



Práctico 6

PERT

Técnica de evaluación y revisión de programas

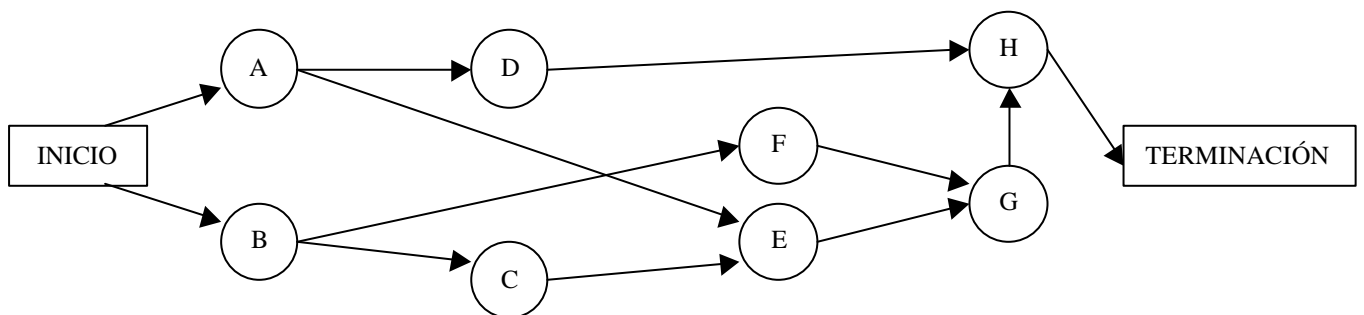
6.1

El Gerente de Marketing de la empresa Copep es responsable de coordinar el lanzamiento de una nueva campaña de publicidad a través de los medios de comunicación a seleccionar.

El Proyecto cuenta con 8 actividades y la información se resume en la tabla siguiente:

Actividad	Descripción	Actividad Precedente	Est. Optimista	Est. Probable	Est. Pesimista
A	Identificación de los Medios	--	1	2	3
B	Elaboración de los Conceptos	--	4	6	8
C	Realización de los Pilotos	B	3	3	3
D	Selección de los Medios	A	2	8	10
E	Chequeo del Cliente	A, C	3	6	9
F	Pre-producción	B	1	8	15
G	Producción Final	E, F	4	5	6
H	Lanzamiento de la Campaña	D, G	0	0	0

- (a) Construya la red para este proyecto (AON: cada nodo represente una actividad). Indicar sobre cada Arco la actividad correspondiente. En caso de actividad ficticia, indicarla con una línea "punteada".



- (b) En base a las estimaciones esperadas de duración, identifique IC, TC, IL, TL y las Holguras para cada actividad.

Actividad	Descripción	IC	TC	IL	TL	HOLGURA (TL-TC)	Está en la ruta crítica
Inicio		0	0	0	0	0	si
A	Identificación de los Medios	0	2	7	9	7	no
B	Elaboración de los Conceptos	0	6	0	6	0	si
C	Realización de los Pilotos	6	9	6	9	0	si
D	Selección de los Medios	2	10	12	20	10	no
E	Chequeo del Cliente	9	15	9	15	0	si
F	Pre-producción	6	14	7	15	1	no
G	Producción Final	15	20	15	20	0	si
H	Lanzamiento de la Campaña	20	20	20	20	0	si
Terminación		20	20	20	20	0	si



- (c) Identifique la Ruta Crítica. ¿Cuanto tiempo tomará el Proyecto?
 La Ruta Crítica está en la trayectoria : **INICIO-B-C-E-G-H-TERMINACIÓN**
 El tiempo esperado para la realización del proyecto es de 20 semanas.
- (d) ¿Cual es la Probabilidad que la campaña se complete en 18 semanas? ¿en 20 semanas? ¿24 semanas?
 Proba ($X < 18$) = 5.44%; Proba($X < 20$) = 50%; Proba($X < 24$) = 99.9%

Probabilidad que el Proyecto termine en Tiempo			
t	18	20	24
Z	-1,6036	0,0000	3,2071
Proba($X < t$)	5,44%	50,00%	99,93%

6.2

La empresa SUDEX se desenvuelve en el ramo de la fabricación y ensamblado de partes de automóviles, particularmente la carrocería y la estructura del automóvil.

Las operaciones de SUDEX comienzan con el procesamiento del *Formulario inicial*, el cual debe estar hecha pronto previo a la realización de cualquier otra operación.

Una vez el formulario inicial ha sido completado, *la carrocería del automóvil* puede ser construida en la Sala A y la *estructura del automóvil* puede ser construida en la Sala B.

Cuando la *carrocería* esta pronta, es transferida a la Sala C para el trabajo final. De manera similar, cuando la *estructura* está lista, es transferida a la Sala D para su trabajo final.

