



# GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO





## Definir las Actividades

Consiste en identificar las acciones específicas a ser realizadas para elaborar los entregables del proyecto.

A través de las técnicas y herramientas **descomposición o de una planificación gradual** se desglosan los paquetes de trabajo en componentes más pequeños denominados actividades del cronograma, para proporcionar una base con el fin de estimar, establecer el cronograma, ejecutar, y supervisar y controlar el trabajo del proyecto.





## Lista de Actividades

Lista completa que incluye todas las actividades del cronograma planificadas para ser realizadas en el proyecto.

Incluye el identificador de la actividad y una descripción del alcance del trabajo para cada actividad del cronograma.

LISTA DE ACTIVIDADES DEL CRONOGRAMA	
<b>1</b>	<b>CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE OFICINAS</b>
1.1	<b>Movimiento de Tierras</b>
1.1.1	Corte
1.1.2	Excavación
1.1.3	Relleno
1.2	<b>Obras Gris</b>
1.2.1	Cimientos
1.2.2	Paredes
1.2.3	Vigas y Columnas
1.2.4	Contrapiso
1.3	<b>Estructura Metàlica</b>
1.3.1	Cerchas
1.3.2	Clavadores
1.4	<b>Acabados</b>
1.4.1	Repellos y Pintura
1.4.2	Puertas y Ventanas
1.4.3	Piso y Cielo Raso
1.4.4	Cubierta
1.5	<b>Obra Electromecànica</b>
1.5.1	Obra Eléctrica
1.5.2	Obra Mecànica
1.6	<b>Obras Externas</b>
1.6.1	Parqueos, Muros, Posteados
1.7	<b>Recepción</b>
1.7.1	Recepción
1.7.2	Fin



## Atributos de las Actividades

Los Atributos de las Actividades son análogamente para la Lista de Actividades lo que el Diccionario de la EDT es para la EDT.

Identificador en la EDT	3.4.1
Nombre	Estudio de mercado
Código	3.4.1.2
Descripción	Estimar ingresos de turistas al país
Actividad predecesora	3.4.1.1
Actividad sucesora	3.4.1.3
Relación de dependencia	discrecional
Adelanto o retraso	Comenzar cuando 3.4.1.1 tiene 50% de avance
Requisito de recursos	1 licenciado en comercialización y 1 notebook
Fechas impuestas	No finalizar después del 15-08-2011
Restricciones	Presupuesto máximo de 50 horas
Supuestos	Se accede a base de datos del gobierno
Persona responsable	Juana
Lugar de realización	Oficina de +C
Nivel de esfuerzo	Discreto / prorrateado



## Secuenciar las Actividades

Consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.

Las actividades deben estar secuenciadas mediante relaciones lógicas. Cada actividad e hito (con excepción del primero y el último) deben tener al menos un predecesor y un sucesor. Si es necesario, se pueden aplicar adelantos y retrasos, para respaldar el desarrollo posterior de un cronograma del proyecto realista y factible.

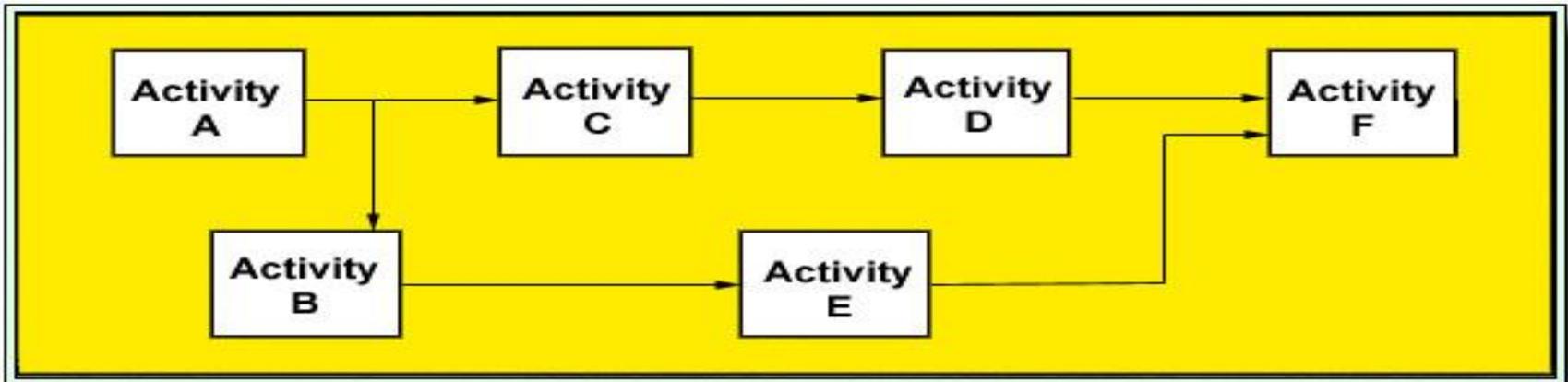




## Método de Diagramación por Precedencia (PDM)

También denominado Actividad en el Nodo (Activity On Node, AON). Crea un diagrama de red del cronograma del proyecto que utiliza casillas o rectángulos, denominados nodos, para representar actividades, que se conectan con flechas que muestran las dependencias.

