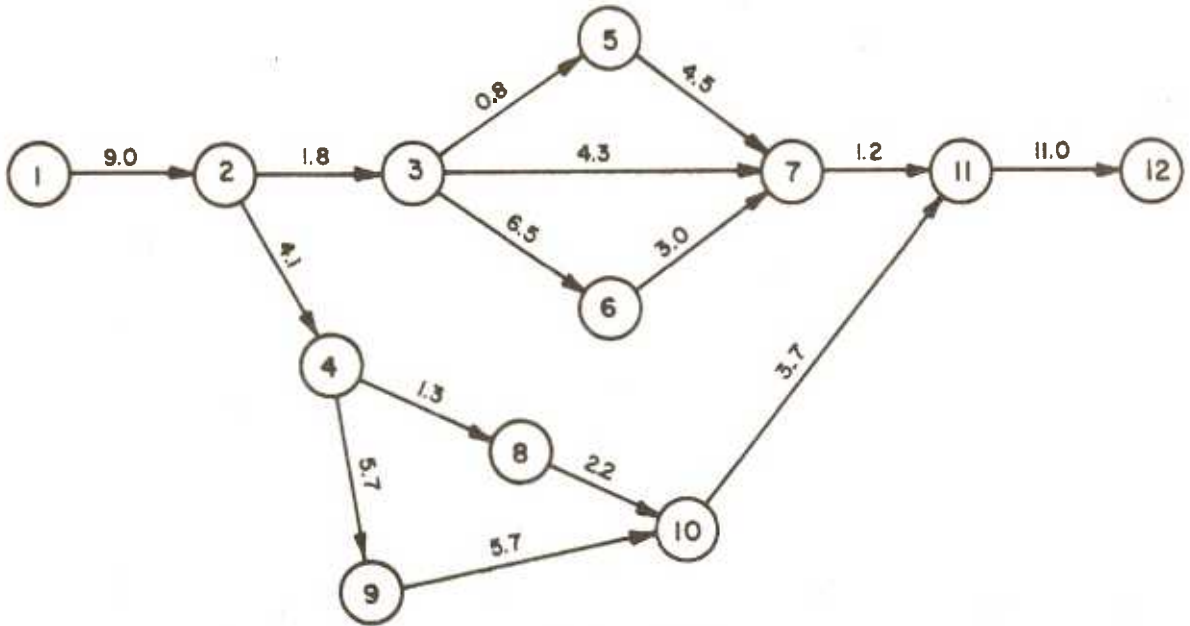


FIGURA 36

Como ya hemos indicado anteriormente, a la fecha que corresponde al nudo de partida le damos un valor igual a cero (tomándola como fecha de referencia). Entonces al nudo 2 se le atribuirá un tiempo correspondiente a la fecha del nudo 1, aumentada por la duración de la actividad que va del nudo 1 al nudo 2. A este tiempo le llamaremos $(T_{min})_2$ y resultará:

$$(T_{min})_2 = (T_{min})_1 + T_e = 0 + 9,0 = 9$$

Fácilmente se pueden calcular los nudos 3 y 4 sumando a $(T_{min})_2$ los tiempos correspondientes:

$$(T_{min})_3 = (T_{min})_2 + 1,8 = 9 + 1,8 = 10,8$$

$$(T_{min})_4 = (T_{min})_2 + 4,1 = 9 + 4,1 = 13,1$$

E igualmente sencillo es calcular los nudos 5 y 6 y 8 y 9

$$(T_{min})_5 = (T_{min})_3 + 0,8 = 10,8 + 0,8 = 11,6$$

$$(T_{min})_6 = (T_{min})_3 + 6,5 = 10,8 + 6,5 = 17,3$$

$$(T_{min})_8 = (T_{min})_4 + 1,3 = 13,1 + 1,3 = 14,4$$

$$(T_{min})_9 = (T_{min})_4 + 5,7 = 13,1 + 5,7 = 18,8$$

Para el nudo 7 hay que tener en cuenta que se puede llegar a él a través de las actividades que parte respectivamente de los nudos 3, 5 y 6.

Para determinar $(T_{min})_7$ hay que comparar los tres tiempos

$$(T_{min})_7 = (T_{min})_3 + 4,3 = 10,8 + 4,3 = 15,1$$

$$(Tmin)'_7 = (Tmin)_3 + 4,3 = 10,8 + 4,3 = 15,1$$

$$(Tmin)''_7 = (Tmin)_6 + 3,0 = 17,3 + 3,0 = 20,3$$

Y ESCOGER EL MAYOR DE TODOS ELLOS, que en este caso es $(Tmin)''_7$, y entonces se tendrá.

$$(Tmin)_7 = (Tmin)''_7 = 20,3$$

Lo mismo nos sucede con el nudo 10, al que es posible llegar a partir de las actividades que comienzan en los nudos 8 y 9.

$$(Tmin)'_{10} = (Tmin)_8 + 2,2 = 14,4 + 2,2 = 16,6$$

$$(Tmin)''_{10} = (Tmin)_4 + 5,7 = 18,8 + 5,7 = 24,5$$

En este caso:

$$(Tmin)_{10} = (Tmin)''_{10} = 24,5$$

El cálculo se continuará de este modo, sumando las duraciones de las actividades al (Tmin) correspondiente al nudo de partida, y tomando como Tmin del nudo al que lleguen varias actividades la mayor de las fechas entre todas las calculadas a lo largo de todos los caminos posibles.

El Tmin de un nudo, REPRESENTA LA FECHA MINIMA ANTES DE LA CUAL NO ES POSIBLE COMENZAR LAS ACTIVIDADES QUE PARTEN DE EL.

El Tmin del nudo final, REPRESENTA LA FECHA MINIMA ANTES DE LA CUAL NO ES POSIBLE ACABAR EL PROGRAMA.

Los Tmin se representan encerrándolos en un pequeño círculo a la izquierda del nudo correspondiente. Por ejemplo, en la figura 37 se han reflejado los Tmin de la red que estábamos calculando como ejemplo.

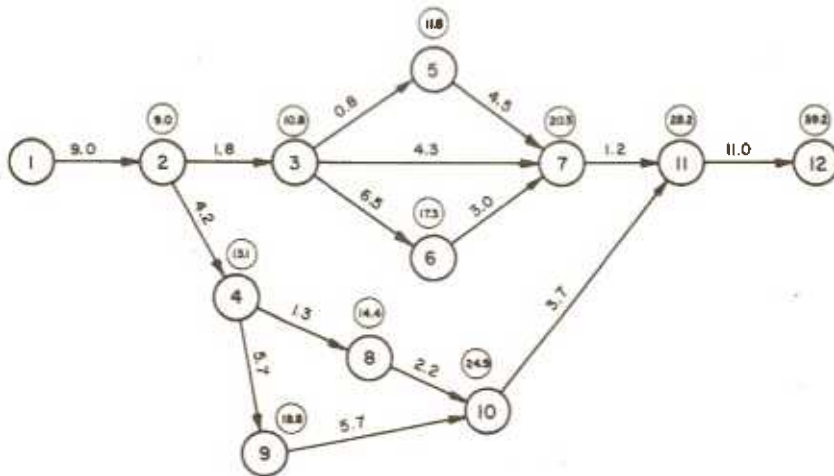


FIGURA 37

Para facilitar la realización de esta fase del cálculo y la de las posteriores resulta cómodo disponer los datos y los resultados en forma de tabla tal como la recogida en la figura 38:

