



*INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL*  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO



# Modelos de PERT/CPM: Probabilístico

M. En C. Eduardo Bustos  
Farías

Existen proyectos con actividades que tienen tiempos inciertos, es decir, se tienen solo estimaciones de tiempo por lo cual deben ser tratados como variables aleatorias con distribuciones de probabilidad asociadas.

Para incluir los tiempos inciertos de las actividades en el análisis de la red, es necesario obtener tres estimaciones de tiempo para cada actividad. Las tres estimaciones son:

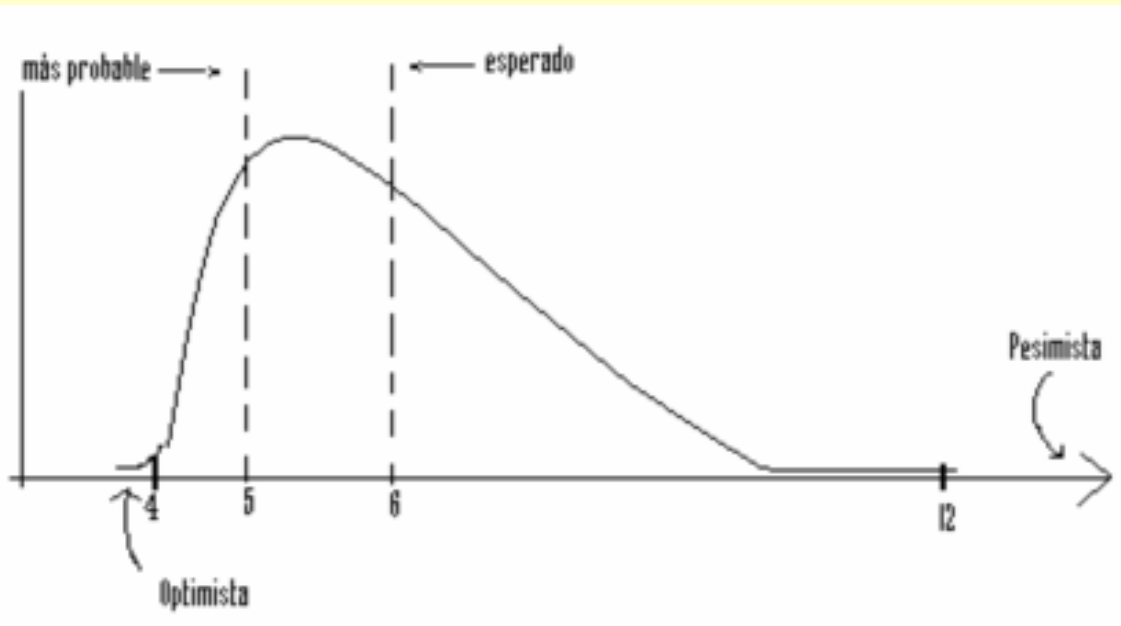
**TIEMPO OPTIMISTA (a)** Es el tiempo requerido para la actividad si todo marcha idealmente

**TIEMPO MÁS PROBABLE (m)** Es el tiempo requerido para la actividad con más probabilidades bajo condiciones estándar o normales.

**TIEMPO PESIMISTA (b)** Es el tiempo para la actividad cuando se afrontan demoras considerables.

Las tres anteriores estimaciones de tiempo permiten al administrador de un proyecto desarrollar una mejor apreciación del tiempo con una mayor probabilidad para cada actividad, el cual se calculará con la fórmula:

$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$



Por el tipo de distribución: (Beta)

# DIFERENCIAS ENTRE PERT Y CPM

- ✳ El tiempo más probable es el tiempo requerido para completar la actividad bajo condiciones normales.
- ✳ Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en el equipo, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores.





# DIFERENCIAS ENTRE PERT Y CPM

- ✳ El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica.
- ✳ De modo similar, suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes (realmente, una suposición fuertemente cuestionable), la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica.

# DIFERENCIAS ENTRE PERT Y CPM

- ✳ En CPM solamente se requiere un estimado de tiempo.
- ✳ Todos los cálculos se hacen con la suposición de que los tiempos de actividad se conocen.
- ✳ A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso.
- ✳ Si ocurre algún retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos.



Con tiempos inciertos en las actividades, puede utilizarse la medida estadística común conocida como varianza para describir la dispersión o variabilidad en los valores de tiempo de actividades, la cual estará determinada por la siguiente fórmula:

$$\sigma^2 = \left( \frac{b - a}{6} \right)^2$$

Como podrá concluirse, en la medida en que existan diferencias grandes entre  $b$  y  $a$  se tendrá un elevado grado de incertidumbre en el tiempo de actividad.

PERT probabilístico parte de dos suposiciones:

1. Que las actividades son estadísticamente independientes, lo cual permitirá sumar las varianzas de las actividades para obtener la varianza total del proyecto.
2. Que el tiempo de terminación de un proyecto es una variable normalmente distribuida, lo cual permite usar la distribución normal en el análisis.