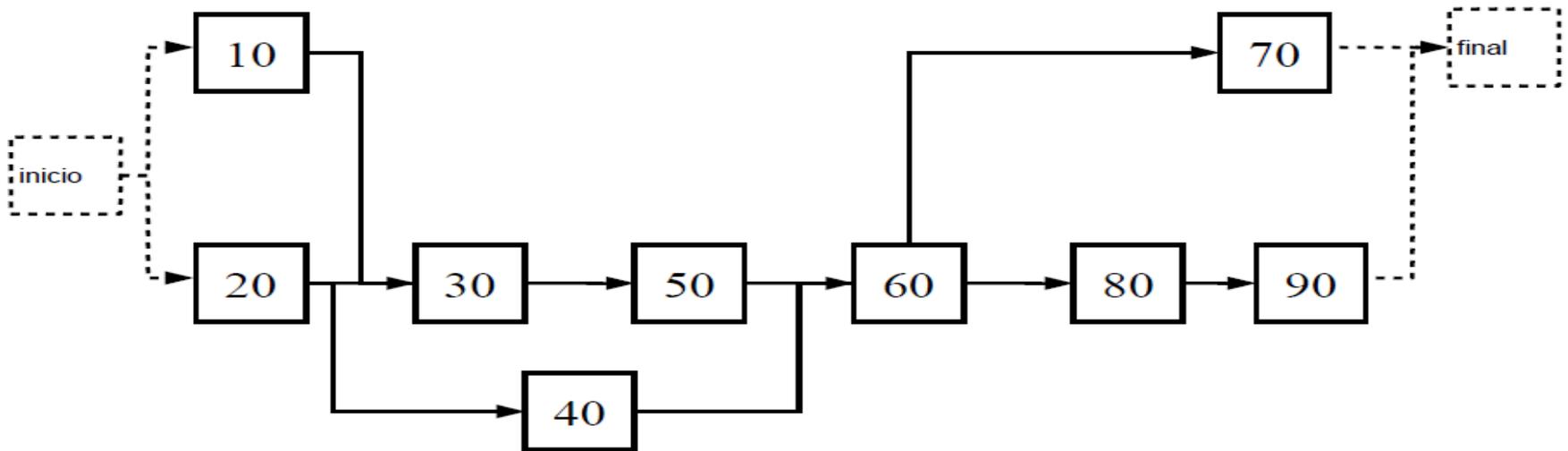
Utilizado por la mayoría de los paquetes de software de gestión de proyectos.





## Método de Diagramación por Precedencia (PDM)

### Inicio y final

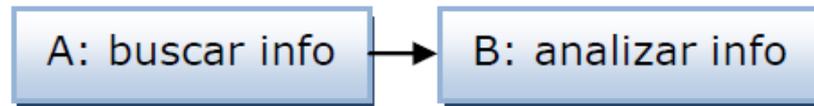


NOTA: se recomienda que cada proyecto tenga sólo un inicio y un final, la primera actividad milestone(hito) inicio y la última actividad milestone.

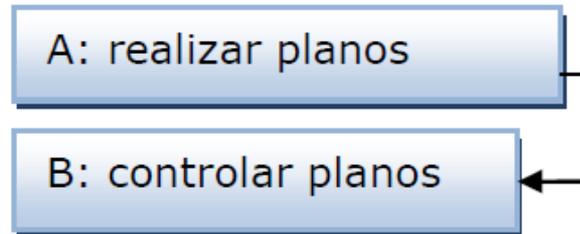


## Tipos de Dependencias

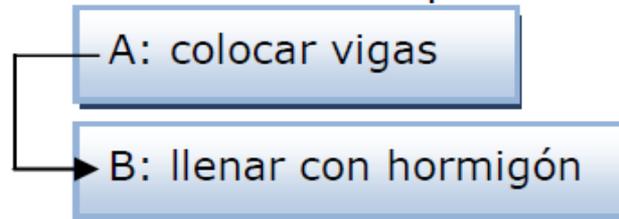
- Final a inicio: B comienza cuando A termina



- Final a final: B no puede finalizar hasta que A finalice



- Inicio a inicio: B no puede comenzar hasta que A comience



- Inicio a fin: B no puede finalizar hasta que comience A (no en uso).



## Determinación de Dependencias

- **Secuencias obligatorias:** no puedo colocar los pisos hasta que no termine de fraguar el hormigón

#1: Fragar hormigón



#2: Colocar pisos

- **Secuencias discrecionales (o elegidas):** puedo realizar el estudio de viabilidad legal antes que el estudio de viabilidad económica, pero podría ser al revés.

#1: Viabilidad legal



#2: Viabilidad económica

- **Secuencias externas:** hasta que no apruebe el permiso la municipalidad, no podemos instalar el gas.

#1: Permiso aprobado

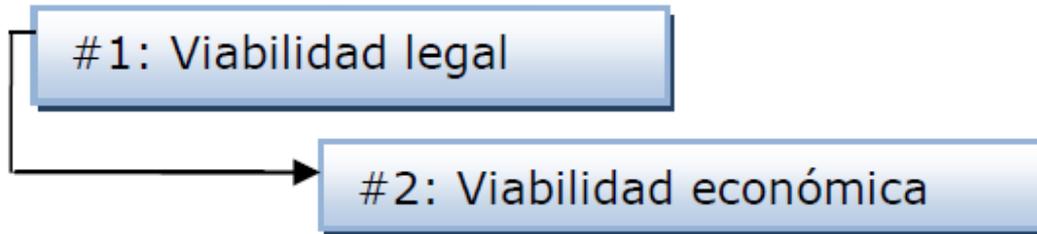


#2: Instalar gas

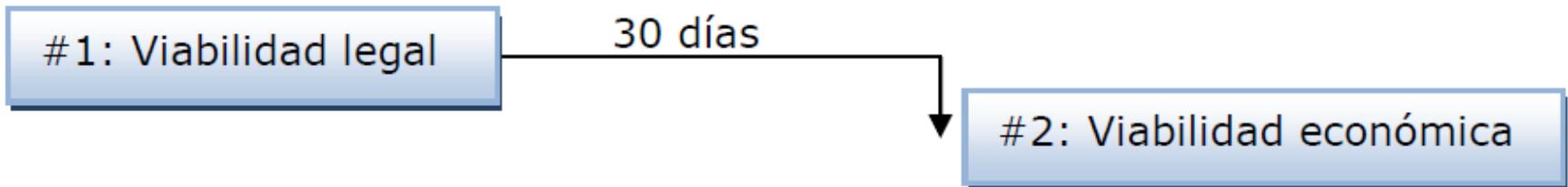


## Aplicación de Adelantos y Retrasos

- **Adelanto:** la “viabilidad económica” puede comenzar cuando la “viabilidad legal” tenga un avance del 50%.



- **Retraso:** la “viabilidad económica” debe comenzar a los 30 días de finalizada la “viabilidad legal”





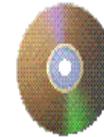
## Estimar los Recursos de las Actividades

Consiste en estimar el tipo y las cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad.

Está estrechamente coordinado con el proceso Estimar los Costos.