ACTIVIDAD		Te (tiempo previsto) (duración de la actividad)	Tmin Fecha mínima	
Nudo de llegada	Nudo de partida		Ini- ciación	Terminiación
2	1	9,0	0	9,0
3	2	1,8	9	10,8
4	2	4,1	9	13,1
5	3	0,8	10,8	11,6
6	3	6,5	10,8	17,3
7	3	4,3	10,8	15,1
7	5	4,5	11,6	16,1
7	6	3,0	17,3	(20,3)
8	4	1,3	13,1	14,4
9	4	5,7	13,1	18,8
10	8	2,2	14,4	16,6
10	9	5,7	18,8	(24,5)
11	7	1,2	20,3	21,5
11	10	3,7	24,5	(28,2)
12	11	11,0	28,2	39,2

Fig. 38

ACTIVIDAD		Te tiempo previsto (duración de la actividad)	Tmin Fecha mínima		Tmax Fecha máxima	
Nudo de llegada	Nudo de partida		Ini- ciación	Termi- nación	Ini- ciación	Termi- nación
2	1	9,0	0	9,0	0	9,0
3	2	1,8	9,0	10,8	15,8	17,6
4	2	4,1	9,0	13,1	(9,0)	13,1
5	3	0,8	10,8	11,6	21,8	22,6
6	3	6,5	10,8	17,3	(17,6)	24,1
7	3	4,3	10,8	15,1	22,8	27,1
7	5	4,5	11,6	16,1	22,6	27,1
7	6	3,0	17,3	(20,3)	24,1	27,1
8	4	1,3	13,1	14,4	21,0	22,3
9	4	5,7	13,1	18,8	(13,1)	18,8
10	8	2,2	14,4	16,6	22,3	24,5
10	9	5,7	18,8	(24,5)	18,8	24,5
11	7	1,2	20,3	21,5	27,1	28,2
11	10	3,7	24,5	(28,2)	24,5	28,2
12	11	11,0	28,2	39,2	28,2	39,2

Fig. 40

2.6. QUINTA FASE: EXAMEN DE LOS RESULTADOS.

Realizadas ya las cuatro fases anteriores poseemos los datos necesarios para pasar a la fase más fecunda: examen de los resultados.

2.6.1. Holgura de un nudo.

En las fases tercera y cuarta hemos obtenido las fechas mínimas (Tmin) y (Tmax) de cada nudo.

Restando del Tmax el Tmin de un nudo obtenemos la holgura o tiempo libre de ese nudo. Por ejemplo, en la red de la figura 39 la holgura del nudo 7 se calcula de la siguiente forma:

$$(Tmax)_7 - (Tmin)_7 = 27,1 - 20,3 = 6,8 = \text{holgura del nudo 7}$$

La holgura o tiempo libre de un nudo es el INTERVALO DEL TIEMPO ENTRE CUYOS LIMITES SE PUEDE FIJAR LIBREMENTE EL COMIENZO DE LAS ACTIVIDADES QUE PARTEN DE ESE NUDO, con la seguridad de que esa fijación

- es compatible con cuanto precede
- no influye negativamente en la fecha final

2.6.2. Holgura de una actividad: sus clases.

La holgura, o tiempo libre, no es un concepto solo aplicable a los nudos. También se aplica a las actividades. Ahora bien, como quiera que toda actividad está definida por un nudo de partida y un nudo de llegada, para una actividad ij definida por los nudos i, de partida, y j, de llegada, en el cálculo de su holgura juegan cinco datos.

- El Tmax del nudo de partida i
- El Tmin del nudo de partida i
- El Tmax del nudo de llegada j
- El Tmin del nudo de llegada j
- La duración (Te) de la actividad

Según juguemos con unos u otros de estos cinco datos calcularemos las distintas clases de holgura de la actividad: holgura total, holgura libre, holgura independiente.

Recordemos que, en general

holgura de una actividad es

el tiempo que sobra para realizarla

Para aplicar las distintas definiciones de holgura - de una actividad tomemos como ejemplo la actividad de la figura. 41.

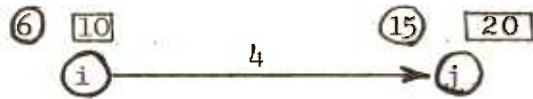


Fig. 41

2.6.2.1. Holgura total de una actividad.

Tomemos el Tmax del nudo de llegada y el Tmin del nudo de partida. Es decir, supongamos que la actividad o las actividades anteriores acaban lo antes posible y que la actividad o actividades posteriores empiezan lo más tarde posible (naturalmente sin que la duración total del proyecto aumente).

En nuestro ejemplo de la fig. 41.

$$(Tmax)_j = 20$$

$$(Tmin)_i = 6$$

Restemos del tiempo máximo del nudo j el tiempo mínimo del nudo i

$$(Tmax)_j - (Tmin)_i = 20 - 6 = 14$$

restemos ahora de ese resultado la duración de la actividad ij

$$(Te)_{ij} = 4$$

$$[(Tmax)_j - (Tmin)_i] - (Te)_{ij} = 14 - 4 = 10$$

Esa es la "holgura total" de la actividad ij

La "holgura total" de una actividad es la holgura (o tiempo libre) que tendría el encargado de realizarla actividad si los que van antes que él terminaran su trabajo lo antes posible y los que van después empezaran el suyo lo más tarde posible.

<p>Formula de la "holgura total" de una actividad ij</p>
--

$Hi_j = [(Tmax)_j - (Tmin)_i] - Te_{ij}$
--

2.6.2.2. Holgura libre.

Tomemos ahora los (Tmin) de los nudos de partida y de llegada es decir, supongamos que la actividad o actividades anteriores acaban lo antes posible pero que la actividad o las actividades posteriores queremos empezarlas lo antes posible. Las operaciones serían las siguientes:

$$\left[(T_{min})_j - (T_{min})_i \right] - Te_{ij} = h_{ij}$$

En nuestro ejemplo

$$[15 - 6] - 4 = 9 - 4 = 5$$

hallando así la "holgura libre" de la actividad.

La "holgura libre" de una actividad es el tiempo sobrante de que dispone el encargado de una actividad - si los que van antes que él terminan lo antes posible pero los que van detrás también quieren empezar lo antes posible.

Fórmula de la "holgura libre" de una actividad ij

$$h_{ij} = \left[(T_{min})_j - (T_{min})_i \right] - Te_{ij}$$

2.6.2.3. Holgura independiente.

Tomemos ahora el (Tmax) del nudo de partida y el (Tmin) del nudo de llegada. Es decir, supongamos que la o las actividades anteriores acaban lo más tarde posible y que la o las actividades posteriores empiezan - lo más pronto posible. Las operaciones serían:

$$\left[(T_{min})_j - (T_{max})_i \right] - Te_{ij} = h'$$

$$[15 - 10] - 4 = 5 - 4 = 1$$

La "holgura independiente" de una actividad es el tiempo sobrante de que dispone el encargado de una actividad si los que van antes que él terminan su o sus actividades lo más tarde posible y los que van detrás - empiezan lo antes posible.

Como quiera que esta holgura no pueden reducirla los demás sin modificar el tiempo total del proyecto se llama "holgura independiente"

Fórmula de la "holgura independiente" de una actividad.

$$h'_{ij} = \left[(T_{min})_j - (T_{max})_i \right] - Te_{ij}$$

2.6.3. Nudos críticos.

Nudo crítico es aquel cuya holgura es cero

o lo que es lo mismo

Nudo crítico es aquel cuyos Tmax y Tmin son iguales

Cualquier retraso en la realización de un nudo crítico retrasa la realización del proyecto, retrasa la fecha final.

Volvamos a la fig. 39 (pág. 31). Una simple ojeada nos muestra que son nudos críticos los siguientes:

2, 4, 9, 10, 11

2.6.4. Actividades críticas.

Actividades críticas son aquellas cuya holgura total es nula.