# EJEMPLO 1

Pert probabilístico



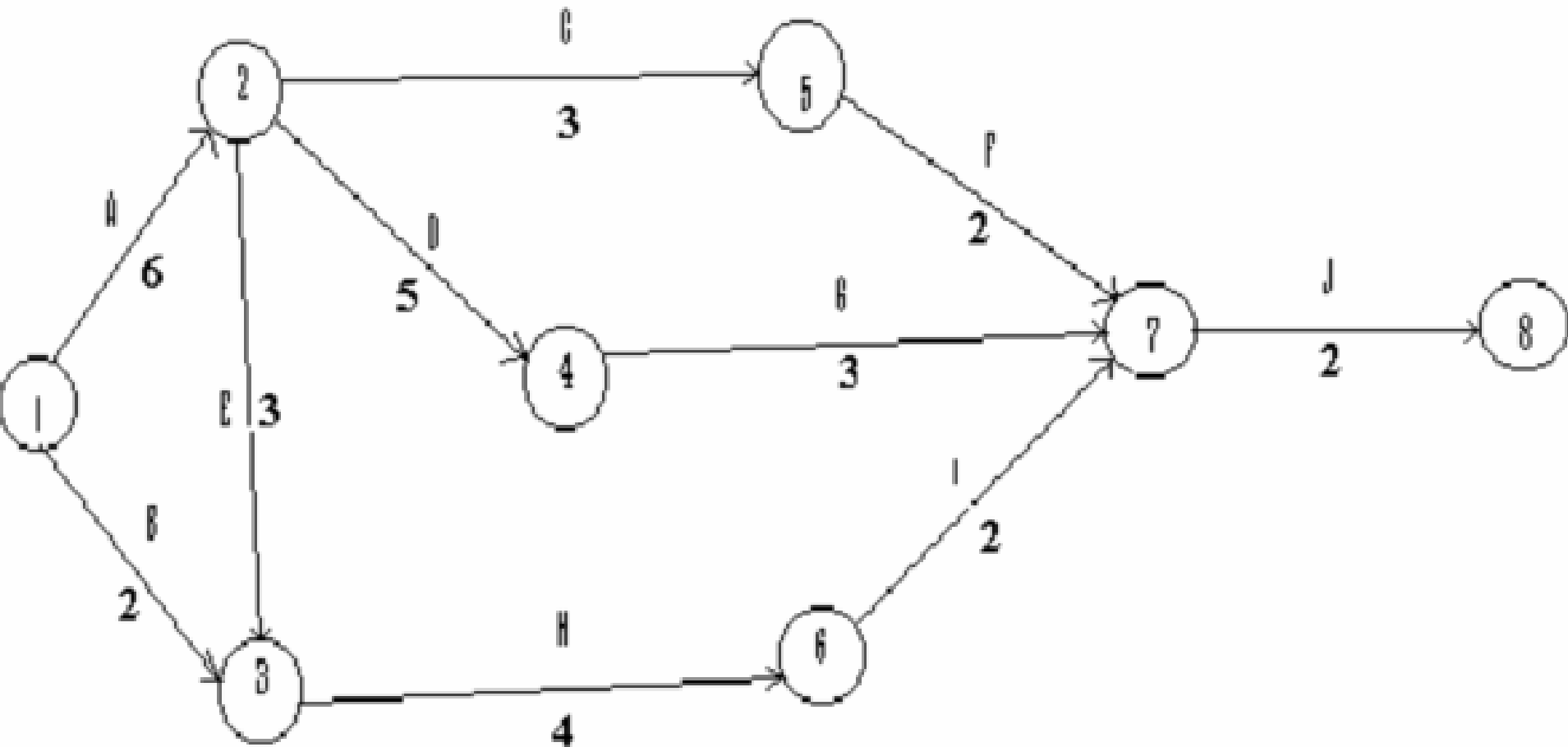
El proyecto para desarrollar un producto nuevo (electrodoméstico) consta de las siguientes actividades y tiempos:

ACTIVIDAD	ACTIVIDAD PRECEDENTE	a	TIEMPOS m	(SEMANAS) b	t	VARIANZA
<b>A</b>	<b>/</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>1.78</b>
<b>B</b>	<b>/</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0.44</b>
<b>C</b>	<b>A</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0.11</b>
<b>D</b>	<b>A</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1.78</b>
<b>E</b>	<b>A</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0.11</b>
<b>F</b>	<b>C</b>	<b>1.5</b>	<b>2</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>0.03</b>
<b>G</b>	<b>D</b>	<b>1.5</b>	<b>3</b>	<b>4.5</b>	<b>3</b>	<b>0.25</b>
<b>H</b>	<b>B, E</b>	<b>2.5</b>	<b>3.5</b>	<b>7.5</b>	<b>4</b>	<b>0.69</b>
<b>I</b>	<b>H</b>	<b>1.5</b>	<b>2</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>0.03</b>
<b>J</b>	<b>F, G, I</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0.11</b>

