



## CATEDRA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

### Práctica de Pert-Cpm

La siguiente práctica es una recopilación de ejercicios tomados de exámenes hechos por la cátedra.

#### 1- Determine:

- El tiempo normal de duración del proyecto.
- El tiempo y costo óptimo del proyecto.

Actividades	Siguientes	Tiempo Acelerado	Tiempo Normal	Costo Normal	Costo Acelerado
1	2,3,4	1	1	700	900
2	5	2	3	300	700
3	7	1	3	1200	1800
4	7,8	2	2	700	700
5	6	2	3	1300	1600
6	9	2	2	400	400
7	9	2	5	3000	3900
8	10,12	5	8	5000	6200
9	--	3	4	2100	2900
10	11	1	1	300	300
11	--	2	2	400	400
12	--	1	2	800	1000

Costos fijos por día de 300.

**2-** Usted es un profesional recién contratado para encargarse de la planificación de la siguiente obra que se muestra en la tabla #3. Usted se ha llegado al evento 9 con un atraso de 10 días. En la tabla se indican valores de los tiempos y costos tanto normales como acelerados de las actividades comprendidas entre el evento 9 y 18.

Los costos indirectos son de 150 unidades monetarias por día y el costo circunstancial constituido por una multa de 500 unidades monetarias por día de atraso más allá del día 104. El tiempo de terminación próxima y lejana en el nodo 9 es de 61 días respectivamente de acuerdo con la programación inicial, y presenta un costo directo gastado a los 61 días de 82,350 unidades monetarias.

Cuáles actividades conviene acelerar entre los eventos 9 y 18 a menor costo posible, de tal manera que la duración del proyecto alcance los 106 días. Detalle en cada aceleración la ruta crítica y cada uno de los costos involucrados.





**TABLA #3**

Predec.	--	--	L	L	O	P	P	Q	S	M	W,R,T	--
Actividad	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	W	Z	A
t normal	2	6	12	15	12	6	4	5	2	8	1	12
t Acel.	2	4	9	10	10	4	3	3	1	6	1	6
c Normal	750	3400	2800	2640	1850	19350	1500	1500	960	400	100	2000
c Acel.	750	5000	4000	4490	2850	21350	2500	3000	1300	750	100	3200

3- Actividad	Predecesora	T.Normal	T.Acelerado	C. Normal	C.Acelerado
A	--	4	3	400	600
B	A	8	6	600	800
C	--	6	5	800	1000
D	C	5	4	400	700
E	D	3	1	200	600
F	B, E, L	3	1	800	1200
G	--	3	1	400	600
H	G	5	3	600	600
J	H	4	3	200	200
K	--	5	4	250	450
L	K	4	2	800	1500

Los costos indirectos son de ₡1.300 por día

- Diagrame la red Pert
- Mencione las rutas y cuál es la crítica **R/C,D,E y F**
- ¿Cuál es el costo normal del proyecto? **₡27.550**
- ¿Cuál es el costo de compresión? Documente sus cálculos. **₡25.350**
- Comprima la red y diágramela.

**4-** A continuación, se presentan de una red Pert: el listado de actividades, sus precedencias y las respectivas duraciones (en días) con sus costos asociados. Se presenta además un detalle de las posibilidades de aceleración con sus costos en colones. Se desea reducir en dos días la conclusión del proyecto y determinar la ruta crítica del mismo.





Actividades	Predecesoras	T. Normal	T. Acelerado	Costo Normal	Costo Acelerado
A	--	5	4	50	100
B	A	6	4	60	100
C	A	4	3	80	120
D	B	3	2	100	130
E	C	4	3	120	150
F	C	3	3	100	100
G	B, E	5	4	200	250
H	D, F	3	2	130	160
I	F	4	2	170	200

Muestre todos los detalles necesarios para comprender el procedimiento de análisis seguido.

5- Se tiene la siguiente tabla:

Actividad	Antes de	TN	CN	TA	CA
A	--	4	5000	3	7000
B	--	6	6000	4	9000
C	--	8	8000	6	10000
D	A	7	10000	6	13000
E	A	6	3000	5	6000
F	C	10	4000	6	8000
G	E, B, F	3	6000	2	9000
H	C	5	8000	4	10000
I	K, G	3	10000	2	12000
J	E, B, F, D, I	5	12000	4	18000
K	H	5	6000	4	10000
L	H	2	5000	1	11000
M	G, K	1	4000	1	4000
N	G, K	8	6000	7	10000
O	M, L	3	12000	2	18000
P	O	4	10000	3	15000

Construya la red, determine el tiempo del proyecto, el costo y la ruta crítica. Si se desea llegar a 25 semanas cuáles actividades debe de reducir, si hay una multa de \$2000 por cada semana de atraso . ¿Cambia la ruta crítica? Explique.