En la figura 39 son actividades críticas las siguientes:

1-2; 2-4; 4-9; 9-10; 10-11; 11-12;

2.6.5. Ruta crítica.

Ruta crítica es la compuesta por una cadena de actividades críticas que va del nudo inicial al nudo final.

La fig. 42 nos repite la fig. 39 marcando con trazo grueso la ruta crítica.

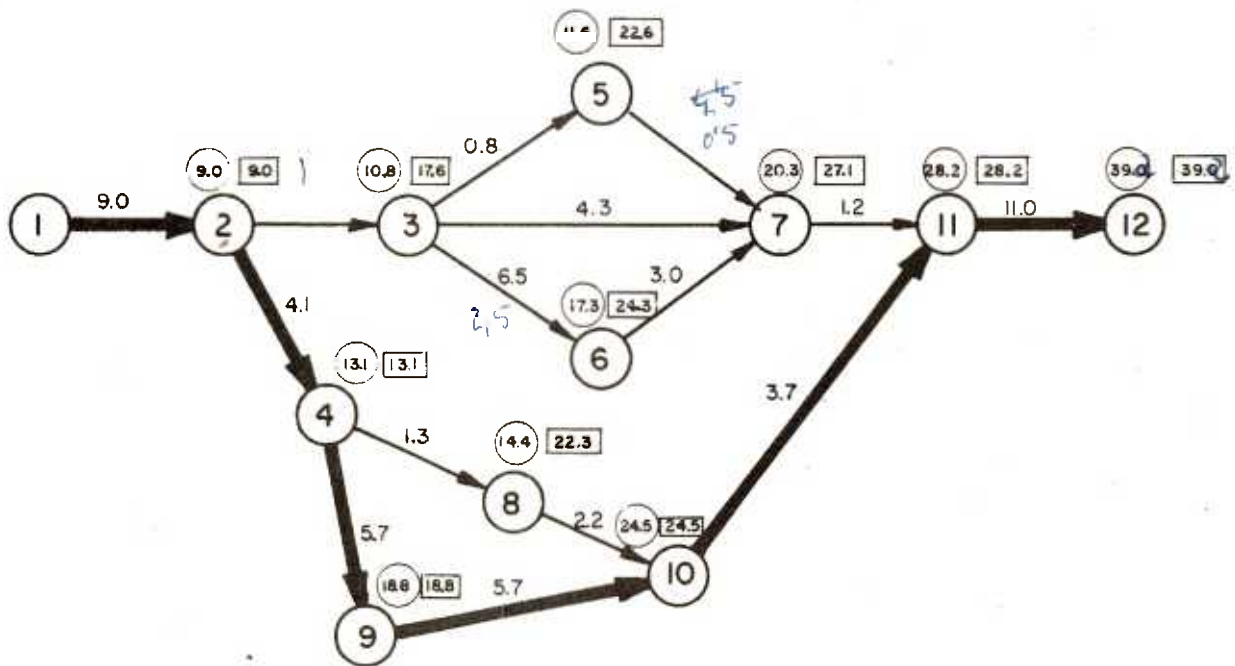


FIGURA 42

La fecha final, el (Tmin) del nudo final es, por tanto, la suma de las duraciones de las actividades de la ruta crítica. La ruta crítica es la serie "más larga" (de mayor duración) de actividades consecutivas que van del nudo inicial al nudo final.

Consecuencia importante.

CUALQUIER RETRASO EN LA RUTA CRITICA SUPONE UN RETRASO EN LA FECHA FINAL.

El conocimiento de cuál es la ruta crítica es la máxima ventaja que proporciona el uso del cálculo PERT.- Sus aplicaciones prácticas las trataremos al hablar del "replanteo de la red".

2.6.6. Actividades y nudos hipercríticos.

Hasta ahora hemos estado actuando en el supuesto de que el nudo final tiene

$$(T_{\max})_{\text{final}} = (T_{\min})_{\text{final}}$$

Es decir, en el supuesto de que la fecha mínima (T_{\min}) antes de la cual no es posible acabar el programa (vide definición pág. 28) COINCIDE con la fecha máxima (T_{\max}) de la cual no se debe pasar para tener acabado el programa.

Pero no es ^{preciso} insistir mucho para darnos cuenta de que no siempre se da esta condición. En muchos casos "alguien" con poder para ello (el cliente - en el caso de una organización comercial - el jefe - en cualquier organización - "Madrid" o "la Nacional" - en el caso de una Secretaría Diocesana del Plan -; el Director Nacional - en el caso de la Secretaría Nacional del Plan -) decide que tal fecha es la máxima permisible para tal programa

Y TOMA E IMPONE ESA DECISION SIN HABER HECHO EL CALCULO PERT DEL (T_{\min}).

Qué pasa entonces?. Pueden darse tres casos:

a) Primer caso $(T_{\min})_{\text{final}} = \text{fecha prefijada} = (T_{\max})_{\text{final}}$

Hecho el cálculo del (T_{\min}) final mediante la elaboración de izquierda a derecha en la red, teniendo únicamente en cuenta la suma de la duración de las actividades críticas.

COINCIDE el (T_{\min}) final con la fecha prefijada.

Si es así ¡enhorabuena!. Es posible cumplir la fecha. Naturalmente hay que estar atento a no permitir ningún retraso en las actividades críticas o a enmendarlo si se produce. Pero es posible cumplir el plazo. Estamos en el supuesto que hemos contemplado a lo largo de toda la exposición anterior.

b) Segundo caso $(T_{\min})_{\text{final}} < [\text{fecha prefijada} = (T_{\max})_{\text{final}}]$

Si es así ¡más enhorabuena!. Significa que los recursos disponibles para realizar las distintas actividades permiten unos tiempos parciales tales que la fecha final es inferior a la fecha deseada.

En este caso tenemos holgura positiva incluso para la ruta crítica. Es decir la ruta crítica no estará compuesta por aquellas actividades cuya holgura total sea cero, SINO POR AQUELLAS ACTIVIDADES CUYA HOLGURA TOTAL POSITIVA SEA MENOR.

Nos caben entonces dos alternativas. O bien conservamos esa holgura positiva de la ruta crítica como margen de seguridad. O bien ahorramos recursos (reducimos presupuesto) hasta el punto en que la holgura de la ruta crítica vuelva a igualarse a cero.

c) tercer caso $(T_{min})_{final} = (T_{max})_{final}$ (fecha prefijada =)

Por desgracia este es el caso más frecuente. Hecho el cálculo PERT resulta que el $(T_{min})_{final}$, la fecha mínima antes de la cual no es posible acabar el programa, ES POSTERIOR A LA FECHA PREFIJADA.

Estamos en el caso $(T_{max}) - (T_{min}) = -x$

- x = holgura negativa

Los nudos para los que se verifica esta condición - (los nudos con holgura negativa) son "hipercríticos" y las actividades que tienen nudos hiper-críticos de partida o de llegada a ambos a la vez, son en general hiper-críticas.

Vamos a contemplar un ejemplo. El reflejado en la figura 43.