# SOLUCIÓN



# La red de actividades es:





- \* RUTA CRÍTICA: A-E-H-I-J
- \* TIEMPO: 17 semanas.
- \* Al igual que las actividades de la ruta crítica dirigen el tiempo total de determinación del proyecto, la variación de las actividades en la ruta puede ocasionar variaciones en el tiempo total que se requiere para terminar el proyecto.
- \* Por lo general la variación en las actividades que no están en la ruta crítica no tiene efecto alguno sobre el tiempo total para la finalización del proyecto, debido al margen u holgura correspondiente a esas actividades.
- \* Debemos, por lo tanto, utilizar la varianza de las actividades incluidas en la ruta crítica para determinar la varianza del tiempo de determinación del proyecto.
- \* Por lo dicho anteriormente y para calcular la varianza total:

$$\sigma^2 = \sigma^2 A + \sigma^2 E + \sigma^2 H + \sigma^2 I + \sigma^2 J$$

$$\sigma^2 = 1.78 + 0.11 + 0.69 + 0.03 + 0.11 = 2.72$$

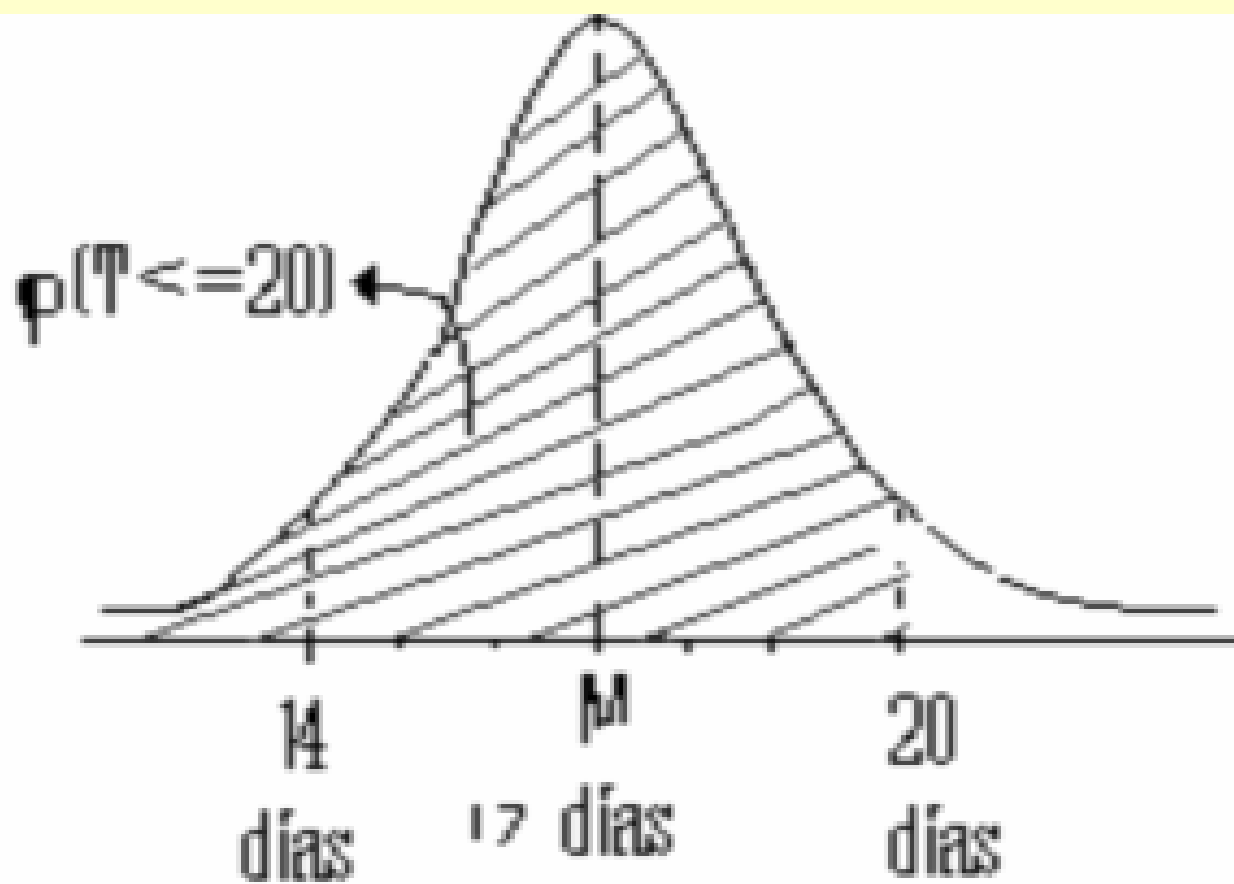
Así pues, la desviación estándar se puede calcular a partir de la varianza:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{2.72} = 1.65$$

- ★ Con la distribución normal puede calcularse la probabilidad de cumplir con una fecha especificada para la terminación del proyecto.

Por ejemplo, vamos a suponer que los administradores han asignado 20 semanas para el proyecto anterior, ¿Cuál es la probabilidad de que se cumpla con ese límite de 20 semanas?

Se pide calcular la probabilidad de que  $T \leq 20$



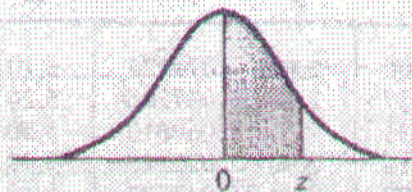
$$Z = \frac{X - M}{\sigma_e} = \frac{20 - 17}{1.65} = 1.82$$



Utilizando  $Z = 1.82$  y la tabla de distribución normal, se observa que la probabilidad de que se satisfaga el límite de 20 semanas para el proyecto es: 0.9656, 96.56%, que es igual a 96.6%



Tabla 3 Áreas de la curva normal



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Versión extractada de la tabla I de *Statistical Tables and Formulas*, por A. Hald (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1952). Reproducido con autorización de A. Hald y de la casa editora, John Wiley & Sons, Inc.