6- Se tienen las siguientes actividades:

Actividad	Antes	T. Normal	C. Normal	T. Acelerado	C. Acelerado
A	--	3	300	2	400
B	--	5	200	4	600
C	--	4	700	4	700
D	--	2	500	2	500
E	A	6	600	3	800
F	B,G	2	200	1	300
G	C,H	3	700	2	900
H	D	6	800	4	1000
I	H,C	5	300	5	400
J	E	8	200	5	800
K	E	6	100	2	200
L	F	7	500	6	600
M	K,L	4	700	3	900
N	J,I,D	5	200	4	400
O	F	9	100	8	300

- a) Dibuje la red, determine la duración del proyecto y la ruta crítica, así como el costo del proyecto. **TN=24 CN=¢6.100 RC=D,H,G,F,L,M**
- b) Se desea acelerar el proyecto para que termine en 21 semanas. Determine la red óptima para dicho objetivo. Cuáles actividades se acelerarán?, en cuánto aumenta el costo total? **TA=21 CA=¢6.467 RC1=D,H,G,F,L,M RC2=A,E,J,N**





7-

Actividad	Predecesoras	Tiempo
A	F,G	8
B	L	3
C	J,P	4
D	---	6
E	A,H	5
F	L	9
G	D,N	4
H	O,Q,S	8
I	B,C	6
J	---	5
K	O,Q,S	9
L	---	7
M	O,Q,S	4
N	L	8
O	F,G,S	3
P	L	5
Q	B,C	1
R	I,M	6
S	L	2

Construya la red Pert y determine la ruta crítica.

R/TN=35 RC=L,N,G,O,H,E

8- Una compañía constructora ha decidido realizar una urbanización, la cual después de planificar sus actividades se obtuvo la siguiente tabla:

Actividad	Antes	T. Normal	T. Acelerado	C. Normal	C. Acelerado
A	---	3	2	100	200
B	---	4	3	200	300
C	---	2	1	300	500
D	A	4	3	300	400
E	C	2	1	200	400
F	A	4	2	400	700
G	B,D,E	7	5	600	700
H	C	6	3	200	500
I	C	3	1	300	400
J	I	4	3	100	500
K	G,H,J	3	2	200	300
L	F	6	3	100	300
M	I	2	1	300	500
N	I	10	6	400	700
O	P,K,M	5	3	500	600





P	G,L	3	1	600	900
Q	O,N	5	2	700	1000
R	P,K,M	4	3	100	500

- a) Dibuje la red, determine la ruta crítica y la duración del proyecto, así como su costo total.  $R/TN=27$   $CN=\$7.000$  Y  $RC1=A,D,G,K,O,Q$   $RC2=A,D,G,P,O,Q$
- b) Se desea terminar el proyecto en 20 semanas, en caso de no hacerse así se cobra una multa de  $\$200$  por semana de atraso. ¿Cuáles actividades debe de reducir para cumplir el objetivo? Determine la nueva red, ¿cambia la ruta crítica?  
 $R/T=20$   $CT=\$6166$   $RC=A,F,L,P,O,Q$

9- Se tiene la siguiente tabla:

Actividad	Antes	TN	TA	CA	CN
A	B,F,L	6	4	1000	400
B	C,G	3	2	600	400
C	N,J	2	1	700	500
D	---	9	7	1200	800
E	C,G	8	5	1500	900
F	D	7	5	2000	1400
G	---	10	6	1500	1000
H	J,N	15	11	2500	1000
I	H,K	3	3	1000	1000
J	---	6	4	800	500
K	C,G	9	7	700	250
L	H,K	10	6	1200	500
M	E	8	6	1400	1000
N	D	11	8	600	400

Se da una bonificación o multa de  $\$100$  por cada día que se ahorre en la finalización de la obras de acuerdo al plazo contratado de 39 días.

Construya la red, determine la ruta crítica y el costo total del proyecto.  $R/TN=51$   
 $CN=\$11250$   $RC=D,N,H,L,A$

Calcule la nueva red y el nuevo costo después de aplicar las bonificaciones.  $R/T=48$   
 $CT=\$10150$





10- Con la siguiente información:

Actividades	Antes de	TN	TA	CN	CA
A	--	3	3	500	500
B	--	4	2	800	400
C	--	6	4	1000	700
D	B	6	4	1000	500
E	B	4	2	800	500
F	A	4	2	1100	800
G	C	4	2	1000	600
H	F,B	5	3	1500	1200
J	E	5	3	1200	1000
K	G,H	5	1	1700	900

Costos indirectos de  $\text{¢}1.600$  por día. Dibuje la red, determine la ruta crítica y su costo normal. Comprima la red a su costo óptimo y dibújela.

11- Con la siguiente tabla:

Actividad	Secuencia	T. normal	T. Acelerado	C. Normal	C. Acelerado
--	A,B,C,D	--	--	--	--
A	E,K	4	1	700	1000
B	N	1	1	900	900
C	F	2	1	1500	2000
D	G	1	1	300	300
E	--	2	2	800	800
F	K	4	2	700	1000
G	H,J	3	1	400	1000
H	L	2	1	600	900
J	M	4	2	1500	2000
K	L	1	1	600	600
L	M	1	1	900	900
M	--	1	1	30	300
N	F	2	2	600	600

Costos fijos por día de  $\text{¢}1300$

- Construya la red a tiempo normal y calcule su costo  $R/TN=10$   $CN=\text{¢}22800$
- Construya la red a tiempo óptimo  $R/TO=8$
- Mencione las rutas y diga cuál es la crítica  $R/RCTN=B,N,F,K,L,M$
- Mencione los costos de cada aceleración  $CO=\text{¢}20750$





**12-** Una empresa acaba de firmar un contrato para la preparación de un estudio de factibilidad con un plazo de entrega de 27 semanas. Se estipularon cláusulas que bonificaban o penalizaban en \$50.000 la semana natural de adelanto o atraso con respecto al plazo establecido. Prepare el programa de trabajo más adecuado para la empresa partiendo de los siguientes datos, donde la duración está en semanas y los costos en miles de colones:

Actividad	Después	T Normal	T Acelerado	C Normal	C Acelerado
A	H,F	14	10	300	420
B	C	3	3	325	325
C	D,E	8	7	140	160
D	F	4	3	120	160
E	G	10	8	90	120
F	G	6	5	95	120
G	--	7	6	90	105
H	--	11	10	240	260

R/Se puede acelerar hasta 25 días con 2 días de bonificación (¢100) y gastos de aceleramiento por ¢75

**13-** En la tabla siguiente se indican las actividades de una red con su relación de dependencia y sus tiempos normal y acelerado, así como los costos correspondientes normales y acelerados. Presente un análisis de reducción de tres días en forma gradual (de día en día) en forma económica para este proyecto. Presente las cuatro redes con sus tiempos, su ruta crítica y sus costos.