Bases de datos



Audiovisuales



Recursos Profesionales



i pod



Libros



RECURSOS



Big Books



Audiolibros



Página web



Láminas



Mapas



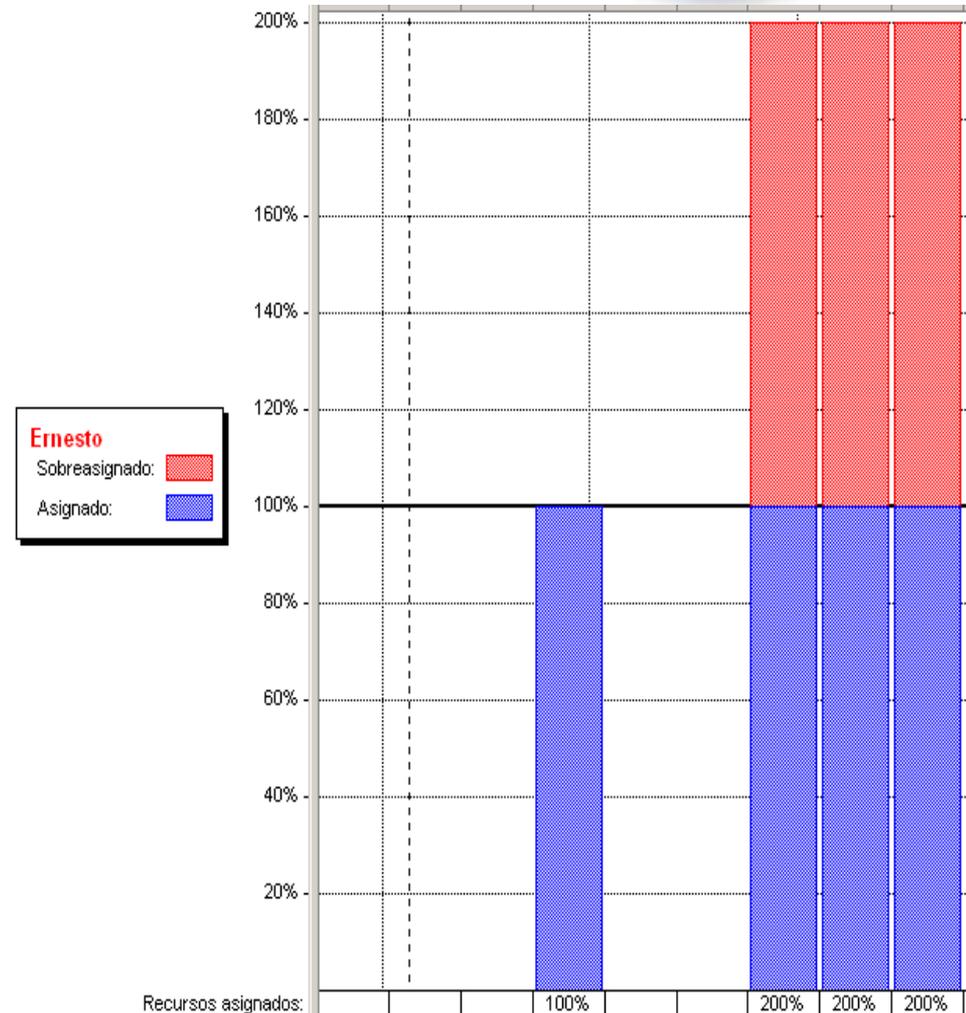
## Calendario de Recursos

Utiliza la información sobre los recursos (humanos, equipo, materiales, etc.) que se dispone durante los procesos de planificación.

Especifica a partir de qué momento y durante qué período de tiempo deberán estar disponibles determinados recursos.

En el caso de los recursos humanos, considera la disponibilidad, las capacidades y las habilidades de los mismos, así como si laboran en lugar de la organización en donde actualmente laborar (ubicación geográfica).

## Vista de Microsoft Project





## Análisis de Alternativas

Muchas actividades del cronograma tienen varias formas de completarse. Incluye considerar los distintos niveles de capacidad o habilidades de los recursos, diferente tamaño o tipo de máquinas, diferentes herramientas (manuales frente a automatizadas) y la Salida del Proceso Planificar las Adquisiciones llamado Decisiones de Fabricación Propia o Compra.



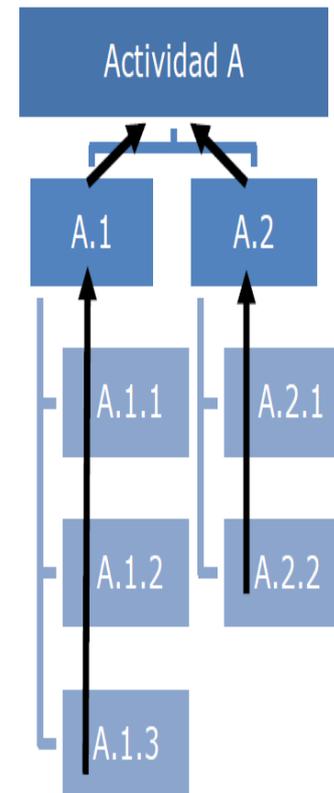


## Estimación Ascendente

Cuando no se puede estimar una actividad del cronograma con un grado razonable de confianza, el trabajo que aparece dentro de la actividad del cronograma se descompone con más detalle.

Se estiman las necesidades de recursos de cada una de las partes inferiores y más detalladas del trabajo, y estas estimaciones se suman luego en una cantidad total para cada uno de los recursos de la actividad del cronograma.

### *Estimación ascendente de recursos*





## Requisitos de los Recursos

Identificación y descripción de los tipos y las cantidades de recursos necesarios para cada actividad del cronograma de un paquete de trabajo.

Estos requisitos pueden sumarse para determinar los recursos estimados para cada paquete de trabajo. Se incluye en la documentación, tipos de recursos utilizados y por qué, su cantidad y su disponibilidad, entre otros aspectos.