Ahora vamos a suponer una asignación de 14 semanas ¿Cuál es la probabilidad de terminar el proyecto en 14 semanas?

$$Z = \frac{X - M}{\sigma_e} = \frac{14 - 17}{1.65} = -1.82 = 0.0344,$$

es decir 3.4% de probabilidad.

# EJEMPLO 2

## SHARP COMPANY PERT PROBABILÍSTICO



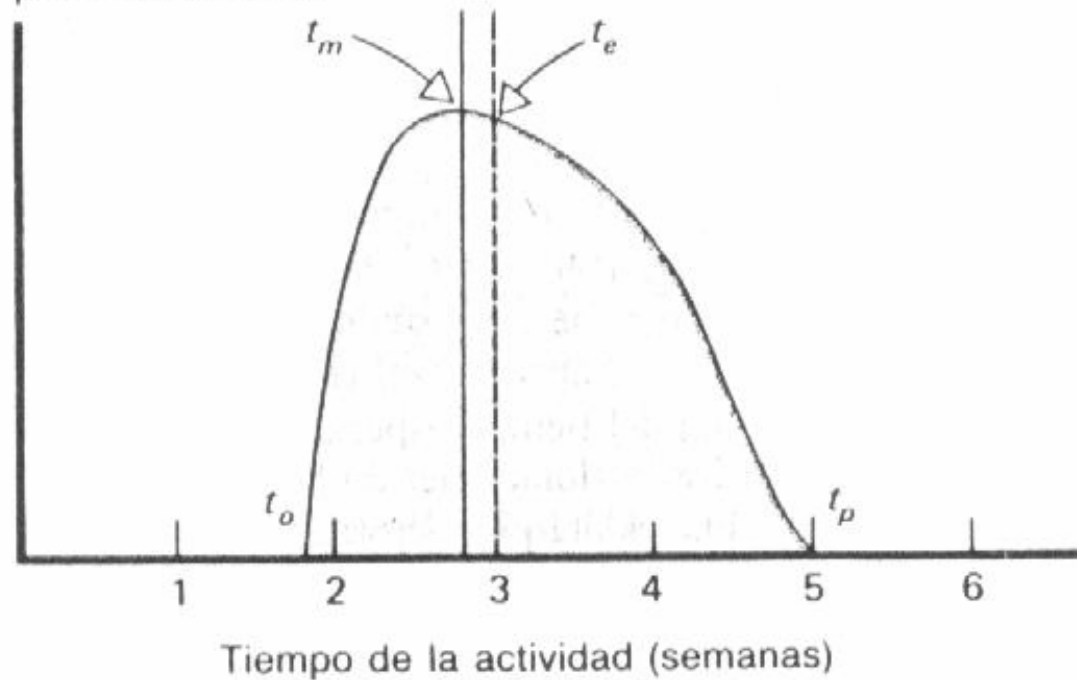


# SHARP COMPANY PROBABILÍSTICO

Tres estimaciones de tiempo (optimista, más probable y pesimista) para las actividades del caso de la Sharp Company

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		3	5.5	11
2	B		1	1.5	5
3	C	A	1.5	3	4.5
4	D	B	1.2	3.2	4
5	E	C	2	3.5	8
6	F	D	1.8	2.8	5
7	G	E	3	6.5	7
8	H	F	2	4.2	5.2
9	I	G,H	0.5	0.8	2.3
10	J	I	0.8	2.1	2.8

Función de  
probabilidad de  $t$



**FIGURA 6-9.** Distribución de probabilidad para los tiempos de actividad de "fabricar el empaque" para la Sharp Company