Mientras ambos están en su procesamiento final, el *Formulario final* puede ser completado. Cuando el trabajo final de carrocería y de estructura estas completados, son transferidos a la Sala E de *ensamblado*, donde la carrocería es *montada* en la estructura.

En la Sala B, algunos productos químicos fueron utilizados que ahora deben ser eliminados completamente mediante un lavado final y completo para evitar la emanación de gases nocivos a la salud.

El proyecto se considera terminado, cuando el (1) *formulario final haya sido completado*, (2) *la carrocería haya sido montada a la estructura*, y (3) *la Sala B haya sido descontaminada*.

La Tabla siguiente resume las actividades del proyecto y su duración :

Actividad	Descripción	Duración
A	Formulario inicial	3
B	Construcción Carrocería	3
C	Construcción Estructura	2
D	Terminación Carrocería	3
E	Terminación de Estructura	7
F	Formulario Final	3
G	Montaje	6
H	Limpieza de Sala B	2



(a) Construya la red para este proyecto (AON)

Actividad	Descripción	Actividad Precedente
A	Formulario inicial	---
B	Construcción Carrocería	A
C	Construcción Estructura	A
D	Terminación Carrocería	B
E	Terminación de Estructura	C
F	Formulario Final	B, C
G	Montaje	D, E
H	Limpieza de Sala B	C

(b) Identifique IC, TC, IL, TL y Holguras para cada actividad.

Actividad	Descripción	IC	TC	IL	TL	Holgura
INICIO		0	0	0	0	0
A	Formulario inicial	0	3	0	3	0
B	Construcción Carrocería	3	6	6	9	3
C	Construcción Estructura	3	5	3	5	0
D	Terminación Carrocería	6	9	9	12	3
E	Terminación de Estructura	5	12	5	12	0
F	Formulario Final	6	9	15	18	9
G	Montaje	12	18	12	18	0
H	Limpieza de Sala B	5	7	16	18	11
TERMINACIÓN		18	18	18	18	0

(c) Identifique la Ruta Crítica. ¿Cuanto tiempo tomará el Proyecto?

La Ruta Crítica esta constituida por las actividades de Holgura=0

INICIO-A-C-E-G-TERMINACIÓN

(d) Si todas las demás actividades se llevan en el tiempo estimado, ¿en cuanto se retrasará el Proyecto si la actividad D se retrasara de 4 horas?

La actividad D posee una holgura de 3. Un retraso de 4 horas en D, hará demorar el proyecto en 1 hora.



6.3

Considere el Proyecto siguiente :

Actividad	Actividad Precedente	Duración		
		Optimista	Mas Probable	Pesimista
A	--	4	6	8
B	--	1	4.5	5
C	A	3	3	3
D	A	4	5	6
E	A	0.5	1	1.5
F	B, C	3	4	5
G	B, C	1	1.5	5
H	E, F	5	6	7
I	E, F	2	5	8
J	D, H	2.5	2.75	4.5
K	G, I	3	5	7

- (a) Construya la red para este proyecto (AON)
- (b) Resolverlo en base a la *duración esperada* de cada actividad.

Actividad	Duración				
	Valor Esperado	Varianza	TC	TL	Holgura
INICIO			0	0	0
A	6	4/9	6	6	0
B	4	4/9	4	9	5
C	3	0	9	9	0
D	5	1/9	11	20	9
E	1	1/36	7	13	6
F	4	1/9	13	13	0
G	2	4/9	11	18	7
H	6	1/9	19	20	1
I	5	1	18	18	0
J	3	1/9	22	23	1
K	5	4/9	23	23	0
TERMINACIÓN	5	4/9	23	23	0

- (c) Identificar la Ruta Crítica y estimar el tiempo esperado necesario para terminar el Proyecto.

La Ruta Crítica es la trayectoria : **INICIO-A-C-F-I-K-TERMINACIÓN**.
 El Tiempo esperado necesario para terminar el Proyecto es 23.



- (d) Cual es la probabilidad de que el Proyecto será terminado en un día (24 horas)?

$$Z = (24-23)/\sigma, \text{ donde } \sigma^2 = 2, \text{ por lo tanto } Z = 0.71$$

$$\text{Prob}(Z < 0.71) = 0.7611$$

6.4

Considere el Proyecto y la información descrita en la Tabla siguiente sobre la duración de cada una de las actividades .

Actividad	Actividad Precedente	Duración (en semanas)	
		Duración Esperada	Varianza
A	--	6	2
B	--	3	1
C	A	6	1
D	A	15	2
E	B, C	12	2

Existe un Bonus de \$100,000 en caso de terminar el Proyecto en 26 semanas.