Act	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Desp	D	I	H,F,G	H	I	I	J	K	--	--	--
Tn	4	8	10	4	8	1	6	5	7	3	5
Ta	3	7	9	3	7	1	5	4	6	2	4
Cn	100	100	90	200	150	110	150	140	120	130	125
Ca	115	120	125	220	170	110	165	170	1140	155	155

**14-** Los cimientos de un edificio pueden ejecutarse en cuatro secciones consecutivas. Las actividades por cada sección comprenden la excavación, instalación del acero y el colado del concreto. La excavación de una sección no puede comenzar hasta que la sección anterior haya sido excavada, lo mismo es aplicable a las actividades de colocación del acero y del colado del concreto. La instalación del acero en cada sección se efectúa después de que se haya excavado la respectiva sección y el colado del concreto se efectúa en cada sección, después de la instalación del acero. Prepare la tabla de dependencias y refleje esta en una red Pert. Recuerde que la red debe reflejar exactamente la tabla de dependencias.





15- Los datos relevantes de un proyecto cuyos costos indirectos son de 300 colones por día son los siguientes (tiempos en días y costos en colones):

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Después de	F	E,D	G,H	--	J	H,J	I	I	--	--
T normal	3	4	4	6	4	4	3	2	2	5
T acelerado	2	3	3	5	3	3	2	1	1	4
C normal	500	400	700	500	500	800	600	1100	1000	900
C acelerado	625	550	800	700	600	950	800	4200	4412	1100

- Dibuje la red, calcule tiempos más tempranos y tardíos de cada nodo.
- Calcule las holguras que posee cada actividad
- Determine la ruta crítica y el costo normal del proyecto  $R/TN=23$   $CN=\phi 10900$
- Determine la forma más económica de acelerar en tres días la duración del proyecto.  $R/TA=10$   $CA=\phi 10575$

16- Se ha realizado un control de avance de obra y se determinó un atraso con respecto al plazo de entrega. La información relacionada con el proyecto incluyendo costos normales, indirectos de 60 unidades monetarias por día y un costo circunstancial constituido por una multa de 90 unidades monetarias por día de atraso, y con un plazo de entrega de 20 días es la siguiente:

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Después	B,C	I	D,E	G,H	F	K,L	K,L	I,J	J	L	-	-
t normal $T_e$	2	3	4	6	2	4	6	2	3	2	3	4
t Acel. A	2	2	3	4	2	3	4	2	2	2	2	2
c Normal N	300	1200	880	3420	440	320	1260	190	510	210	410	540
c Acel. L	300	1410	1000	3600	440	470	1600	190	610	210	500	720

- Construya la red a tiempo normal, determine ruta crítica y calcule su costo (incluya los directos, indirectos, etc.)  $R/TN=23$   $CN=\phi 13130$
- Calcule las holguras que posee cada actividad.
- Que aceleración conviene hacer para obtener la red a costo óptimo.
- ¿Cuál sería su nuevo costo (con indirectos, etc.) Explique?  $R/CA=\phi 11160$
- Menciones la Nueva Ruta Crítica por nodos.  $R/RC1= A,C,D,G,K$ ;  $RC2= A,C,D,H,I,J,L$





17- En la siguiente tabla se indican los trabajos de una red Pert, con sus tiempos, costos y su relación de dependencia.

ACTV.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
DESP.	B-C	D-G	D	F	F	K	H	K	J	K	-
TN	5	4	6	7	6	8	12	6	3	5	1
TS	4	3	4	5	4	5	10	4	3	4	1
CN	80	75	40	25	35	40	54	20	30	45	16
CA	95	90	65	50	50	64	80	30	30	55	15

- Dibuje la red correspondiente, determine la ruta crítica y calcule su costo.
- Realice tres reducciones graduales de un día cada uno en la duración del proyecto y determine los costos en cada una.

18- La empresa Delta lo ha contratado para que determine si los trabajos correspondientes a un programa de Reingeniería que realizan en una fábrica presentan algún atraso en relación al plazo de entrega. En la siguiente tabla se indican los trabajos de la red de CPM, con sus tiempos, costos y su relación de dependencia.