# SOLUCIÓN



# Ruta crítica de Sharp Company

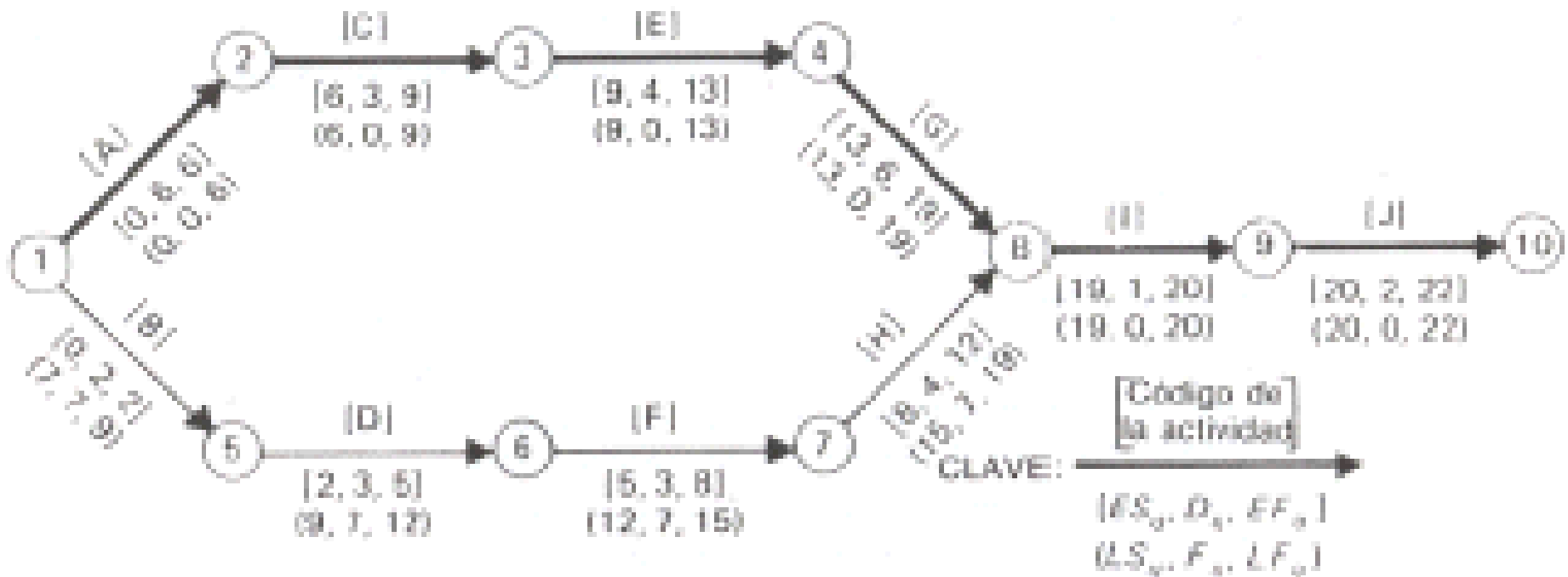


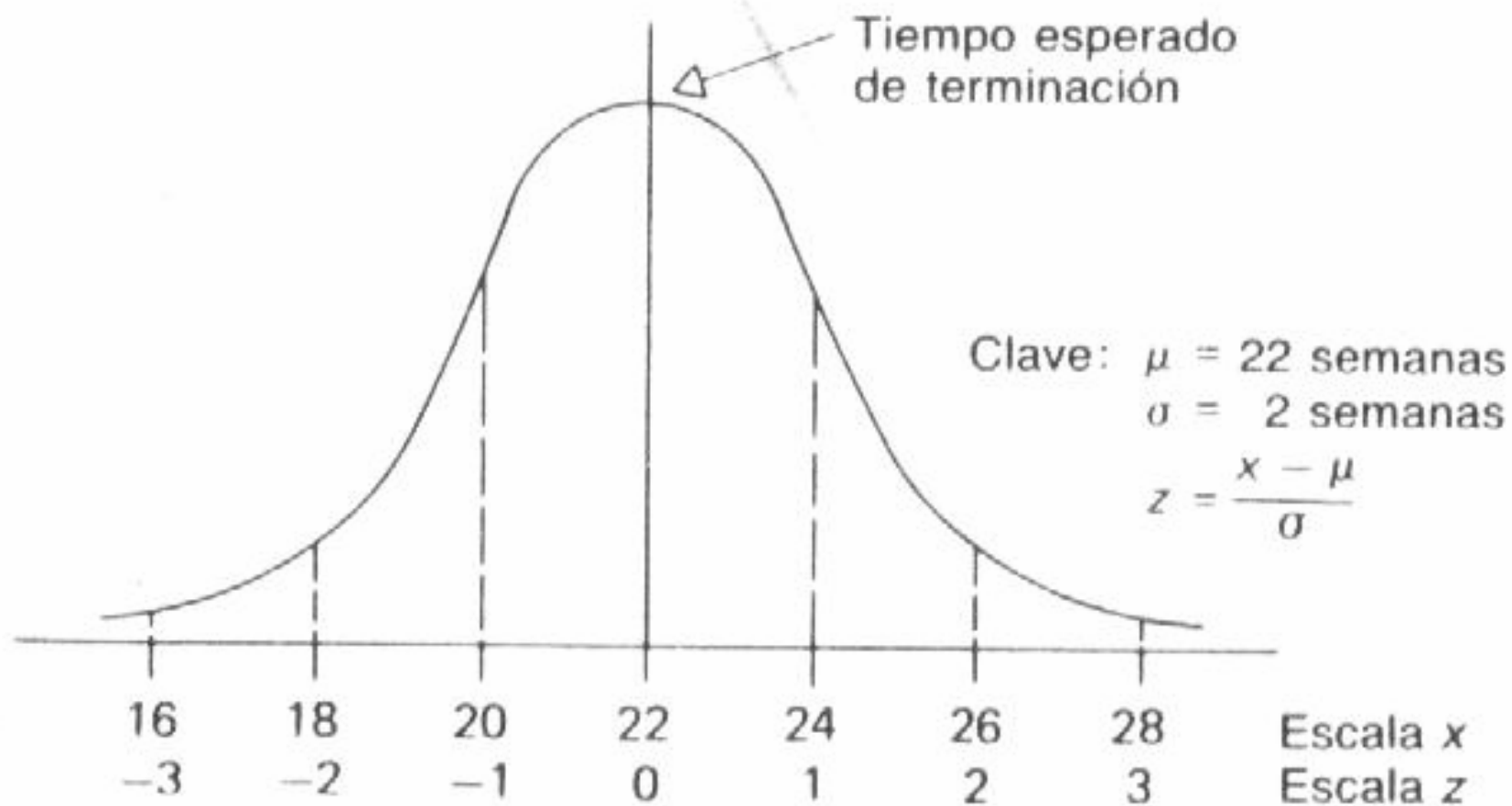
FIGURA 6-8. Tiempos más lejanos de iniciación y de terminación para el caso de la Sharp Company