Partida	1.02	TRAZO Y REPLANTEO			Costo unitario direc
		Rendimiento	3.000 km/DIA	H.H.	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	
	<b>Mano de Obra</b>				
470032	TOPOGRAFO	hh	1.00	8.0000	
470104	PEON	hh	3.00	24.0000	
	<b>Materiales</b>				
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2000	
510157	ACERO	kg		8.0000	
541111	PINTURA ESMALTE BLANCO	gl		0.2000	
	<b>Equipos</b>				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	
498803	TEODOLITO	hm	1.00	8.0000	
498818	NIVEL	he	1.00	8.0000	

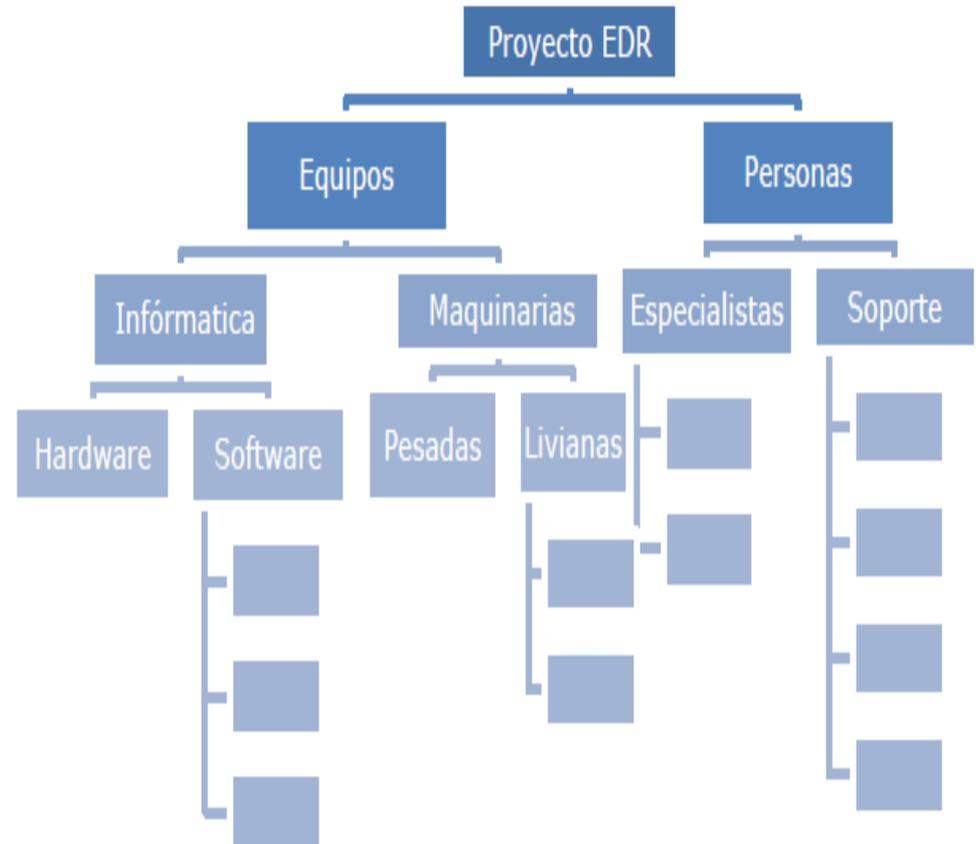


## Estructura de Desglose de los Recursos (RBS)

Estructura jerárquica de los recursos identificados por categoría y tipo de recurso.

Ejemplos de categoría de recurso pueden ser: mano de obra, materiales, equipo y suministros.

Ejemplos de tipo de recurso pueden ser: nivel de habilidad, grado académico, experiencia, etc.

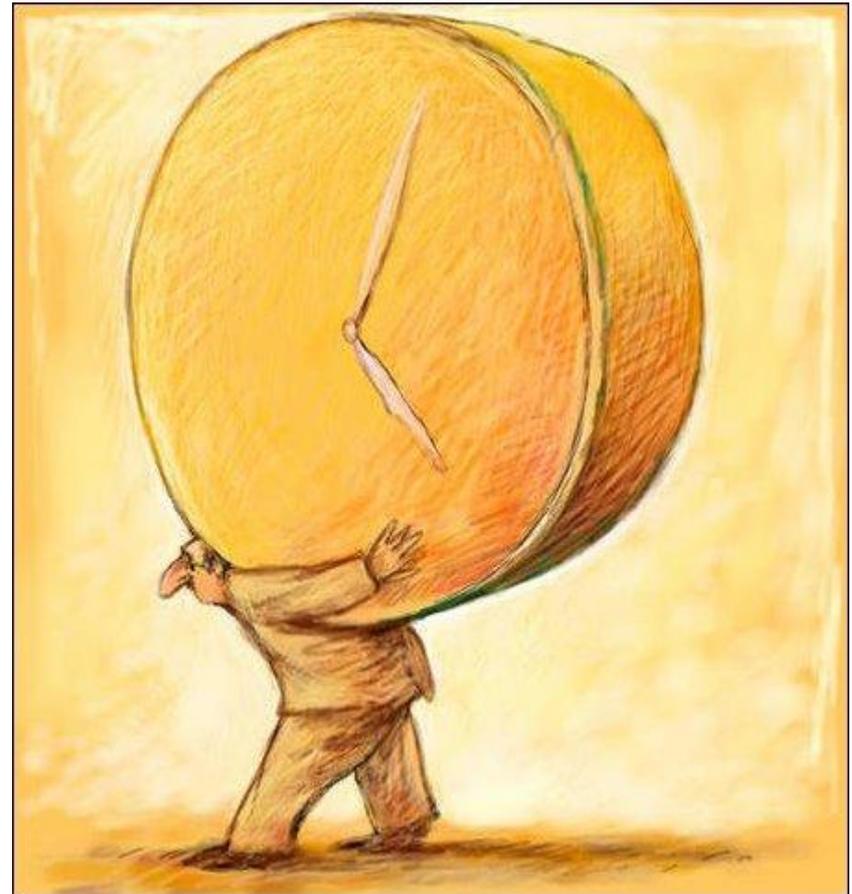




## Estimar las Duraciones de las Actividades

Consiste en establecer aproximadamente la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados.

Implica asumir riesgos por la **incertidumbre** de lo que realmente vaya a durar la ejecución de las actividades.