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Después	C	D-E	K-I	H-J	J-G	J-G	-	K	-	-	-
t normal $T_e$	2	3	4	6	2	4	6	2	3	2	3
t Acel. A	2	2	3	4	2	3	4	2	2	2	2
c Normal $C_n$	20	80	400	50	30	150	100	300	50	90	50
c Acel. $C_a$	20	80	400	100	70	490	150	600	50	115	90

- Construya la red de tiempo normal, determina una ruta crítica y calcule su costo.  
**R/TN=13 CN=¢1320 RC=B,E,J**
- Si el plazo de entrega es de 9 semanas, y el proyecto presenta algún atraso de acuerdo al análisis realizado en el punto A, el gerente de la empresa desea, que usted lo asesore, para ver si es posible reducir la duración del proyecto a menor costo posible, debido a que dispone de un presupuesto de hasta ¢2.165 millones donde se incluye costos por posible aceleración de actividades. Resuelva y explique su respuesta final. **TA=10 CA=¢1475 RC1=B,D,H,K RC2=B,E,J RC3=B,E,G**





19- Para el siguiente proyecto:

	Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Secuencia	Después	C	D,E,F	G,H	G,H	I,L	J	K	L	M	M	-	-	-
Duración	a	2	1	3	1	4	2	3	2	1	5	4	1	6
	m	3	4	6	3	6	5	7	4	2	8	7	5	9
	b	4	7	9	5	8	14	11	6	3	11	10	9	12

- Dibuje la red de actividades del proyecto. Calcule el tiempo de terminación del proyecto, la ruta crítica, y la desviación estándar de la ruta crítica. **R/TN=27 RC=B,F,J,M  $\sigma=2.65$**
- Calcule la holgura de cada actividad.
- Calcule la probabilidad de que el proyecto se ejecute en un plazo de 30 días o menos y la probabilidad de que se atrase un día o más. **R/Prob= 0.8707 y Prob= 0.1293**
- Estimar la duración esperada del proyecto, si se requiere tener un nivel de confianza del 90%. **R/Duración esperada es de 30.4 días**

20- El proyecto de construcción de una estación de microondas ha sido planeado por PERT con los datos mostrados en la siguiente tabla, dados en días:

ACT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Antes	--	--	--	1	1	2	2	4	4	3	6	7,8	5,9	10,11,12,13
A	2	8	10	6	14	2	3	8	1	6	1	1	1	3
M	3	12	14	10	20	2	5	12	1	10	3	1	1	3
B	10	20	16	12	26	2	7	20	1	12	7	1	1	3

- Construya la red, determina el tiempo medio esperado del proyecto y la ruta crítica. **R/TN=31 RC=1,4,8,12,14**
- De todas las rutas que involucran a la actividad 2 cuál tiene la mayor holgura. **R/ La 6**
- Cuál es la probabilidad de que el proyecto tome más de 45 días para terminarse? **R/ Es altamente improbable**
- Se ha ofrecido de que por cada día de mejora en la programación de la terminación puede hacer una de las siguientes cosas:
  - Reducir el te de la actividad 7 en 3 días.
  - Reducir el te de la actividad 5 en 1 días.
  - Reducir el te de las actividades 1 en 2 días y la 10 en 1 día.

Evalúense las alternativas e indíquese cuál, si la hay, es la mejor. **R/Lo razonable sería acelerar la actividad 1 en dos días. Termina en 29 días y con un costo de ¢4000**





21- Para el siguiente proyecto, la tabla indica los trabajos de la red de CPM, con sus tiempos, costos y su relación de dependencia:

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Después	B,C,E	F,G	D	G,F	K,L	I,J	K,H	J	M	M	M	M	-
t normal Tn	2	7	4	3	7	9	3	4	3	2	4	6	5
t Acel. Ta	2	6	3	2	4	9	2	2	1	1	2	4	2
C Normal Cn	20	80	400	50	30	150	100	300	50	90	50	90	500
C Acel. Ca	20	100	500	100	70	150	150	600	150	130	90	120	900

a) Construya la red a tiempo normal, determina ruta crítica y calcule su costo.

b) El Gerente de la empresa desea, que usted lo asesore, para reducir la duración del proyecto obtenido en el punto a), en 2 días a menor costo posible.

22- Broadway Productions es una compañía que monta espectáculos musicales para Broadway. Se acaba de firmar el contrato de un nuevo musical y el producto ha identificado las siguientes tareas que necesitan hacerse antes de presentar el espectáculo. Se presentan además datos del tiempo de restricción y el costo adicional en dólares (costo normal – costo acelerado).

Tarea	Descripción	Tiempo de tarea normal o probable (semanas)	Tiempo de restricción o acelerado	Costo Marginal	Tiempo Optimista	Tiempo Pesimista
A	Preparar cada parte	5	3	1000	40%	60%
B	Instrumentar la música	3	2	1000	40%	60%
C	Contratar a los artistas	4	3	500	40%	60%
D	Diseñar la coreografía	3	3	---	40%	60%
E	Ensayo de Danza	4	3	2500	50%	50%
F	Preparar el escenario	6	4	1000	50%	50%
G	Preparar el vestuario	5	3	1000	50%	50%
H	Ensayo de vestuario	6	4	5000	50%	50%
I	Ensayo general	4	3	2500	60%	60%
J	Ensayo final	2	2	---	60%	60%

La coreografía se hace después de instrumentar la música. Los ensayos de danza no pueden empezar hasta que cada parte esté preparada, se contrate a los artistas y se termine la coreografía. El escenario es diseñado y construido después del ensayo de danza. El vestuario es preparado después de que se contratan a los artistas. El ensayo de vestuario se hace después del ensayo de danza y cuando el vestuario esté listo. Al ensayo de vestuario le sigue el ensayo general, que también requiere el escenario. El ensayo final sigue después del ensayo general.