- ★ Recuerdese que la ruta crítica incluía las actividades A, C, E, G, I y J, con un tiempo esperado de terminación de 22 semanas. Por tanto, la varianza para el proyecto es:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \sigma_{tA}^2 + \sigma_{tC}^2 + \sigma_{tE}^2 + \sigma_{tG}^2 + \sigma_{tI}^2 + \sigma_{tJ}^2 \\ &= 1.78 + 0.56 + 1.00 + 0.44 + 0.09 + 0.11 \\ &= 3.98 \text{semanas}\end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{3.98} = 2 \text{semanas}$$



**FIGURA 6-10.** Variación de los tiempos de terminación del proyecto para el caso de la Sharp Company; distribución normal

- ✳ Puesto que la variación en el tiempo de duración del proyecto sigue una distribución normal, puede utilizarse lo que se sabe acerca de esta distribución para hacer un planteamiento de probabilidades con respecto a una fecha específica de terminación del proyecto; dada una fecha objetivo específica de terminación, puede calcularse la probabilidad de que el proyecto se termine en esa fecha o antes.
- ✳ Como ejemplo, suponga que Bill Bowen, vicepresidente de la Sharp Company, ha indicado que sería deseable terminar el proyecto antes de 6 meses (26 semanas), y le gustaría conocer la probabilidad de que esto ocurriera.
- ✳ Para determinar este valor de la probabilidad, primero se convierte el valor de 26 semanas a un valor de Z.
- ✳ Se sabe que el valor de Z está expresado mediante la siguiente función:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

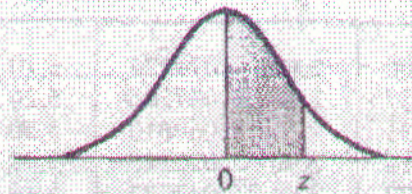
- ✳ Por tanto,  $x = 26$ ,  $\mu = 22$  (nuestro tiempo esperado de terminación), y  $\sigma = 2$ , el valor de  $Z$  es

$$Z = \frac{26 - 22}{2} = 2$$

- ✳ Utilizando  $Z = 2.0$  y una tabla para la distribución normal, se encuentra que la probabilidad asociada (y por ello el porcentaje del área total que se encuentra bajo la curva y a la izquierda de  $x = 26$ ) es  $0.5000 + 0.4772 = 0.9772$ .
- ✳ Ver tabla en la siguiente diapositiva.
- ✳ La probabilidad de que el proyecto se termine en 26 semanas o menos es 0.9772; por tanto, el señor Bowen puede tener bastante confianza en que el proyecto pueda terminarse hacia esa fecha.



Tabla 3 Áreas de la curva normal



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Versión extractada de la tabla I de *Statistical Tables and Formulas*, por A. Hald (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1952). Reproducido con autorización de A. Hald y de la casa editora, John Wiley & Sons, Inc.