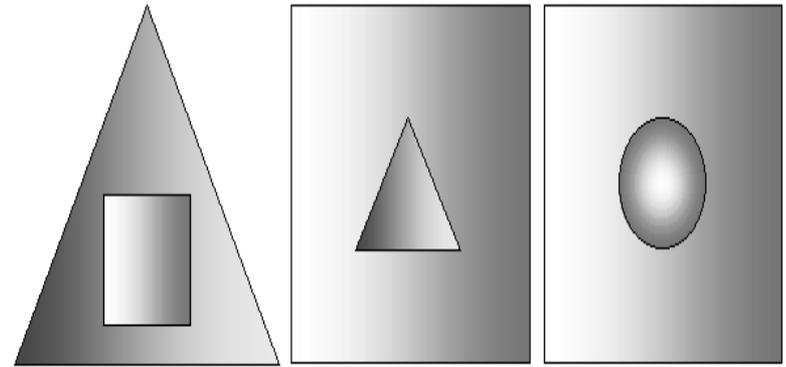


## Estimación por Analogía

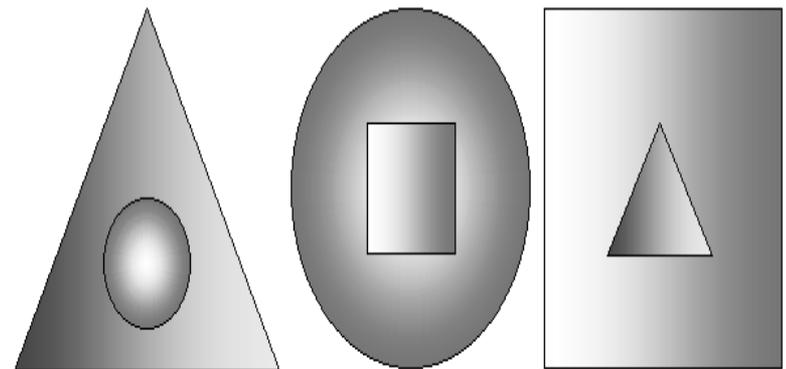
Utiliza parámetros como duración, presupuesto, tamaño, peso y complejidad de proyectos previos y similares, para las bases de estimación del mismo parámetro medible para una actividad que se pretende planificar. No es una estimación fina aunque es más barata y más rápida que otras técnicas.

Utiliza la información histórica.

Si en la instalación de tanques sépticos prefabricados en casas de habitación la empresa ha durado dos días por casa con una cuadrilla completa, en el proyecto que se avecina de también una casa de habitación, es probable que se dure igualmente dos días en su instalación.



A es a B como C es a..



1 2 3



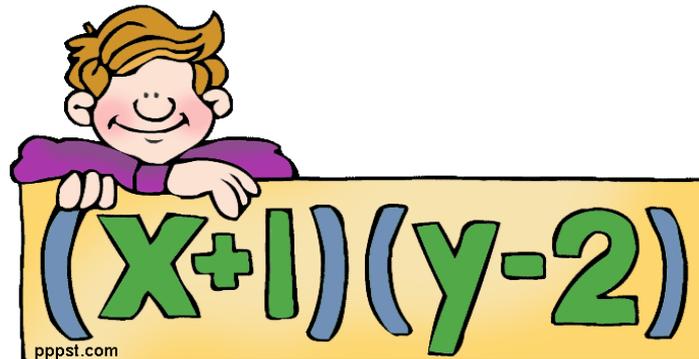
## Estimación Paramétrica

Utiliza una relación estadística entre la información histórica y otras variables para calcular un estimado que responde a parámetros de actividades como costo, presupuesto y duraciones.

Por ejemplo, en proyectos anteriores, para que técnico eléctrico pueda instalar 1000 metros lineales de cable en un edificio de condominios, necesita de 40 horas en promedio. Es decir, es posible obtener una razón de productividad de 25 ml/h (25 metros lineales de cable instalado por hora de trabajo, que resulta de dividir 1000 ml/ 40 h).

Por lo tanto, para un proyecto similar que actualmente se planifica, se necesita determinar la cantidad de horas que requiere un técnico para instalar 2100 metros lineales de cable, por lo que por una relación de tres, se obtendrían 84 h.

Es más preciso que la estimación por analogía.