Desarrolle lo siguiente:





- Calcule el tiempo para concluir la obra considerando el tiempo normal y su ruta crítica.
- Utilizando la metodología del CPM ¿Cómo se puede lograr una fecha de estreno del espectáculo de 20 semanas?, es decir ¿qué tareas deben acortarse y en cuanto? ¿Cuál es el costo de reducir a las 20 semanas?
- Si se supone que los tiempos de tarea son variables, por lo que se han determinado dos comportamientos de tiempo que varían en relación al tiempo más probable, determine lo siguiente: (Nota: como política de la empresa el redondeo de semanas se realiza al entero superior) ¿Cuál es la probabilidad de estar listo para el estreno en 23 semanas ó menos? ¿Qué tiempo de terminación deberá darse de modo que se tenga 95% de confianza de que se terminará en ese tiempo?

**23-** El gerente de mantenimiento de las nuevas instalaciones de Cervicon S.A., ha recibido la notificación de fallo de la unidad de acondicionamiento ambiental del edificio B. La compresora y el ventilador están fuera de servicio porque el cableado del sistema fue inadecuado, después de muchas discusiones, el contratista general estuvo de acuerdo en reemplazar todo el sistema para cumplir con la garantía estipulada en el contrato de construcción.

Sin embargo, se contempla un gasto adicional de \$50 diarios por concepto de supervisión de obra no contemplado en el contrato ni en la garantía.

Los datos del proyecto se presentan a continuación:

Actividad	Precedencia	Tiempo esperado (días)	Varianza $S^2$	Duración Mínima posible (días)	Gasto por acortamiento por día (\$)
a. Colocar el pedido.	--	3	1	2	50
b. Retirar compresor viejo.	A	4	0	2	100
c. Quitar ventilador viejo.	A	6	0	4	200
d. Construir nueva unidad.	A	4	3	4	--
e. Quitar unidad vieja.	B	5	5	2	400
f. Modificar trabajo de conductor	C	3	2	2	80
g. Embarcar nueva unidad.	D	7	1	3	120
h. Instalar nueva unidad.	E,G	3	2	3	--
i. Iniciar operación de nueva unidad.	E,H	2	1	2	--

- Confeccione la red del proyecto y determine la ruta crítica. **R/RC=A,D,G,H,I**
- Cuál es el costo total de realizar el proyecto en 16 días **R/CT\$1090**
- Si contamos con \$1200 para gastos es posible reducir el tiempo del proyecto a 15 días. **R/No se puede hacer, hay un faltante de \$40 en el presupuesto**





- d) ¿Cuál es la probabilidad de terminar el proyecto en 21 días o menos? **R/77.93%**  
e) ¿Cuál es la probabilidad de terminar el proyecto en 16 días o menos? **R/14.46%**

**24-** La empresa de maquinaria Arcose tiene la oferta de un contrato para fabricar y entregar nueve prensas de extrusión a la Compañía Embotelladora Home. El monto del contrato está ligado con la entrega en una fecha específica, pagándose además una bonificación por entrega adelantada. El departamento de mercadeo ha determinado la siguiente información sobre costo y tiempo en semanas y en dólares:

Actividad	Predecesoras	a Opt.	b Pes.	m Modal	Costo Normal	T.mínimo	Costo Aceler.
A	--	1	5	3	5.000	1	9.000
B	A	1	7	4	8.000	3	14.000
C	A	1	5	3	4.000	2	6.000
D	A	5	11	8	5.000	7	6.000
E	B	2	6	4	3.000	2	5.000
F	D	5	7	6	2.000	4	3.600
G	C	4	6	5	10.000	4	14.000
H	E, F	1	5	3	7.000	1	10.600

NOTA: T. mínimo representa el tiempo mínimo para poder realizar la obra.

- a) Calcule la probabilidad de concluir el contrato a más tardar, una semana después del tiempo esperado.
- b) Con base en la rentabilidad calculada para cada tiempo de entrega específico que aparece a continuación, recomiende el programa de entrega que debería seguir la empresa.

Tiempo de entrega del contrato (semanas)	Importe del contrato
15	62.500
14	65.000
13	70.000
12	72.500

**25-** Un proyecto consta de 10 actividades. Empleando la información de la tabla siguiente, elaborar un diagrama de red PERT para representar el proyecto.





Actividad	Tiempo Pesimista	Tiempo Probable	Tiempo Optimista	Actividades Predecesoras
A	10	6	5	--
B	2	1	1	--
C	3	2	1	A
D	20	18	17	A
E	31	26	21	B
F	15	12	10	C, D, E
G	20	15	13	D, E
H	6	5	4	B
I	4	2	2	G
J	5	3	2	F, H-T

A) ¿Cuál es la ruta crítica y la duración esperada del proyecto? **R/RC=B,E,G,I,J**  
**TN=48**

B) ¿Cuál es la probabilidad de finalizar el proyecto en 48, 50 y 55 días? **R/99.79%, 79.39% Y 50% respectivamente**

**26-** Una empresa de manufactura recibió un pedido para cierto número de unidades de artículo que nunca había fabricado la empresa y el personal de programación considera que debe aplicarse un PERT/CPM. Los ingenieros de manufactura propusieron la siguiente tabla:

Actividades	Dependencia Antes de:	Días. Tiempo Normal	\$, Costo normal	Días, Tiempo Acelerado	\$, Costo acelerado
A	--	5	200	5	200
B	A	10	100	10	100
C	A	20	1000	20	1000
D	A	25	1600	20	2000
E	B	5	150	5	150
F	E	10	200	10	200
G	F	15	900	15	900
H	F	5	750	1	1150
I	F	10	1000	8	1250
J	C,D,G	10	300	10	300
K	C,D,G	19	400	11	960
L	H,J	10	500	8	600
M	H,J	19	600	15	900
N	K, L	10	700	4	1210
O	K,L	12	600	10	800
P	M,N	10	250	9	300



Cómo consultor del municipio se le solicita efectúe tres reducciones graduales de un día cada una en la duración del proyecto al menor costo posible. Presente en cada etapa de la aceleración (4 redes en total), la red correspondiente, los tiempos, la ruta crítica, y el costo.