Normalmente la actividad E es asignada a la firma X.

La Gerencia tiene la opción de contratar a otra firma Y para implementar la actividad E. El tiempo esperado de la firma Y para terminar esta actividad es de 8 semanas (con un error estándar de 2), pero esto le costará a la Gerencia \$15,000 más de lo que le costaría contratar a la firma X.

Cual es la decisión más rentable para la Gerencia?

- (a) En el caso de contratar a la firma X :

En base a los datos del Proyecto, se estimaron los TC y TL y la Holgura de cada actividad.

La Ruta Crítica es el trayecto INICIO-A-C-E-TERMINACIÓN.

El tiempo total para completar el Proyecto es 24 semanas.

Actividad	TC	TL	Holgura
INICIO	0	0	0
A	6	6	0
B	3	12	9
C	12	12	0
D	21	24	3
E	24	24	0
TERMINACIÓN	24	24	0

La Varianza de la Ruta Crítica es $\sigma^2 = 9$. Luego, $Z = (26-24)/3 = 0.67$

La probabilidad de terminar en 26 semanas es $P(Z < 0.67) = 0.7486$

Luego, el Bonus esperado empleando la firma X para la actividad E es :

\$74,860



- (b) En el caso de contratar a la firma Y se modifican los datos de duración. La **Ruta Crítica ahora es el trayecto INICIO-A-D-TERMINACIÓN**. El tiempo total para completar el Proyecto es 24 semanas.

Actividad	TC	TL	Holgura
INICIO	0	0	0
A	6	6	0
B	3	13	10
C	12	13	1
D	21	21	0
E	20	21	1
TERMINACIÓN	21	21	0

La Varianza de la Ruta Crítica es $\sigma^2 = 8$. Luego, $Z = (26-21)/3 = 1.77$
 La probabilidad de terminar en 26 semanas es $P(Z < 1.77) = 0.9616$
 Luego, el Bonus esperado empleando la firma Y para la actividad E es: \$96,160

- (c) La diferencia en términos de ganancia esperada entre los dos casos es de \$21,300. Como la ganancia esperada es superior al costo de contratar la firma Y (\$15,000), la decisión más rentable es contratar a la firma Y.

6.5

Considere el Proyecto y la información descrita en la Tabla siguiente sobre la duración de cada una de las actividades .

Actividad	Actividad Precedente	Duración (en Horas)
A	--	7
B	--	10
C	A	4
D	A	30
E	A	7
F	B, C	12
G	B, C	15
H	E, F	11
I	E, F	25
J	E, F	6
K	D, H	21
L	G, J	25

SE PIDE:

- (a) Construya la red para este proyecto (cada arco represente una actividad, cada nodo un evento).



- (b) Identificar el Tiempo total para terminar el Proyecto, y su Ruta Crítica.

Actividad	TC	TL	Holgura
INICIO	0	0	0
A	7	7	0
B	10	14	4
C	11	14	3
D	37	37	0
E	14	26	12
F	23	26	3
G	26	33	7
H	34	37	3
I	48	58	10
J	29	33	4
K	58	58	0
L	54	58	4
TERMINACIÓN	58	58	0

La Ruta Crítica es el trayecto : **INICIO-A-D-K-TERMINACIÓN**

El Tiempo total esperado para terminar el proyecto es de 58.

- (c) ¿Las actividades E y G pueden ser desarrolladas simultáneamente sin retrasar el tiempo mínimo para terminar el Proyecto?
SI
- (d) Puede una sola persona desarrollar las actividades A,G y I sin retrasar el Proyecto?
SI
- (e) En cuanto se puede retrasar las actividades G y L sin retrasar todo el Proyecto?
La Holgura de G es de 7 horas, y la de L es de 4 horas.
- (f) Cuanto se retrasará el Proyecto si la actividad G se retrasara de 7 horas, y la actividad L se retrasara de 4 horas? Justificar.
Se retrasará de 4 horas. La holgura no son independientes, ya que las actividades G y L están sobre la misma trayectoria.



6.6

Se dispone de los datos de un Proyecto que incluye 10 actividades. La información sobre dichas actividades se resume en el Cuadro siguiente :

Actividad	Actividad Precedente	Estimación Optimista (a)	Estimación Probable (m)	Estimación Pesimista (b)
A	--	1	3	5
B	--	1	2	3
C	A	3	5	13
D	A,B	4	7	10
E	C, D	2	3	4
F	D	1	4	13
G	E	4	8	12
H	E, F	6	13	14
I	G	2	6	10
J	H	1	1	1
K	I, J	9	10	17

SE PIDE :