## Estimación por Tres Valores, PERT

Expected  
Activity  
Duration

$$\frac{(P+4M+O)}{6}$$

Activity  
Standard  
Deviation

$$\frac{P-O}{6}$$

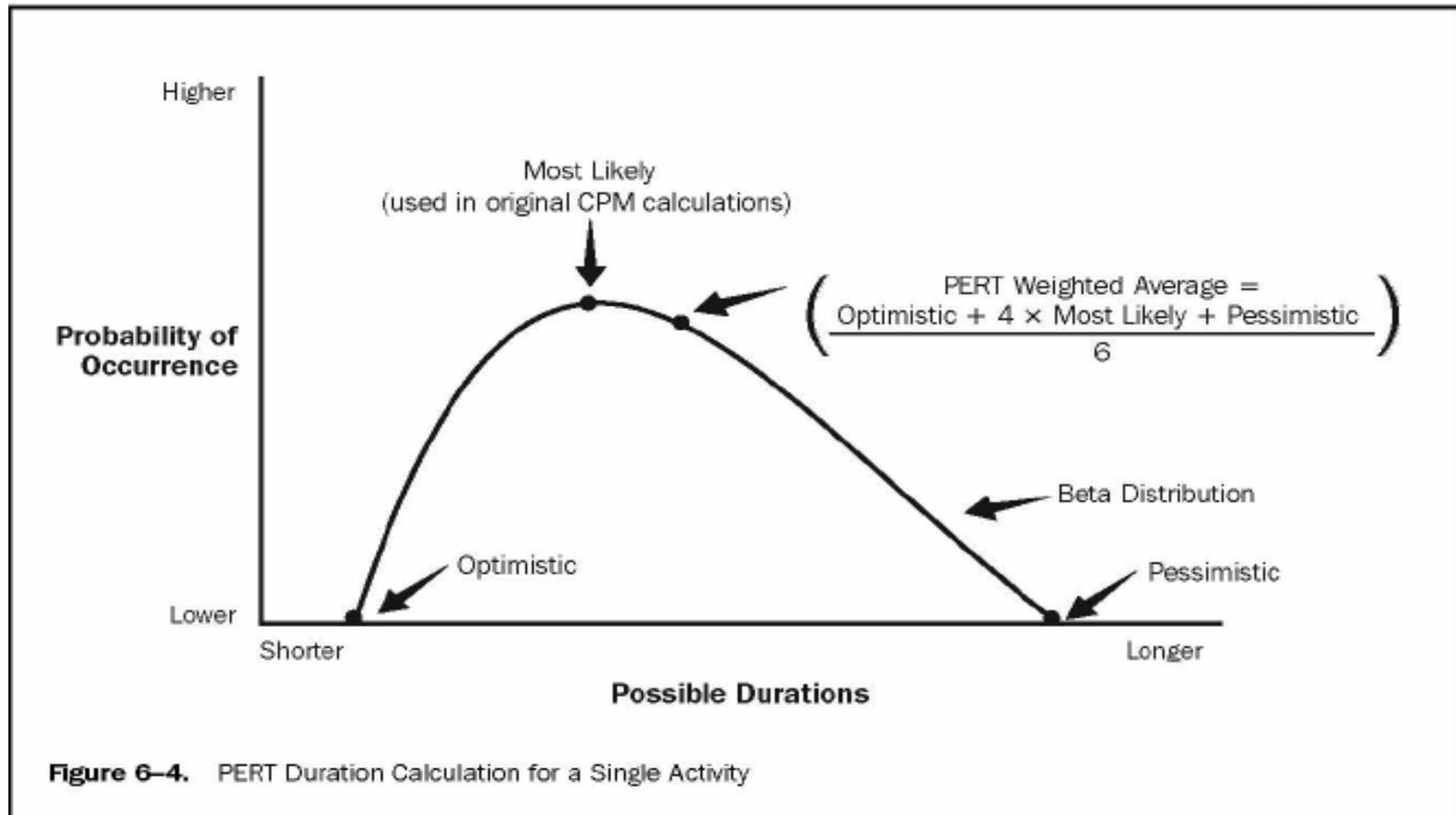
Activity  
Variance

$$\left[ \frac{P-O^2}{6} \right]$$

Legend: P = Pessimistic, M = Most Likely, O = Optimistic



## Estimación por Tres Valores, PERT





## Estimación por Tres Valores, PERT

$$\text{Actividad A} \quad t_e = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4 \text{ días}$$

$$\text{Actividad B} \quad t_e = \frac{5 + 4(13) + 15}{6} = 12 \text{ días}$$

$$\text{Actividad C} \quad t_e = \frac{13 + 4(18) + 35}{6} = 20 \text{ días}$$

Total = 36 días

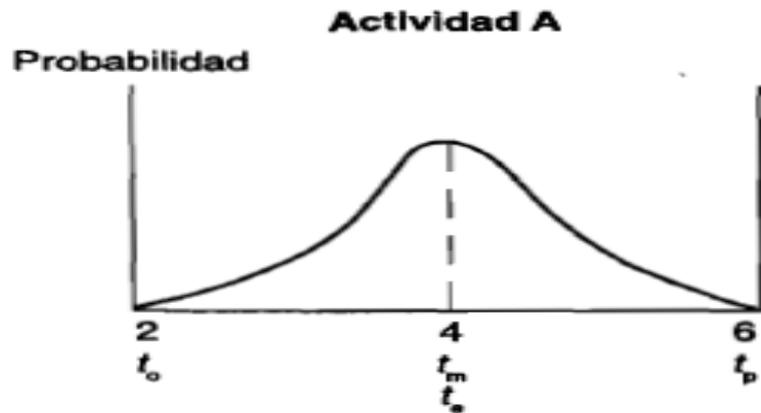
Si se suman las tres distribuciones, se obtiene una media total, o sea la  $t_e$  total:

Actividad	$t_o$	$t_m$	$t_p$
A	2	4	6
B	5	13	15
C	13	18	35
Total	20	35	56

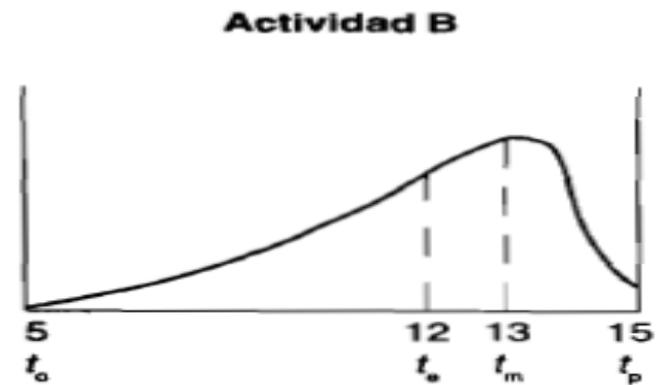
$$\text{Total } t_e = \frac{20 + 4(35) + 56}{6} = 36 \text{ días}$$



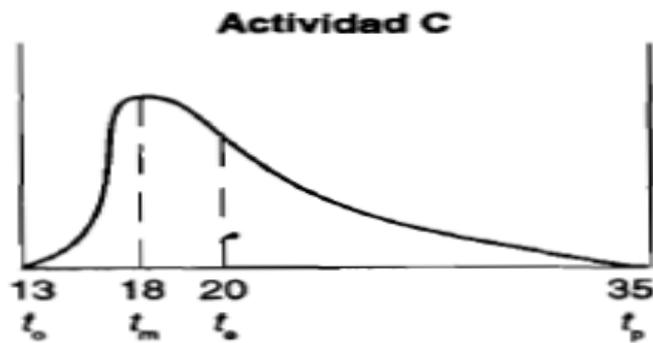
## Estimación por Tres Valores, PERT



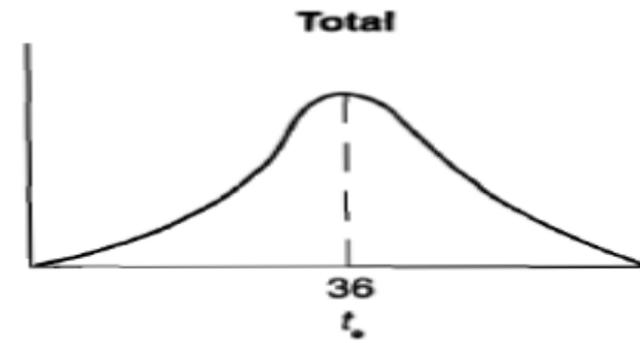
(a)



(b)



(c)



(d)



## Estimación por Tres Valores, PERT

$$\text{Actividad A} \quad \sigma^2 = \left( \frac{6 - 2}{6} \right)^2 = 0.444$$

$$\text{Actividad B} \quad \sigma^2 = \left( \frac{15 - 5}{6} \right)^2 = 2.778$$