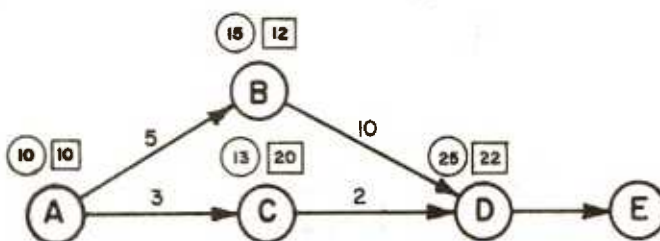


FIGURA 43

Sean AB	la actividad	"redactar apuntes PERT-CPM"
BD	"	"mecnografiar, corregir, imprimir apuntes"
AC	"	"Corregir direcciones cursillistas"
CD	"	"escribir direcciones sobres y pegar sellos"
DE	"	"Meter en sobres"

El nudo B. Tiene una holgura total negativa

$$(T_{max})_B - (T_{min})_A - Te_{AB} [12 - 10] - 5 = -3$$

que es la misma del nudo D y la misma de la red parcial que acaba en D.

Qué puede hacerse en estos casos?. Lo veremos con detalle al tratar del "replanteo de la red".

2.6.7. Reflejo de las holguras en tablas.

La Tabla de la figura 44 refleja las holguras totales libres e independientes de todas las actividades añadidas a la tabla anterior.

ACTIVIDAD		Te tiempo previsto (duración de la actividad)	Tmin Fecha mínima		Tmax Fecha máxima		HOLGURAS		
Nudo de llegada	Nudo de partida		Ini- ciación	Termi- nación	Ini- ciación	Termi- nación	TOTAL	LIBRE	Inde- pendiente
2	1	9,0	0	9,0	0	9,0	0	0	0
3	2	1,8	9,0	10,8	15,8	17,6	6,8	0	-6,8
4	2	4,2	9,0	13,2	(9,0)	13,2	0	0	0
5	3	0,8	10,8	11,6	21,8	22,6	11	0	-11
6	3	6,5	10,8	17,3	(17,6)	24,1	6,8	0	-6,8
7	3	4,3	10,8	15,1	22,8	27,1	12	0	-12
7	5	4,5	11,6	16,1	22,6	27,1	11	0	-11
7	6	3,0	17,3	(20,3)	24,1	27,1	6,8	0	-6,8
8	4	1,3	13,2	14,5	21,1	22,4	7,9	0	-7,9
9,	4	5,7	13,2	18,9	(13,2)	18,9	0	0	0
10	8	2,2	14,5	16,7	22,4	24,6	7,9	0	-7,9
10	9	5,7	18,9	(24,6)	18,9	24,6	0	0	0
11	7	1,2	20,3	21,5	27,1	28,3	6,8	0	-6,8
11	10	3,7	24,6	(28,3)	24,6	28,3	0	0	- 0
12	11	11,0	28,3	39,3	28,3	39,3	0	0	0

Figura 44

mos como unidad el recorrido (b - a), hacemos el cambio de variable

$$x = \frac{t - a}{b - a}$$

y escribiremos (1) en la forma clásica:

$$f(x) = \frac{x^a \cdot (1 - x)^y}{B(a + 1, y + 1)}$$

la moda de x será, por tanto,

$$m = \frac{M - a}{b - a} \tag{2}$$

sustituyendo el valor hallado de M resulta:

$$m = \frac{a}{a + y} \tag{2'}$$

El valor medio E(x) y la varianza V(x) se calculan a partir de los momentos de primero y segundo orden de f(x), cálculo que es inmediato y no exponemos porque puede verse en cualquier tratado de estadística. Sus expresiones son:

$$E(x) = \frac{a+1}{a+y+2} \tag{3}$$

$$V(x) = \frac{(a+1)(y+1)}{(a+y+2)^2 + (a+y+3)} = \frac{1}{36} \tag{4}$$

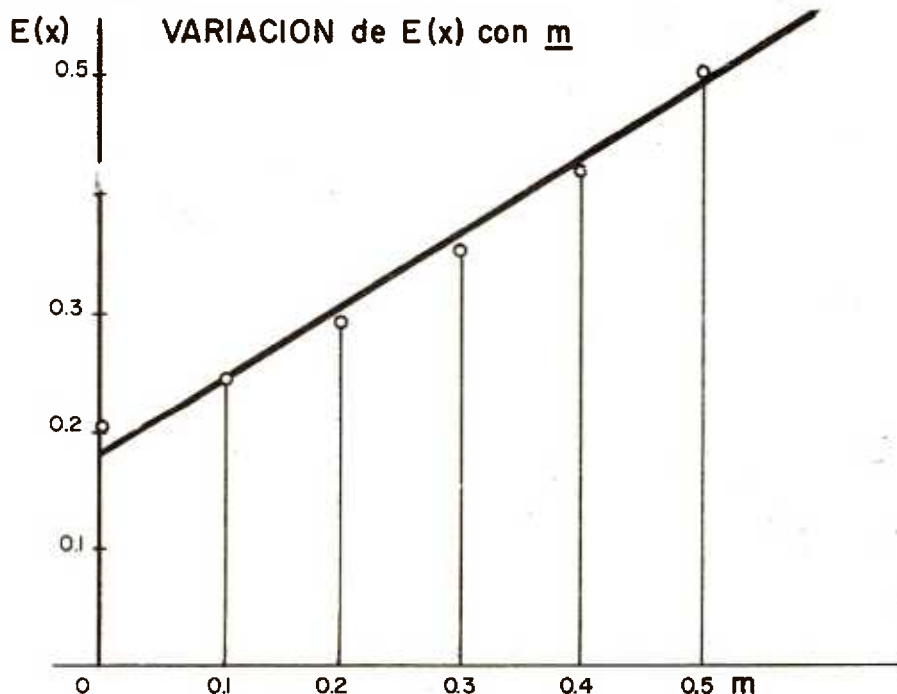
Puesto que la varianza de t es $\sigma = \frac{(b - a)^2}{36}$

la de x sería

$$\frac{1}{36}$$

Sustituyendo los valores de M, a y b en (2) calculamosmy, mediante las ecuaciones (2') y (4), podemos calcular x y Y y, conociendo éstos, el valor medio de E(x) por la fórmula (3).

Variación de E(φ) con m



Es decir, eliminando y entre (2) y (4) resulta:

$$a^3 + (36m^3 - 36m^2 + 7m)a^2 - 20m^2a - 24m^3 = 0,$$

y de esta ecuación podemos deducir a para cada valor de m.

Sustituyendo estos valores de m en (2), deducimos γ , y sustituyendo en (3) los valores calculados de a y γ hallaremos $E(x)$.

Haciendo estos cálculos para distintos valores de m se obtiene la tabla:

m	a	γ	$E(x)$
0	0	2,878	0,205
0,1	0,361	3,253	0,243
0,2	0,891	3,566	0,292
0,3	1,573	3,671	0,355
0,4	2,300	3,450	0,425
0,5	3	3	0,500

y representando graficamente $E(x)$ (fig. 20), en función de m, se ve que la función es practicamente lineal y que se puede sustituir por la recta

$$E(x) = \frac{4m + 1}{6}$$

Deshaciendo el cambio de variable resulta:

$$\begin{aligned}
 E(t) &= a + (b - a)E(x) = a + (b - a) \frac{4 \frac{M-a}{b-a}}{6} = \\
 &= \frac{6a + 4(M-a) + b - a}{6} = \frac{a + 4M + b}{6}
 \end{aligned}$$

que es la fórmula utilizada en el PERT.