R/TN=85 CN=\$9250 ; T=84 C84=\$9300 ; T=83 C83=\$9350 Y T=82 y CT82=\$9510

**27-** A continuación, se indican las actividades, con sus tiempos, costos y su relación de dependencia de un proyecto de producción. La información relacionada con el proyecto incluyendo costos normales, indirectos de 60 unidades monetarias por día, costo circunstancial constituido por una multa de 90 unidades monetarias por día de atraso y un plazo de entrega de 13 días es la siguiente:

Actividad	a	b	c	d	e	f	g	h	i	J	k	l	m	n	o
Antes de	-	a	a	a	b, c	c, d	e, f	-	h	i	i	j	k	l, m	g, n
Tn	2	2	1	3	6	5	4	4	1	5	3	3	5	1	2
Ta	1	2	1	1	4	3	3	2	1	4	2	2	2	1	1
Cn	20	80	400	50	30	150	100	300	50	90	50	80	40	30	40
Ca	20	80	400	100	70	250	150	400	50	115	90	100	100	30	190

Si la empresa logra terminar el proyecto en menos de 13 días, se le ofrece una bonificación de 20 unidades monetarias por día de entrega adelantada.

- Construya la red a tiempo normal, determine la ruta crítica y calcule su costo (incluya los directos, indirectos, etc). R/TN=16 CN=¢2740
- Que aceleración conviene realizar para obtener la red a costo óptimo con sus costos correspondientes y Ruta Crítica (s). R/TO=13 C13=¢2535

**28-** En la tabla siguiente se indican las actividades de un proyecto, las precedencias inmediatas, la duración en días-. optimista, pesimista y más probable. Dibuje la red y utilizando el tiempo esperado calcule la duración programada de la ruta más larga, así como su desviación estándar y sobre dicha ruta determine lo siguiente:

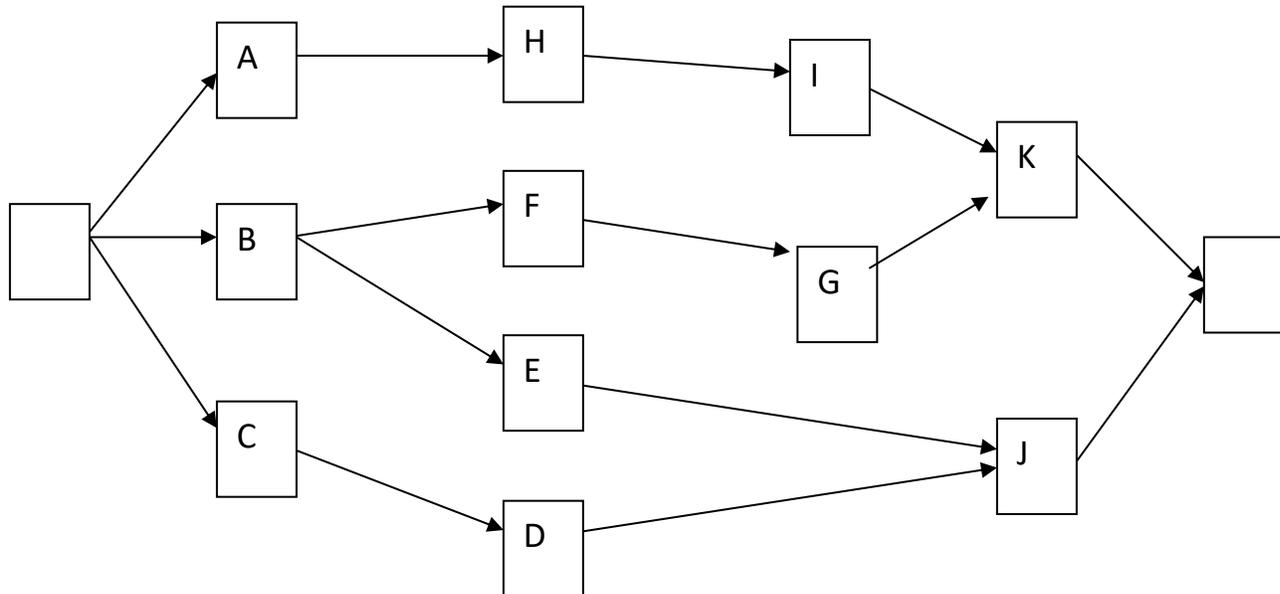
- Probabilidad de que esa ruta concluya en 40 días o menos. R/13.3%
- Probabilidad de que esa ruta concluya en 50 días o más. R/23%
- Probabilidad de que esa ruta concluya entre 41 a 51 días. R/64.32%

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H
Predecesor	-	A	B	B	C,D	C,D	E,F	G
Optimista	3	2	2	1	1	3	10	3
Más probable	6	5	5	4	1	6	10	9
Pesimista	15	14	8	7	1	15	10	27





**29-** Dada la siguiente red de proyecto y sus datos asociados determine: a-Cuál es la duración normal de proyecto, ruta crítica y su costo correspondiente. b- Reduzca los tiempos de la red al menor costo posible. Indique cuál es la ruta crítica resultante.



Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
T. Normal	2	2	1	3	8	5	4	8	1	5	3
T. Acelerado	2	2	1	2	6	3	3	2	1	4	2
Costo Normal en \$/día	20	30	10	50	200	150	100	300	50	80	50
Costo Acelerado en \$/día	20	40	10	50	100	170	100	150	50	80	40

**30-** Se ha realizado un control de avance de un proyecto para la implementación de un nuevo producto y se determinó un atraso de tres días con respecto al plazo de entrega. La información actualizada del proyecto, donde se incluye los días de atraso, costos directos, costos indirectos de \$6 por día y un costo circunstancial constituido por una multa de \$12 por día de atraso, es la siguiente:

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Después de	B-C	D-G	D	F	F	K	H	K	J	K	--
Tn	5	4	6	7	6	8	12	6	3	5	1
Ta	4	3	4	5	4	5	10	4	3	4	1
Cn	80	75	40	25	35	40	54	20	30	45	16
Ca	95	90	65	50	50	64	80	30	30	55	16





- a) ¿Cuáles actividades conviene acelerar a menor costo posible, de tal manera que la duración del proyecto alcance los 25 días ofrecidos al cliente? Detalle en cada aceleración la respectiva red, la ruta crítica y el análisis de costos. **R/TN=28 CN=\$664; en un tiempo de 25 días el costo es de \$643**
- b) Se le ha ofrecido una bonificación de \$22, si se logra reducir la terminación del proyecto en un plazo de 24 días. ¿Qué recomendaría usted? **R/Sí se recomienda porque el costo disminuye a \$636**

**31-** La empresa Tin-Can desea participar en una licitación internacional para desarrollar un nuevo tipo de motor diseñado para largos viajes, con un rendimiento eficiente en el consumo de combustible. La licitación está ligada con una fecha específica de 26 semanas para la entrega. La utilidad del contrato está determinada por el plazo de entrega que ofrezca la empresa, así como un programa de multas por semana si no cumple con lo ofrecido.

El gerente General le ha solicitado a los Gerentes de Producción y Mercadeo determinar que tan rentable es participar en la licitación con los recursos que dispone la empresa para cumplir con el plazo solicitado. El Gerente de Producción ha procedido a evaluar la siguiente información sobre costo en miles de dólares y tiempo en semanas, de cada una de las actividades que involucran el diseño del motor:

Actividad	Después de (Secuencia)	Tiempo Normal (Semanas)	Tiempo Acelerado (Semanas)	Costo Normal (Miles dólares)	Costo Acelerado (miles dólares)
A	B,C	5	5	500	500
B	D,G	4	3	300	700
C	D	6	3	100	1000
D	F	7	5	500	1000
E	F	6	2	200	400
F	K	7	3	150	490
G	H	12	2	100	600
H	K	6	1	300	600
I	J	21	19	200	400
J	K	5	4	600	800
K	-	1	1	500	500

Además, estás considerando el Gerente de Producción un costo Indirecto por cada mes que dure el proyecto, por un monto de \$200 miles de dólares. Por último, le asignará un 20% de Utilidad sobre los costos totales (Directo, Indirecto, multas o bonificaciones), para obtener el monto a ofertar.

- a- De acuerdo con lo anterior el gerente de producción debe determinar:





1. El plazo para concluir la obra considerando el tiempo normal, con su ruta crítica
2. Utilizando la metodología del CPM, analice cual es el tiempo óptimo a menor costo posible y determine el monto a ofertar óptimo.

b- El Gerente de mercadeo definió que el plazo que se obtuvo considerando el tiempo normal (punto 1), se puede estimar como tiempo Esperado(te) del proyecto, con una Varianza para cada actividad tal como se indica en la siguiente tabla:

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Varianza S <sup>2</sup>	2.333	3.837	0	0.833	1	2.333	2.333	2.33	0.333	2.333	1.167

El gerente al releer los términos de la oferta encontró que se incorporaban bonificaciones y multas de acuerdo con los plazos de conclusión del proyecto. Si el proyecto es completado dentro de las 26 semanas o menos, la empresa tendrá una utilidad de \$1500, pero si no puede terminarlo a tiempo tendrá que incurrir en perdidas de \$-4500

c- Determine cual sería el valor esperado si se termina el proyecto dentro de las 26 semanas.

El gerente al releer los términos de la oferta encontró que se incorporaban bonificaciones y multas de acuerdo con los plazos de conclusión del proyecto. Cálculos rápidos permitieron construir la tabla número 2

d- Utilizando la información de la tabla # 2 cual es el valor esperado que la empresa puede esperar de esta licitación,

Tabla # 2	
Evento (Plazo del Proyecto)	Utilidades (+) o Pérdidas (-)
25 semanas o menos	\$ 7,100
25 – 26 semanas	\$ 4,500
26 – 27 semanas	\$-1,000
27 – 28 semanas	\$ -1,500
28 semanas o más	\$-3,000





**32-** Usted es un profesional recién contratado para encargarse de la planificación de la siguiente obra que se muestra en la tabla #3. Usted se ha llegado al evento 9 con un atraso de 10 días. En la tabla se indican valores de los tiempos y costos tanto normales como acelerados de las actividades comprendidas entre el evento 9 y 18.

Los costos indirectos son de 150 unidades monetarias por día y el costo circunstancial constituido por una multa de 500 unidades monetarias por día de atraso más allá del día 104. El tiempo de terminación próxima y lejana en el nodo 9 es de 61 días respectivamente de acuerdo con la programación inicial, y presenta un costo directo gastado a los 61 días de 82,350 unidades monetarias.