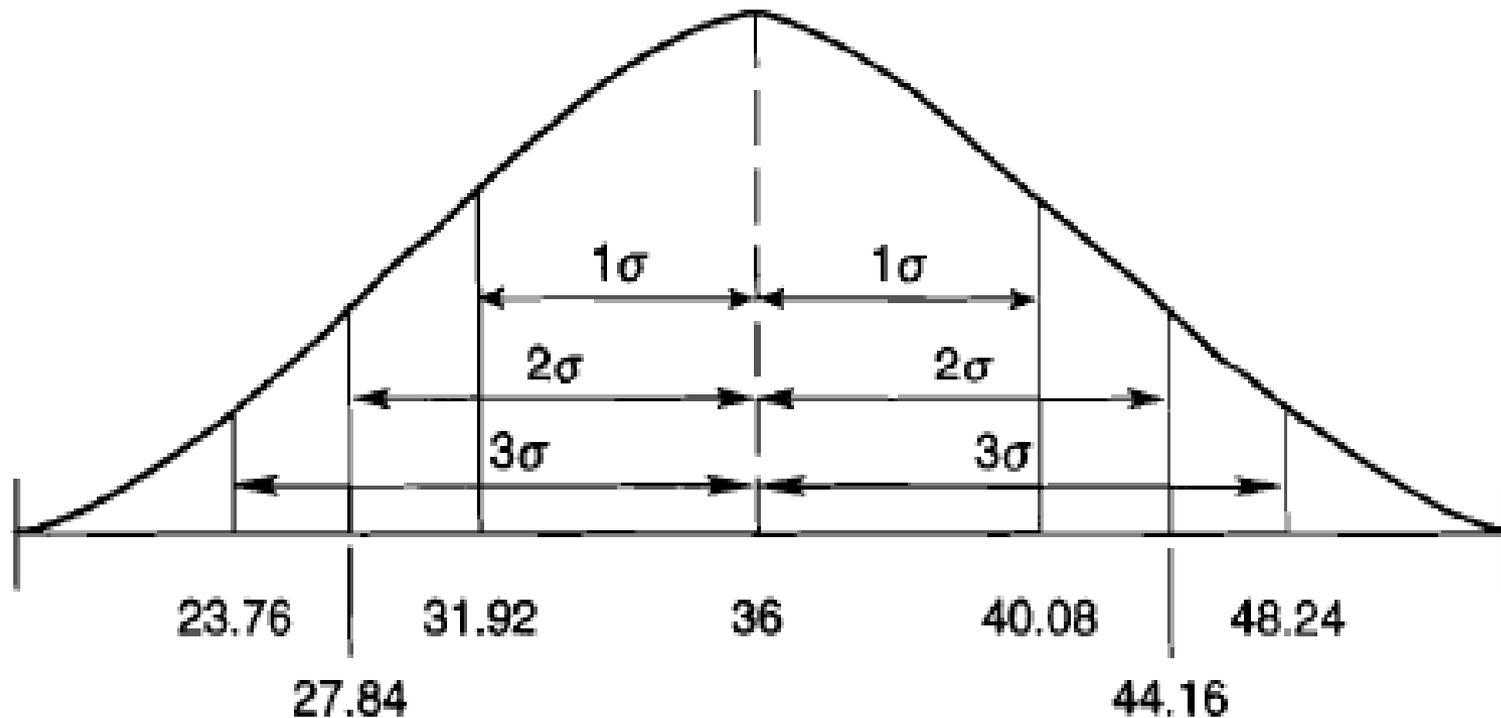
$$\text{Actividad C} \quad \sigma^2 = \left( \frac{35 - 13}{6} \right)^2 = 13.444$$

$$\text{Total} = 16.666$$

$$\text{Desviación estándar} = \sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{16.666} = 4.08 \text{ días}$$



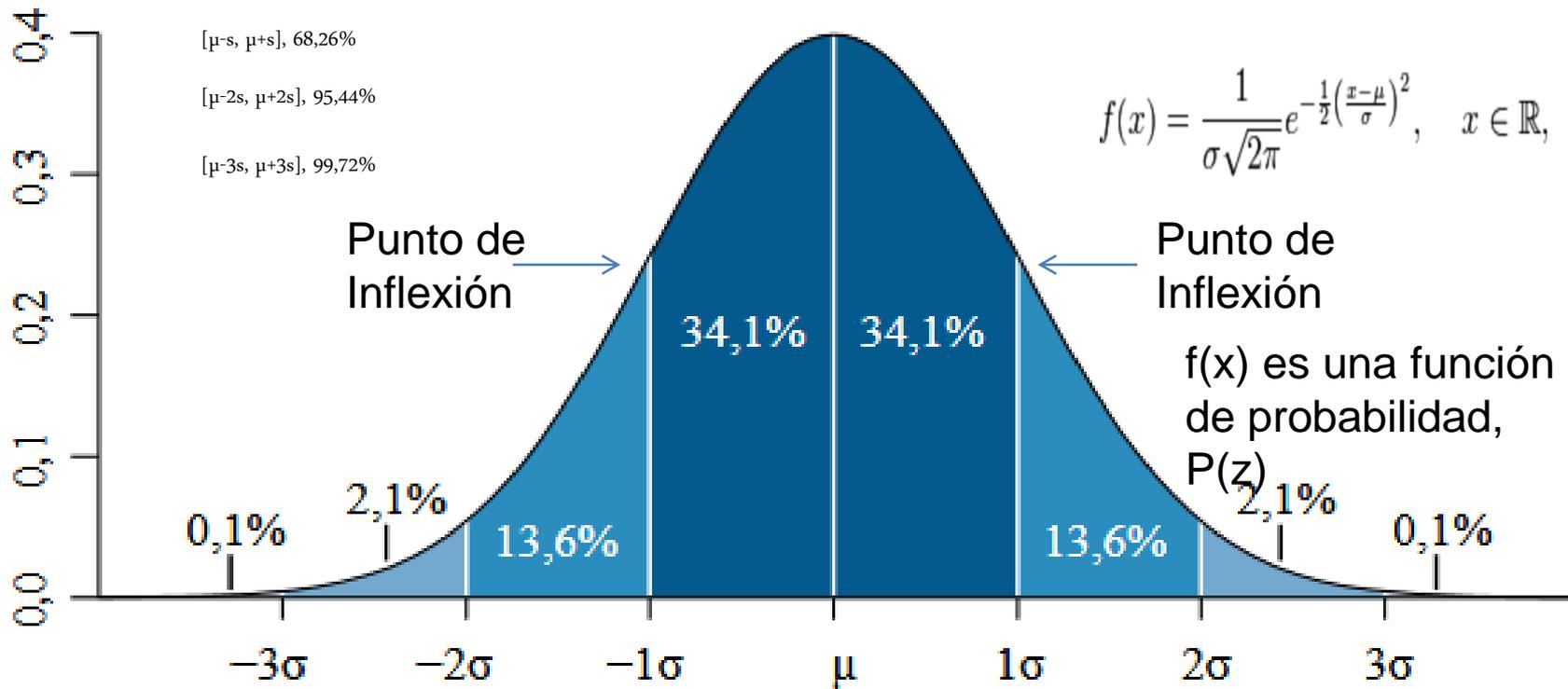
## Estimación por Tres Valores, PERT



La figura 10.28 es una curva normal, por lo que el 68% de su área total está contenida dentro de  $\pm 1\sigma$  (desviación estándar) de  $t_e$ , o entre 31.92 y 40.08 días; el 95% de su área está entre 27.84 y 44.16 días, y el 99% de su área está entre 23.76 y 48.24 días. Esta distribución de probabilidad se puede interpretar en la forma