Asignatura.... PERT - CPM
 Profesor..... D. Justo de la Cueva
 Día..... de Febrero de 1964
 Ejercicio..... P - 1
 Cursillista... _____

Marque Vd. con una cruz la casilla de la contestación que considere co-
rrecta:

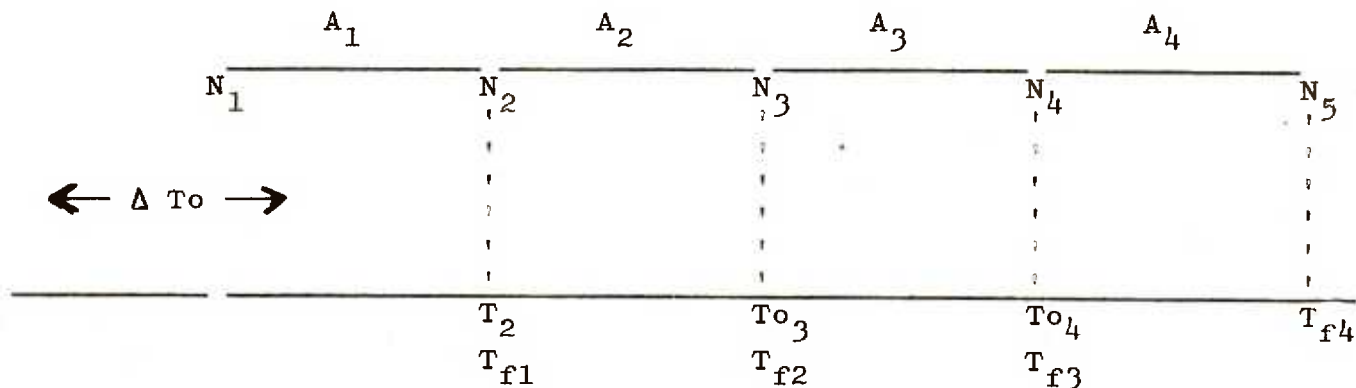
Ⓐ ΔT_o representa

- 01 el tiempo previsto para una actividad.....
- 02 la fecha final de una actividad.....
- 03 una actividad.....
- 04 la fecha de comienzo de una actividad.....

Ⓑ T_e representa

- 11 el tiempo previsto para una actividad.....
- 12 la fecha final de una actividad.....
- 13 una actividad.....
- 14 la fecha de comienzo de una actividad.....

Dada la siguiente cadena:



y los siguientes valores

$\Delta T_o = 3$ $T_{e1} = 15$ $T_{e3} = 20$ $T_{e4} = 30$ $T_{f4} = 80$

Calcule: $T_{e2} =$ $T_{o3} =$ $T_{f3} =$ $T_{o2} =$ $T_{f1} =$ $T_{o4} =$

Marque con una cruz las casillas de las afirmaciones que considere falsas

- 6)
- | | | |
|---|--------------------------|------|
| La duración de una actividad depende de la duración de la precedente y de la consecuente..... | <input type="checkbox"/> | 6.1. |
| Puede haber varios nudos finales..... | <input type="checkbox"/> | 6.2. |
| Del nudo final solo parte una actividad..... | <input type="checkbox"/> | 6.3. |
| Del nudo final pueden partir varias actividades.... | <input type="checkbox"/> | 6.4. |
| Solo puede haber un nudo final..... | <input type="checkbox"/> | 6.5. |
| Al nudo inicial solo puede llegar una actividad.... | <input type="checkbox"/> | 6.6. |
-

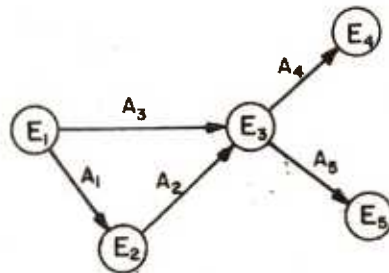
Asignatura : PERT - CPM
 Profesor : D. Justo de la Cueva
 Día : de 1.964
 Ejercicio : P - 2
 Cursillista: D. _____

Marque con una cruz la casilla cuya contestación considere correcta

UN NUDO ES O PUEDE SER	{	El instante final de una actividad	<input type="checkbox"/>	3.1.
		El instante comienzo de una actividad	<input type="checkbox"/>	3.2.
		Una actividad	<input type="checkbox"/>	3.3.

EN UN NUDO PUEDEN CONCURRIR	{	Una sola actividad	<input type="checkbox"/>	4.1.
		Dos actividades	<input type="checkbox"/>	4.2.
		Una o más actividades	<input type="checkbox"/>	4.3.

Observemos la figura:



Marque con una cruz las casillas de las afirmaciones que considere correctas

A_4 no puede comenzar hasta que hayan concluido A_3 y A_2	<input type="checkbox"/>	5.1.	A_5 no puede comenzar hasta que haya concluido A_4	<input type="checkbox"/>	5.4.
A_3 no puede comenzar hasta que haya concluido A_1	<input type="checkbox"/>	5.2.			
A_5 puede comenzar cuando haya concluido A_2	<input type="checkbox"/>	5.3.	A_3 puede empezar aunque A_2 no haya concluido	<input type="checkbox"/>	5.5.

CURSILLO "PLANEAMIENTO Y SOCIOLOGIA POSITIVA"