Cuáles actividades conviene acelerar entre los eventos 9 y 18 a menor costo posible, de tal manera que la duración del proyecto alcance los 106 días.

Detalle en cada aceleración la ruta crítica y cada uno de los costos involucrados.

**TABLA #3**

Nodos	9-10	9-16	10-11	10-12	12-13	13-14	13-17	14-15	15-17	16-17	17-18	9-18
Actividad	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	W	Z	A
t normal	2	6	12	15	12	6	4	5	2	8	1	12
t Acel.	2	4	9	10	10	4	3	3	1	6	1	6
c Normal	750	3400	2800	2640	1850	19350	1500	1500	960	400	100	2000
c Acel.	750	5000	4000	4490	2850	21350	2500	3000	1300	750	100	3200

R/ TN=114 CN=\$141700; T=110 C110=\$140550; T=108 C108=\$140250; T=106 C106=\$140450

**33-** En la tabla siguiente se indican las actividades de una red PERT con sus precedencias y sus tiempos optimista, modal y pesimista en días.

Actividad	A	B	C	D	E	F	G	H
Precedencia	-	A	A	A	B,D	B,D	C	E,G,F
Optimista, días	2	1	3	4	3	4	2	1
Modal, días	4	3	6	6	6	6	5	3
Pesimista, días	6	5	15	8	15	8	8	5

a) Determine el tiempo esperado, dibuje la red correspondiente y la ruta crítica con base al tiempo esperado. R/TN=20 RC=A,D,E,H

b) ¿Cuál es la probabilidad de que la ruta crítica tarde 18 días o menos?. R/ 19.33%

c) ¿Cuál es la probabilidad de que la ruta crítica sea completada en 21 días o más ? R/33.25%

d)¿Cuál es la probabilidad de que la ruta crítica del proyecto concluya entre el día 17 al 23?. R/80.59%





**34-** Ben Johnston, el gerente de procesamiento de datos de Stanley Morgan Bank, planea un proyecto para instalar un sistema de información administrativa nuevo. Ahora está listo para comenzar el proyecto y desea terminar en 20 semanas. Después de identificar las 14 actividades necesarias para realizar el proyecto (ver tabla adjunta), Ken necesita estimar cuánto tiempo le tomará el proyecto.

Actividad	Predecesoras	Estimación más Probable	Estimación Optimista	Estimación Pesimista	Costo Normal
A	--	5	3	13	180000
B	--	3	2	4	75000
C	--	3	1	11	120000
D	A	4	2	6	140000
E	B	6	4	14	175000
F	C	3	2	10	80000
G	C	5	3	13	210000
H	D	3	1	5	45000
I	A	4	3	11	125000
J	E	4	2	6	100000
K	F	2	1	9	60000
L	G	5	4	6	50000
M	H,I,J	6	3	9	90000
N	K,L	4	3	11	150000

- ¿Cuál es la probabilidad de terminar en 18 semanas o menos?
- ¿Cuál es la probabilidad de terminar en 23 semanas o menos?
- Si Ben quisiera prometerle a sus superiores que el proyecto estaría concluido en X fecha con una seguridad del 96.6%, ¿cuál debería de ser la cantidad de semanas que Ben debería de solicitar a sus superiores de tiempo para terminar este proyecto
- Después de 8 semanas, las actividades A, B, y C han terminado con costos reales de \$190.000, \$70.000 y \$150.000 respectivamente. Las actividades D, E, F, G e I se realizan con un porcentaje de terminación de 50, 60, 25 y 20% respectivamente. Sus costos reales a la fecha son de \$70.000, \$100.000, \$45.000, \$50.000 y \$35.000 respectivamente. Construya un informe PERT/Costo (informe de costos ejecutados) después de la semana 8. ¿Qué actividades debe de investigar Ben para tratar de mejorar el desempeño de costos?

**35-** Se he realizado un control de avance de obra en la programación de un proyecto en construcción y se determinó un atraso con respecto al plazo de entrega ofertado. En la tabla siguiente se indican los valores de los tiempos y costos tanto normales como acelerados de las actividades propuestas para tratar de nivelar el atraso que a la fecha contempla el proyecto.





El proyecto se encuentra en el día 20 de ejecución y presenta un costo normal gastado a esta fecha de € 82.500.

Si el plazo de entrega del proyecto es de 60 días, con un costo indirecto de € 20, un costo circunstancial constituido por una multa de € 50 por cada día de atraso y una bonificación de € 50 por cada día que se logre acortar el tiempo de entrega.

- a) ¿Qué aceleración conviene realizar para obtener la red a menor costo posible?
- b) Detalle en cada aceleración y red, la ruta crítica con cada uno de los costos involucrados.
- c) ¿Se logra superar el atraso que ocurre a la fecha?

Actividad	L	M	N	O	P	Q	R	T	W	Z
<b>Secuencia Después de</b>	N,O	W	P	P	R,Q	T	Z	Z	Z	--
<b>T. Normal</b>	2	19	14	15	12	8	12	3	20	1
<b>T. Acelerado</b>	2	9	9	10	10	4	3	1	6	1
<b>C. Normal</b>	750	3400	2800	2640	1850	1200	1500	960	120	100
<b>C. Acelerado</b>	750	5000	4000	4490	2850	2300	2400	1300	400	100

*Una larga trayectoria de excelencia...*