- (a) Desarrollar el diagrama en red para este proyecto (AON).
- (b) Calcular la duración esperada y la Varianza para cada actividad. Se asume que la naturaleza probabilística de la duración de una actividad puede ser resumida mediante una distribución Beta e independientes entre sí, cuya media y Varianza se calculan de la manera siguiente :

$$E(D_{i,j}) = (a+b+4m)/6$$

$$Var(D_{i,j}) = [(b - a)/6]^2$$

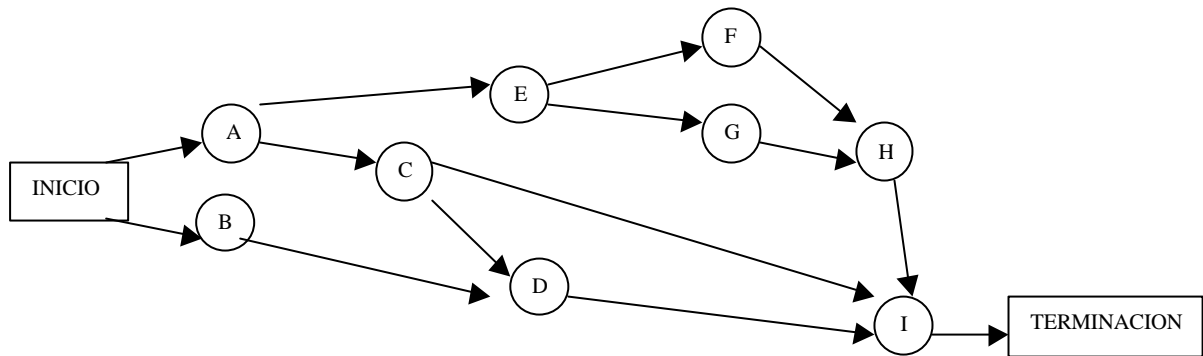
La suma de dos variables aleatorias independientes y distribuidas según una Beta, se comporta como una variable Normal.

- (c) Determinar para cada actividad, IC, TC, IL, TL y su holgura.
- (c) Identificar la Ruta Crítica. Justificar.
- (d) Determinar la duración esperada para la realización del Proyecto.
- (e) La fecha de finalización del proyecto es el 5 de Febrero. Si ud. tiene previsto empezar el Proyecto el 1 de Enero, calcule la probabilidad de que el Proyecto será finalizado a tiempo. ¿Empezaría el proyecto antes del 1 de Enero?



6.7

En el siguiente Gráfico PERT de un proyecto de construcción de una casa se identifican las actividades a realizar, las estimaciones de sus duraciones medias, y entre paréntesis, las estimaciones de sus varianzas.



actividad	media	varianza
A	4	4.82
B	6	3.10
C	12	4.27
D	9	4.20
E	3	2.11
F	3	0.32
G	8	3.80
H	4	4.50
I	6	2.30

SE PIDE:

- En base a la información disponible a partir del Gráfico responder a las siguientes preguntas y justificar sus respuestas.
 - (a) Complete el Gráfico, indicando IC, TC, IL, TL y las holguras para las actividades.
 - (b) Identifique la(s) ruta(s) crítica(s).
 - (c) El Director de la obra le pide que le estime la probabilidad de estar terminando la obra entre el día 24 y el día 26 a partir de la ficha de inicio. Ud. es una persona más bien conservadora y piensa que más vale responderle “por menos” que “por más” al hacer cálculos probabilísticos. Indique que ruta usaría para obtener el resultado “más conservador”. Se asume los supuestos clásicos de independencia, etc.
 - (d) Calcular la probabilidad de terminar la obra entre el día 24 y el día 26 a partir de la fecha de inicio.

**6.8**

De un proyecto se conocen las siguientes estimaciones respecto a la duración que debe tener cada actividad. Cada actividad está identificada con su nodo de inicio y fin, según se detalla a continuación:

Actividad	Precedente	Probable	Optimista	Pesimista
A	--	4	2	6
B	--	3	1	5
C	A,B	6	3	18
D	B	4	7	10
E	C	7	2	15

Las duraciones de todas las actividades son variables aleatorias que se distribuyen de acuerdo a la distribución Beta. Para la distribución Beta $E(X) = (A+4M+B)/6$ y $V(X) = (B-A)^2/36$. La suma de dos o más variables Beta se distribuye normal. Las mismas son variables aleatorias independientes.

Se pide:

- Determine el valor esperado y desviación estándar de la duración de cada actividad
- Establezca la programación básica del proyecto trabajando con duraciones medias. Determine el camino crítico del proyecto.
- Calcule la holgura libre de la actividad 3 – 5. Establezca la relación que existe entre las distintas holguras.
- Calcule la probabilidad de terminar el proyecto en 14 días o más, suponiendo que la distribución del proyecto sigue la distribución del camino más largo en duraciones medias.