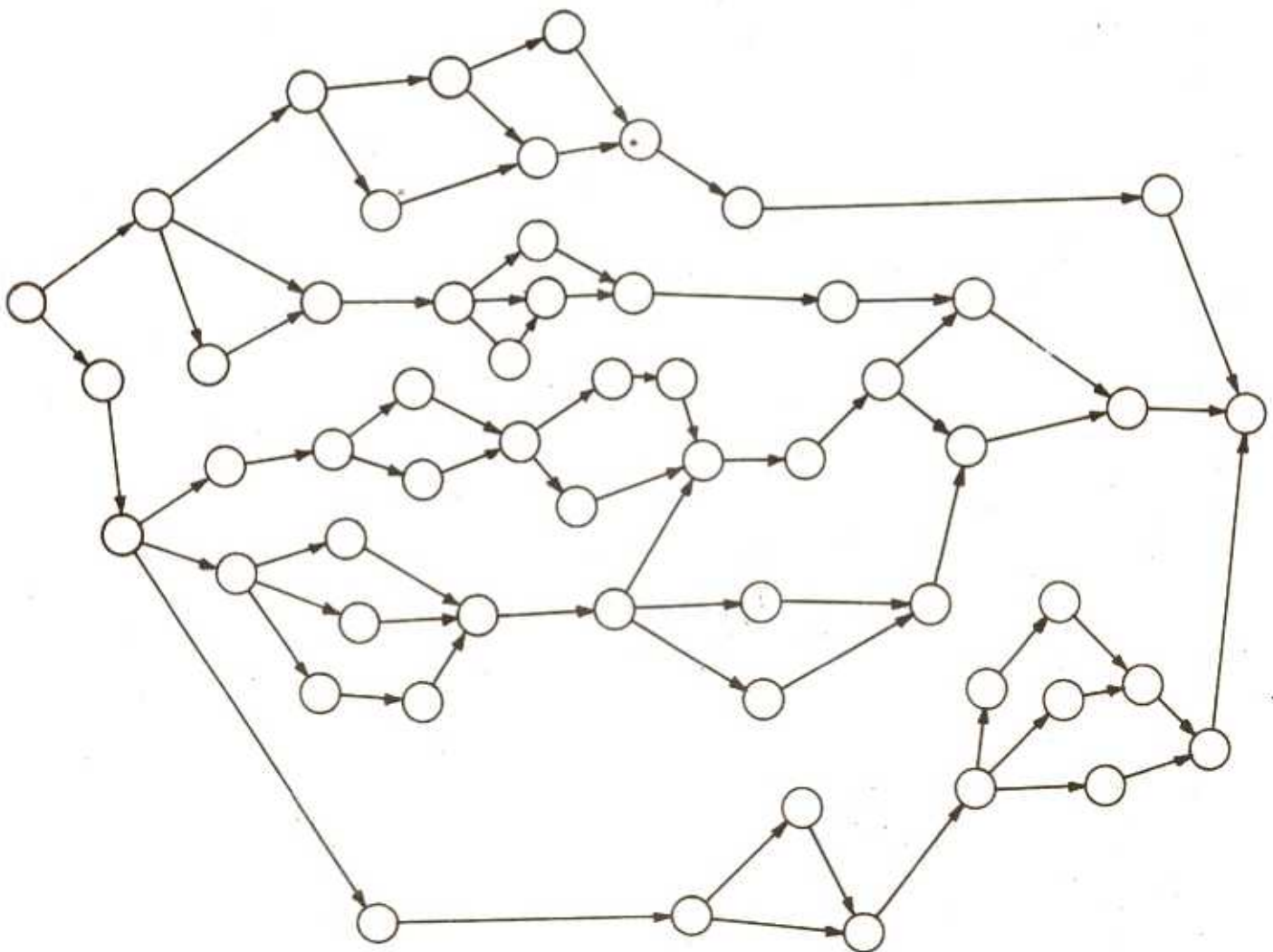
SECRETARIA TECNICA DE ESTUDIOS

CARITAS NACIONAL

Asignatura PERT - CPM
Profesor D. Justo de la Cueva
Día de de 1964
Ejercicio P - 3
Cursillista ... D.

Numere Vd. correctamente los nudos de la siguiente red.

H)



Asignatura PERT - CPM
Profesor D. Justo de la Cueva
Día 21 Febrero de 1964
Ejercicio P - 4
Cursillista ... D.

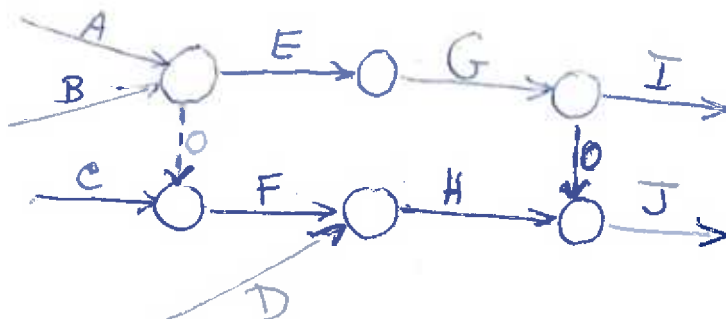
I) Marque con una cruz la casilla de la afirmación que considere correcta

- la actividad ficticia supone un cierto gasto de tiempo.....
- la actividad ficticia supone un cierto gasto de trabajo pero no de dinero....
- La actividad ficticia no supone ningún gasto de tiempo de dinero ni de trabajo.....

J) Represente gráficamente las siguientes relaciones utilizando actividades ficticias:

- la actividad E no puede empezar hasta que estén acabadas las actividades A y B,
- la actividad F no puede empezar hasta que estén acabadas A, B y C
- la actividad H no puede empezar hasta que estén acabadas las actividades F y D
- la actividad G no puede empezar hasta que no esté acabada la actividad E
- la actividad I no puede empezar hasta que esté acabada la actividad G
- la actividad J no puede acabar hasta que estén acabadas las actividades H y G.

Dibuje aquí:



Asignatura PERT - CPM
 Profesor D. Justo de la Cueva
 Día..... 2 de *Abril* 1964
 Ejercicio..... P-5
 Cursillista..... *Elena Ibarra*

K) Marque con una cruz la casilla de la contestación que considere correcta

- | | | | |
|---|--|-------------------------------------|----|
| Las estimaciones de tiempos optimista, pesimista y normal se piden a..... | El jefe de contabilidad de la empresa | <input type="checkbox"/> | 71 |
| | El jefe de Personal de la empresa | <input type="checkbox"/> | 73 |
| | Los directores de ventas, personal y contabilidad. | <input type="checkbox"/> | 74 |
| | Los departamentos que han de realizar la actividad | <input checked="" type="checkbox"/> | 72 |

- | | | | |
|---|--|-------------------------------------|----|
| L) Las estimaciones de tiempos deben pedirse..... | Siguiendo la secuencia lógica de las actividades | <input type="checkbox"/> | 81 |
| | Al azar | <input checked="" type="checkbox"/> | 82 |

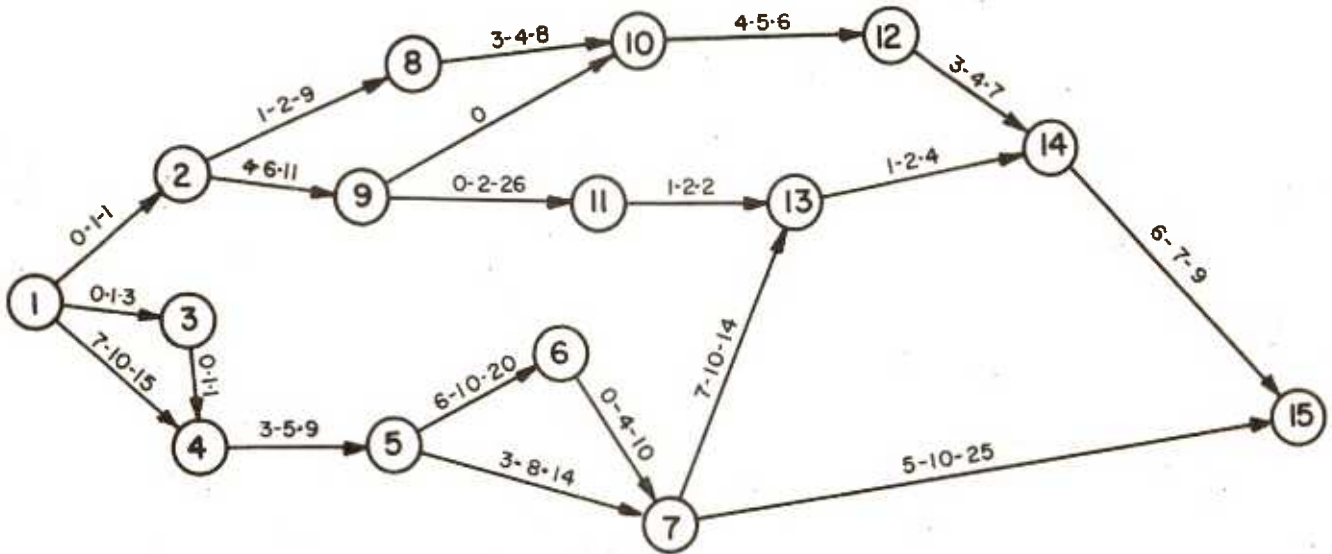
LL) Las tres estimaciones de tiempo de una actividad es aconsejable pedir las según este orden:

- | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|----|-----------------------|--------------------------|----|
| 1º.- Tiempo optimista | <input checked="" type="checkbox"/> | 91 | 1º.- Tiempo normal | <input type="checkbox"/> | 92 |
| 2º.- Tiempo pesimista | <input type="checkbox"/> | | 2º.- Tiempo pesimista | <input type="checkbox"/> | |
| 3º.- Tiempo normal | <input type="checkbox"/> | | 3º.- Tiempo optimista | <input type="checkbox"/> | |
| 1º.- Tiempo pesimista | <input type="checkbox"/> | 93 | 1º.- Tiempo normal | <input type="checkbox"/> | 94 |
| 2º.- Tiempo optimista | <input type="checkbox"/> | | 2º.- Tiempo optimista | <input type="checkbox"/> | |
| 3º.- Tiempo normal | <input type="checkbox"/> | | 3º.- Tiempo pesimista | <input type="checkbox"/> | |
| 1º.- Tiempo pesimista | <input type="checkbox"/> | 95 | 1º.- Tiempo optimista | <input type="checkbox"/> | 96 |
| 2º.- Tiempo normal | <input type="checkbox"/> | | 2º.- Tiempo normal | <input type="checkbox"/> | |
| 3º.- Tiempo optimista | <input type="checkbox"/> | | 3º.- Tiempo pesimista | <input type="checkbox"/> | |