# SOLUCIÓN CON WINQSB



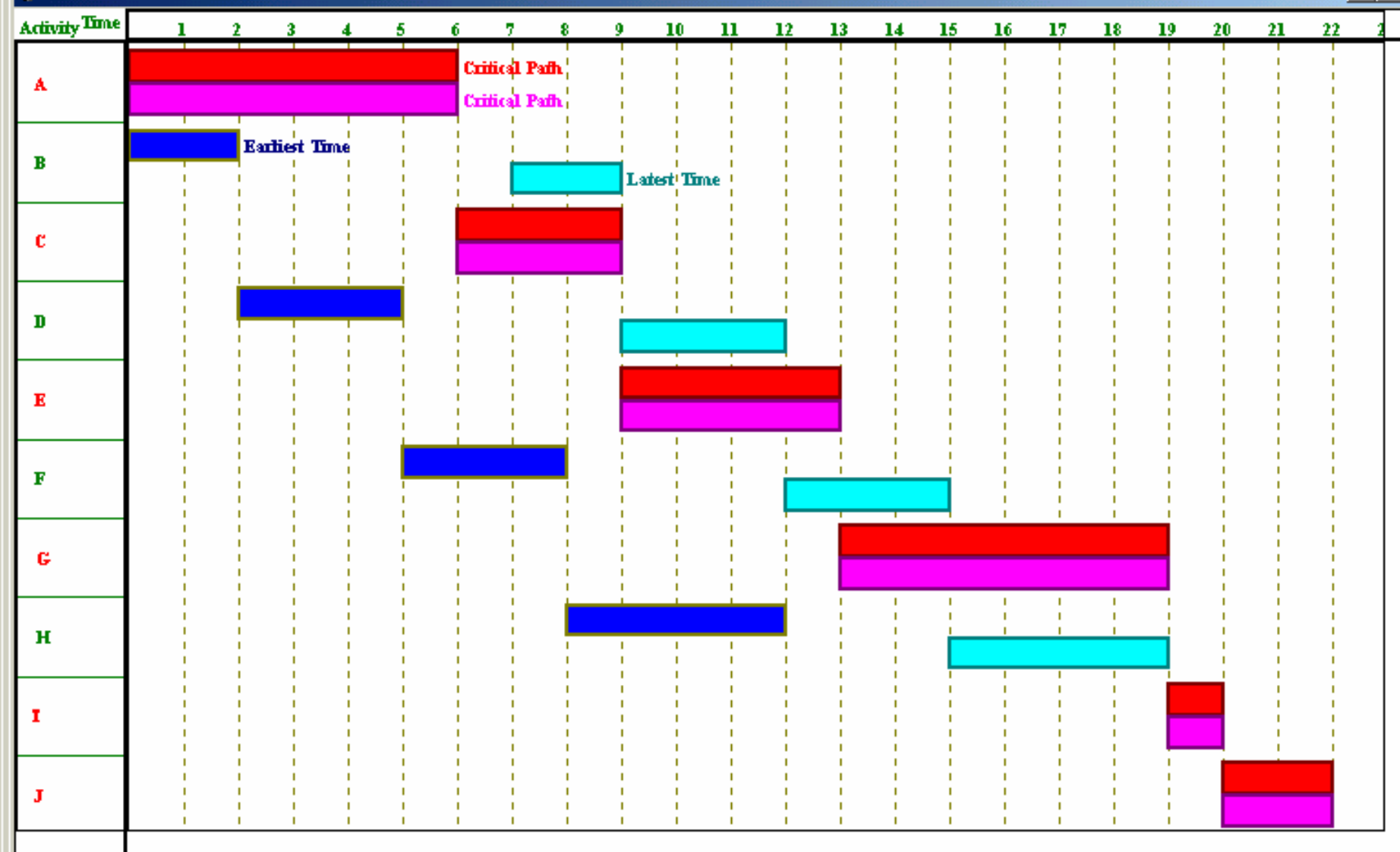
Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		3	5.5	11
2	B		1	1.5	5
3	C	A	1.5	3	4.5
4	D	B	1.2	3.2	4
5	E	C	2	3.5	8
6	F	D	1.8	2.8	5
7	G	E	3	6.5	7
8	H	F	2	4.2	5.2
9	I	G,H	0.5	0.8	2.3
10	J	I	0.8	2.1	2.8

# Activity Analysis for SHARP PROBABILISTICO

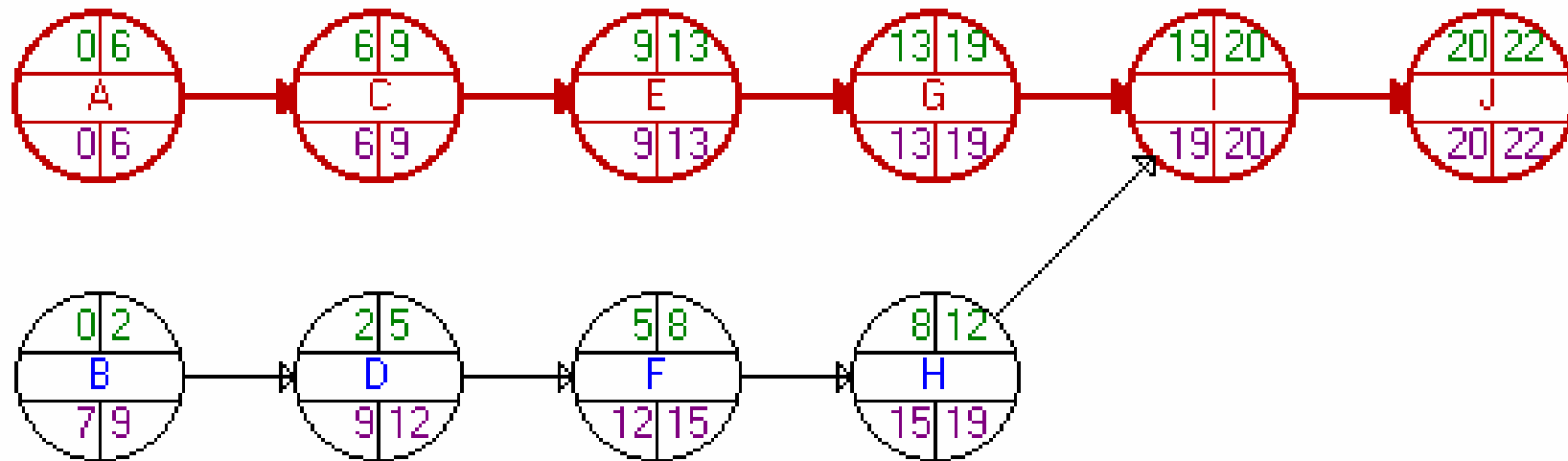
10-06-2002 18:47:35	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	Yes	6	0	6	0	6	0	3-Time estimate	1.3333
2	B	no	2	0	2	7	9	7	3-Time estimate	0.6667
3	C	Yes	3	6	9	6	9	0	3-Time estimate	0.5
4	D	no	3	2	5	9	12	7	3-Time estimate	0.4667
5	E	Yes	4	9	13	9	13	0	3-Time estimate	1
6	F	no	3	5	8	12	15	7	3-Time estimate	0.5333
7	G	Yes	6	13	19	13	19	0	3-Time estimate	0.6667
8	H	no	4	8	12	15	19	7	3-Time estimate	0.5333
9	I	Yes	1	19	20	19	20	0	3-Time estimate	0.3
10	J	Yes	2	20	22	20	22	0	3-Time estimate	0.3333
	Project	Completion	Time	=	22	weeks				
	Number of	Critical	Path(s)	=	1					



The Gantt Chart for SHARP PROBABILISTICO







10-06-2002	Critical Path 1
1	A
2	C
3	E
4	G
5	I
6	J
Completion Time	22
Std. Dev.	1.92

The following probability calculation assumes that activities are independent and so are paths. It also assumes that the project has a large enough number of activities to assume the normal distribution, which is used to estimate the probability of finishing a critical path in the desired time. Therefore, when the activities are not independent or the number of activities is not large, the analysis may be biased.