CURSILLO "PLANEAMIENTO Y SOCIOLOGIA POSITIVA"
 SECRETARIA TECNICA DE ESTUDIOS
 CARITAS DIOCESANAS

Asignatura PERT - CPM
 Profesor D. Justo de la Cueva
 Día de de 1964
 Ejercicio P - 6
 Cursillista

LL) Calcule Vd. los Te de la siguiente red:



Te 1 - 2 =
 Te 2 - 8 =
 Te 8 - 10 =
 Te 2 - 9 =
 Te 9 - 11 =
 Te 10 - 12 =
 Te 11 - 13 =

Te 1 - 3 =
 Te 1 - 4 =
 Te 3 - 4 =
 Te 4 - 5 =
 Te 5 - 6 =
 Te 5 - 7 =
 Te 6 - 7 =
 Te 7 - 13 =

Te 13 - 14 =
 Te 12 - 14 =
 Te 14 - 15 =
 Te 7 - 15 =



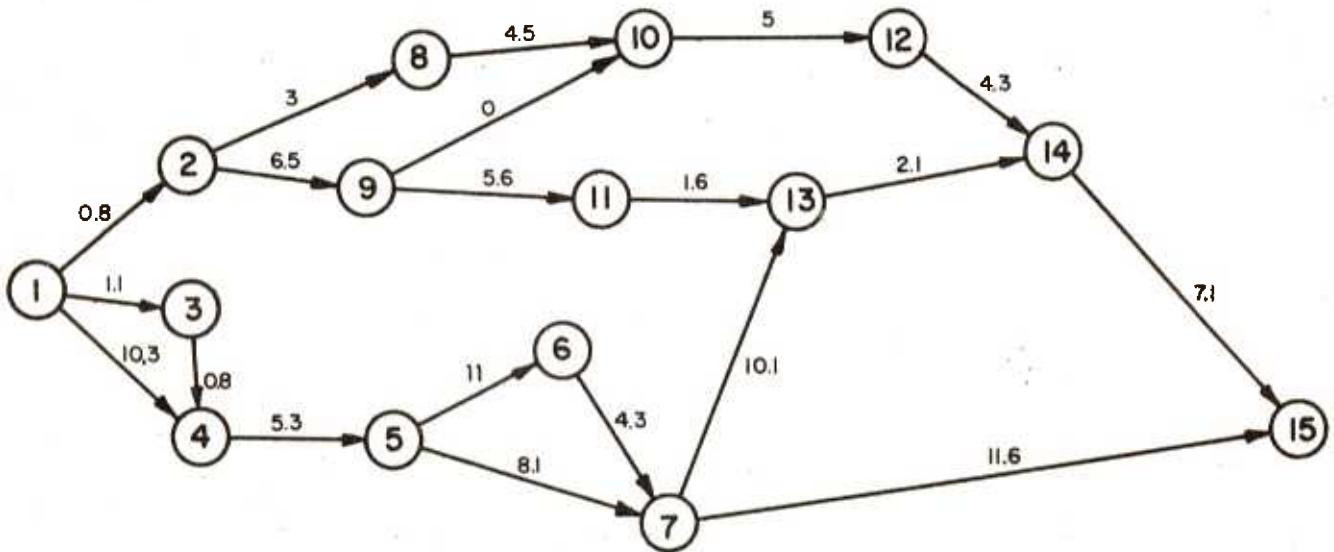
CURSILLO "PLANEAMIENTO Y SOCIOLOGIA POSITIVA"

SECRETARIA TECNICA DE ESTUDIOS

CARITAS DIOCESANAS

Asignatura PERT - CPM
Profesor D. Justo de la Cueva
Día de de 1964
Ejercicio P - 7
Cursillista ...

M) Esta es la red del ejercicio anterior ya con los Te indicados



Calcule Vd. los Tm.n:

- | | |
|-----------|-----------|
| Tm/n 2 = | Tm/n 11 = |
| Tm/n 3 = | Tm/n 12 = |
| Tm/n 4 = | Tm/n 6 = |
| Tm/n 8 = | Tm/n 7 = |
| Tm/n 9 = | Tm/n 13 = |
| Tm/n 10 = | Tm/n 14 = |
| Tm/n 5 = | Tm/n 15 = |

N) Calcule Vd. los Tmax.

- | | |
|-----------|----------|
| Tmax 24 = | Tmax 7 = |
| Tmax 13 = | Tmax 6 = |
| Tmax 12 = | Tmax 5 = |
| Tmax 10 = | Tmax 4 = |
| Tmax 11 = | Tmax 3 = |
| Tmax 8 = | |
| Tmax 2 = | |



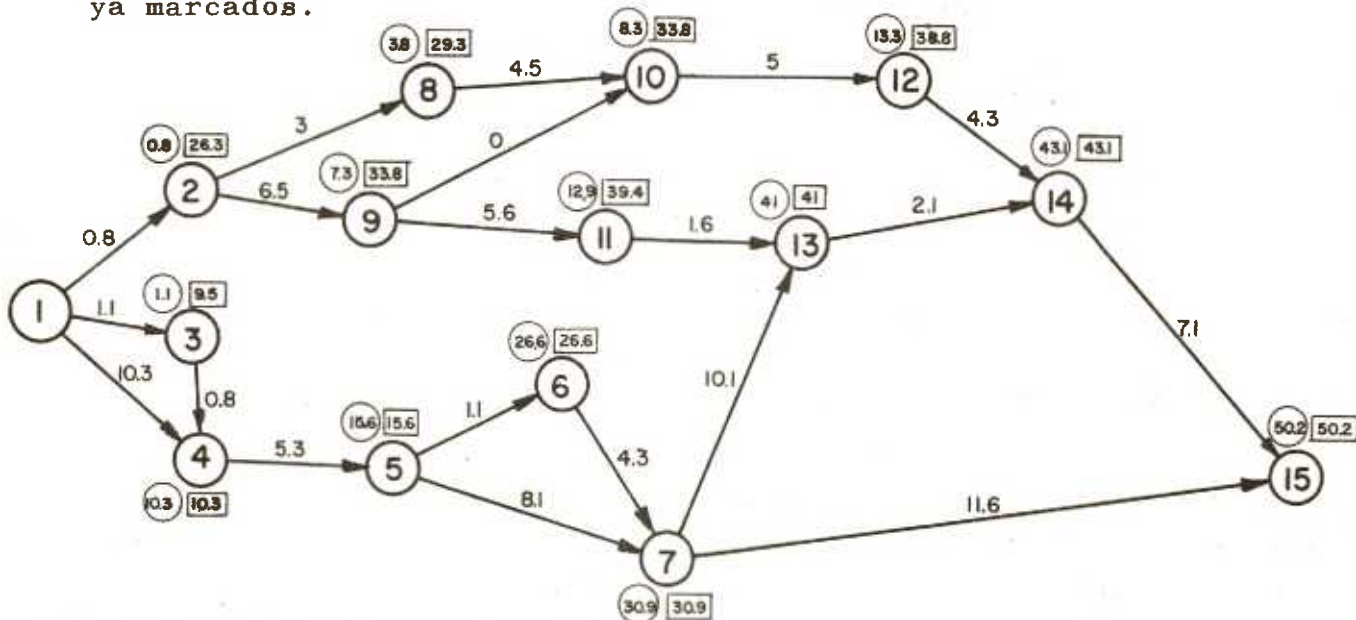
CURSILLO "PLANEAMIENTO Y SOCIOLOGIA POSITIVA"

SECRETARIA TECNICA DE ESTUDIOS

CARITAS DIOCESANAS

Asignatura PERT - CPM
 Profesor D. Justo de la Cueva
 Día de de 1964
 Ejercicio P - 8
 Cursillista

Ñ) Esta es la red de los ejercicios anteriores con los T_{min} y T_{max} ya marcados.



Calcule Vd. la holgura de cada nudo.

H₂ = H₄ = H₆ = H₈ = H₁₀ = H₁₂ = H₁₄ =
 H₃ = H₅ = H₇ = H₉ = H₁₁ = H₁₃ = H₁₅ =

O) En la misma red calcule Vd. la Holgura total de todas las actividades.

H₁₋₃ = H₁₋₄ = H₅₋₆ = H₅₋₇ = H₁₋₂ =
 H₃₋₄ = H₄₋₅ = H₆₋₇ = H₇₋₁₃ = H₂₋₈ =
 H₅₋₁₀ = H₁₂₋₁₄ = H₉₋₁₀ = H₁₁₋₁₃ =
 H₁₀₋₁₂ = H₂₋₉ = H₉₋₁₁ = H₁₃₋₁₄ =

P) Subrraye Vd. con línea roja la ruta crítica en la red.

Q) En la misma red calcule Vd. la holgura libre de las actividades reñadas:

h₁₋₃ = h₁₋₂ = h₈₋₁₀ = h₁₂₋₁₄ =
 h₃₋₄ = h₂₋₈ = h₁₀₋₁₂ = h₁₁₋₁₃ =

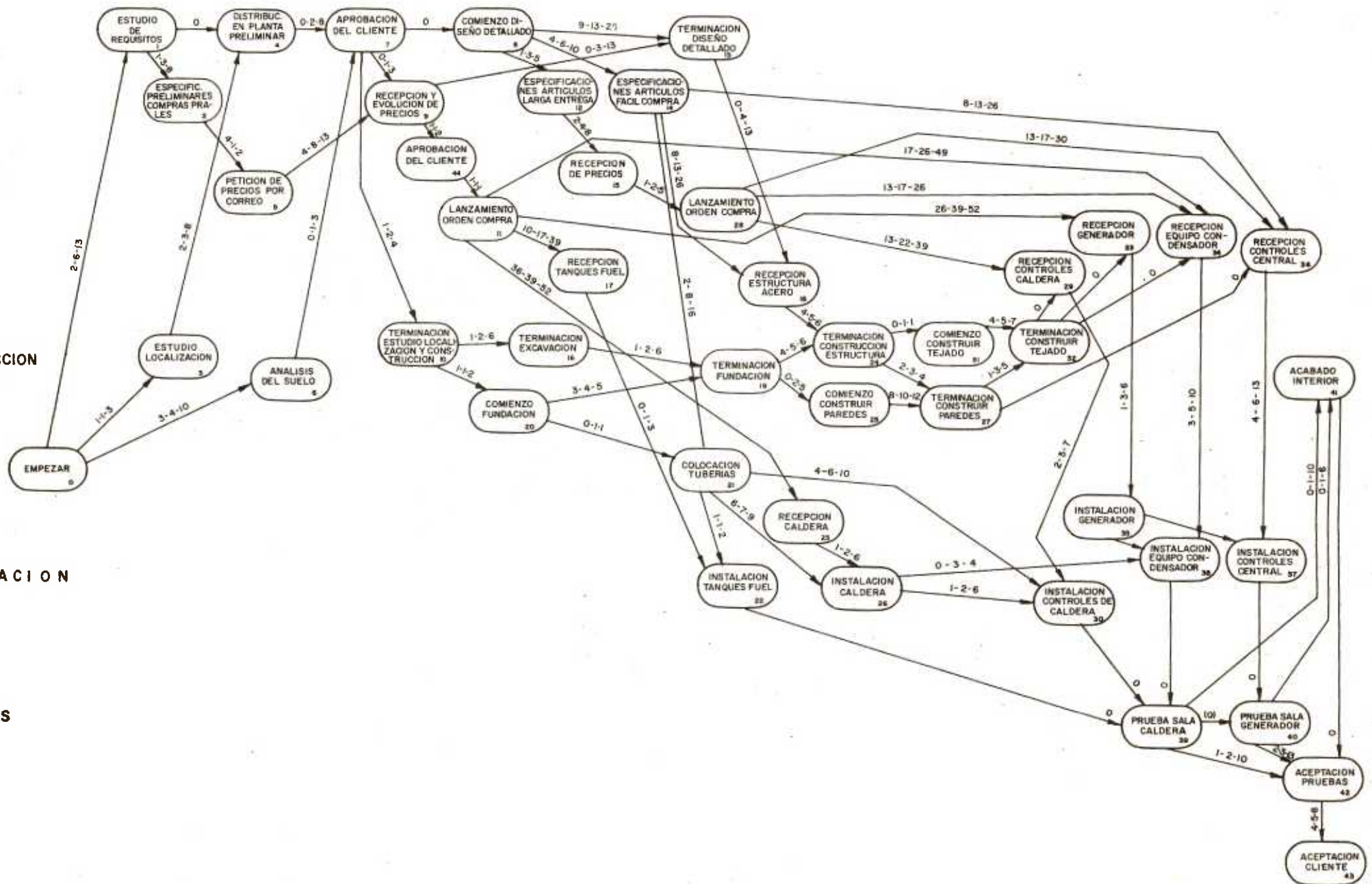
DISEÑO

COMPRAS

CONSTRUCCION

INSTALACION

PRUEBAS



INSTRUCCION SOBRE ERRATAS
ADVERTIDAS EN EL TEXTO T-10

I-3

¡ATENCIÓN! En el texto T-10 (primer envío de los textos de la asignatura PERT-CPM), se han advertido algunas erratas. COMO QUIERA QUE MODIFICAN EL SENTIDO DE LOS TEXTOS SE ACONSEJA CORRIGIRLAS INMEDIATAMENTE SEGUN LA SIGUIENTE

FE DE ERRATAS

	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
- En la página 1ª primer recuadro.	Actividades	Actividad es
- En la página 1ª tercer recuadro.	la elaboración de los cuestionarios. la elaboración de los cuestionarios.	la elaboración de los cuestionarios.
- En la página 2ª antepeultima línea	T _g	T _f
- En la página 2ª última línea	T _g	T _f
- En la página 3ª línea segunda.	T _g	T _f
- página 3ª línea novena	T _e o	T _e
- página 3ª línea diecinueve.	100 días	101 días
- página 3ª línea veintuna.	= 145	= 0 + 145
- página 3ª línea veintidos.	= vease ()	= vease ()
- página 3ª línea cuarenta y dos	= 100 días	= 101 días
- página 4ª línea sexta	comunizar	comunicar
- página 4ª línea treinta y cinco.	interdeondencia	interdependencia
- página 5ª línea veintuna.	"dado o no esta "dado"	dada o no esta ta dada.
- página 5ª línea veintidos	"no supone de tiempo"	"no supone gasto de tiempo"
- página 6ª línea septima	corresponden	corresponde
- página 6ª entre la línea venticuatro y la veinticinco falta una línea		

- página 7ª línea treinta

por ello, la
fecha

por ello la
flecha

- página 7ª línea treinta
y cinco

vo de la fe-
cha

vo de la fle
cha.

- página 8ª línea venti-
nueve.

i j

i j

- página 8ª línea treinta
y cuatro.

i j

i j

- página 9ª línea siete

i j

i j