Completion time based on mean/expected time:

22 weeks

Number of critical paths:

1

Desired completion time in week:

26

Critical Path:

Standard Dev.:

Probability (%):

A --> C --> E --> G --> I --> J

1.9166

98.1548

Compute Probability

Cancel

Print

Help



# EJERCICIO PARA RESOLVER



ACTIVIDAD	PRECEDENTES	TIEMPO OPTIMISTA	TIEMPO MÁS PROBABLE	TIEMPO PESIMISTA	TIEMPO ESPERADO		VARIANZA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
<b>A</b>	-	<b>3</b>	<b>5.5</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>1.33</b>	<b>1.78</b>	<b>1.33</b>
<b>B</b>	A	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0.67</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>
<b>C</b>	B	<b>1.5</b>	<b>3</b>	<b>4.5</b>	<b>3</b>	<b>0.50</b>	<b>0.25</b>	<b>0.50</b>
<b>D</b>	C	<b>1.2</b>	<b>3.2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0.47</b>	<b>0.22</b>	<b>0.47</b>
<b>E</b>	D	<b>2</b>	<b>3.5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>F</b>	E	<b>1.8</b>	<b>2.8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0.53</b>	<b>0.28</b>	<b>0.53</b>
<b>G</b>	F	<b>3</b>	<b>6.5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>0.67</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>
<b>H</b>	G	<b>2</b>	<b>4.2</b>	<b>5.2</b>	<b>4</b>	<b>0.53</b>	<b>0.28</b>	<b>0.53</b>
<b>I</b>	H	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>	<b>2.3</b>	<b>1</b>	<b>0.30</b>	<b>0.09</b>	<b>0.30</b>
<b>J</b>	I	<b>0.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.8</b>	<b>2</b>	<b>0.33</b>	<b>0.11</b>	<b>0.33</b>

Dibuje la red de actividades del proyecto y la gráfica de Gantt.  
 Calcule la ruta crítica, la duración y la desviación estándar del proyecto.



# EJERCICIO PARA RESOLVER



ACTIVIDAD	TIEMPO	TIEMPO MÁS	TIEMPO	TIEMPO		VARIANZA	DESVIACIÓN
	OPTIMISTA	PROBABLE	PESIMISTA	ESPERADO			ESTÁNDAR
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0.67</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>
<b>B</b>	<b>3</b>	<b>4.5</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>C</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0.33</b>	<b>0.11</b>	<b>0.33</b>
<b>D</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0.67</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>
<b>E</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>2.00</b>	<b>4.00</b>	<b>2.00</b>
<b>F</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0.67</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>
<b>G</b>	<b>2.5</b>	<b>3.5</b>	<b>7.5</b>	<b>4</b>	<b>0.83</b>	<b>0.69</b>	<b>0.83</b>
<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0.33</b>	<b>0.11</b>	<b>0.33</b>
<b>I</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0.33</b>	<b>0.11</b>	<b>0.33</b>
<b>J</b>	<b>1.5</b>	<b>3</b>	<b>4.5</b>	<b>3</b>	<b>0.50</b>	<b>0.25</b>	<b>0.50</b>
<b>K</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0.67</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>

Dibuje la red de actividades del proyecto y la gráfica de Gantt.  
 Calcule la ruta crítica, la duración y la desviación estándar del proyecto.

# EJERCICIO PARA RESOLVER



Considere las actividades de un proyecto de corto plazo que se enlistan a continuación:

- ✳ Determinar la ruta crítica
- ✳ ¿Cuánto tiempo de holgura o margen tiene la actividad C si es que lo tiene?
- ✳ Calcular la probabilidad de que concluya el proyecto en 30 semanas o menos.





ACTIVIDAD	ACTIVIDAD PRECEDENTE	A	TIEMPOS M	(SEMANAS) B	T	$\sigma^2$
<b>A</b>	/	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>0.11</b>
<b>B</b>	/	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>1.8</b>
<b>C</b>	<b>A</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>0.44</b>
<b>D</b>	<b>A</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>1.0</b>
<b>E</b>	<b>C</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>1.8</b>
<b>F</b>	<b>B, D</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7.5</b>	<b>0.25</b>
<b>G</b>	<b>E, F</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1.0</b>

Considere las actividades de un proyecto de corto plazo que se enlistan a continuación:

Determinar la ruta crítica

¿Cuánto tiempo de holgura o margen tiene la actividad C si es que lo tiene?

Calcular la probabilidad de que concluya el proyecto en 30 semanas o menos.