## Estimación por Tres Valores, PERT





## Análisis de Reserva

Los equipos del proyecto pueden decidir agregar tiempo adicional, denominado también reservas de tiempo o de colchón, al cronograma del proyecto, en reconocimiento al riesgo del cronograma.

La reserva para contingencias puede ser un porcentaje de la duración estimada de la actividad, una cantidad fija de períodos laborables, o puede desarrollarse mediante el métodos de análisis cuantitativo.

Puede utilizarse de forma total o parcial, o reducirse o eliminarse con posterioridad, a medida que se dispone de información más precisa sobre el proyecto.



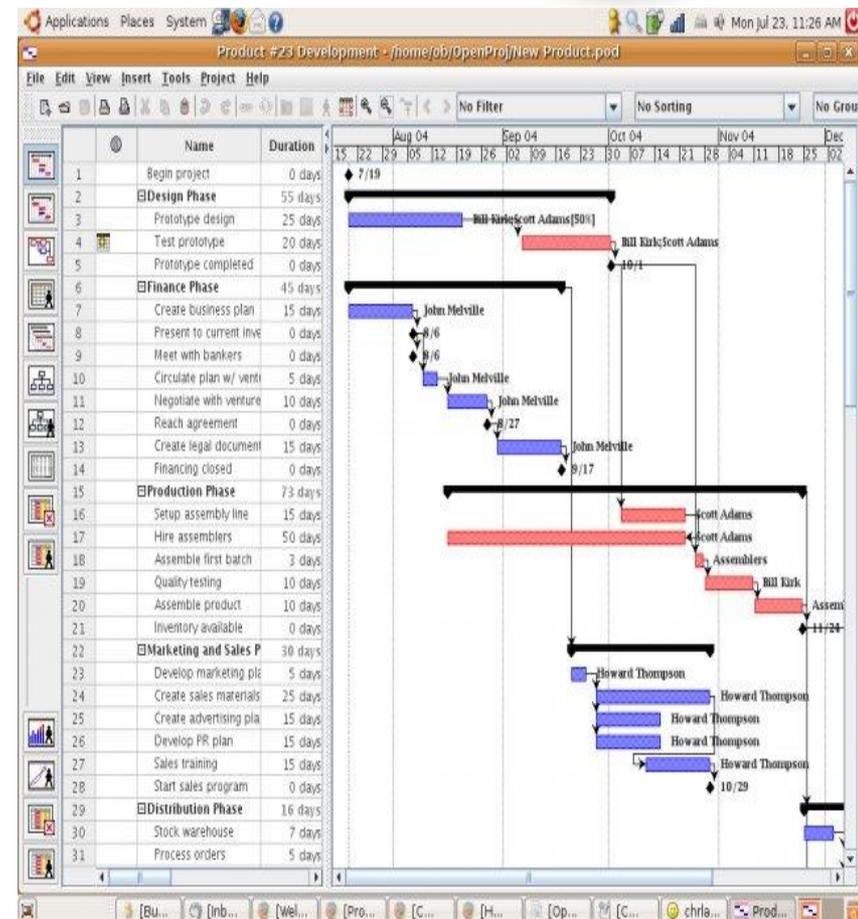


## Desarrollar el Cronograma

Consiste en analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de los recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.

El desarrollo del cronograma es un proceso iterativo de planificación, ejecución y control y seguimiento.

El desarrollo del cronograma exige que se revisen y se corrijan las estimaciones de duración y las estimaciones de los recursos hasta crear un cronograma del proyecto aprobado que pueda servir como línea base con respecto a la cual poder medir el avance.





## Método de la Ruta Crítica

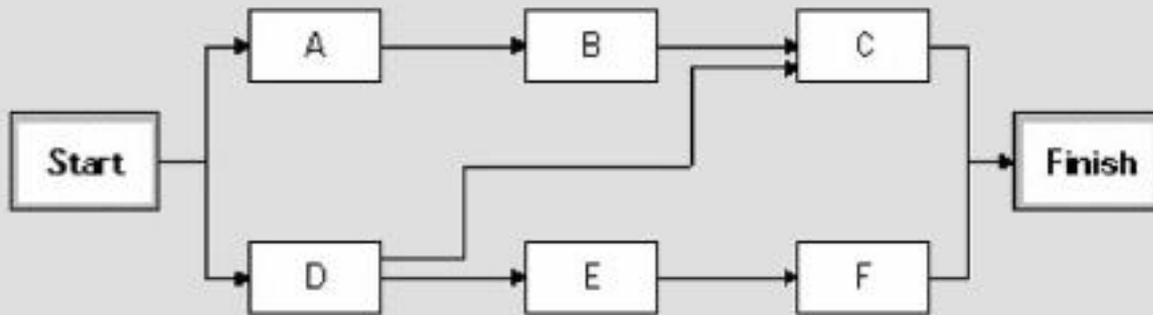
Calcula las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías teóricas para todas las actividades del cronograma, sin considerar las limitaciones de recursos, realizando un análisis de recorrido hacia adelante y un análisis de recorrido hacia atrás a través de los caminos de red del cronograma del proyecto.

Las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías resultantes no son necesariamente el cronograma del proyecto; en cambio, indican los períodos dentro de los cuales debería programarse la actividad del cronograma, dadas las duraciones de las actividades, las relaciones lógicas, los adelantos, los retrasos y otras restricciones conocidas.



## Método de la Ruta Crítica

Figure 6-2. Network Logic Diagram Drawn Using the Precedence Diagramming Method

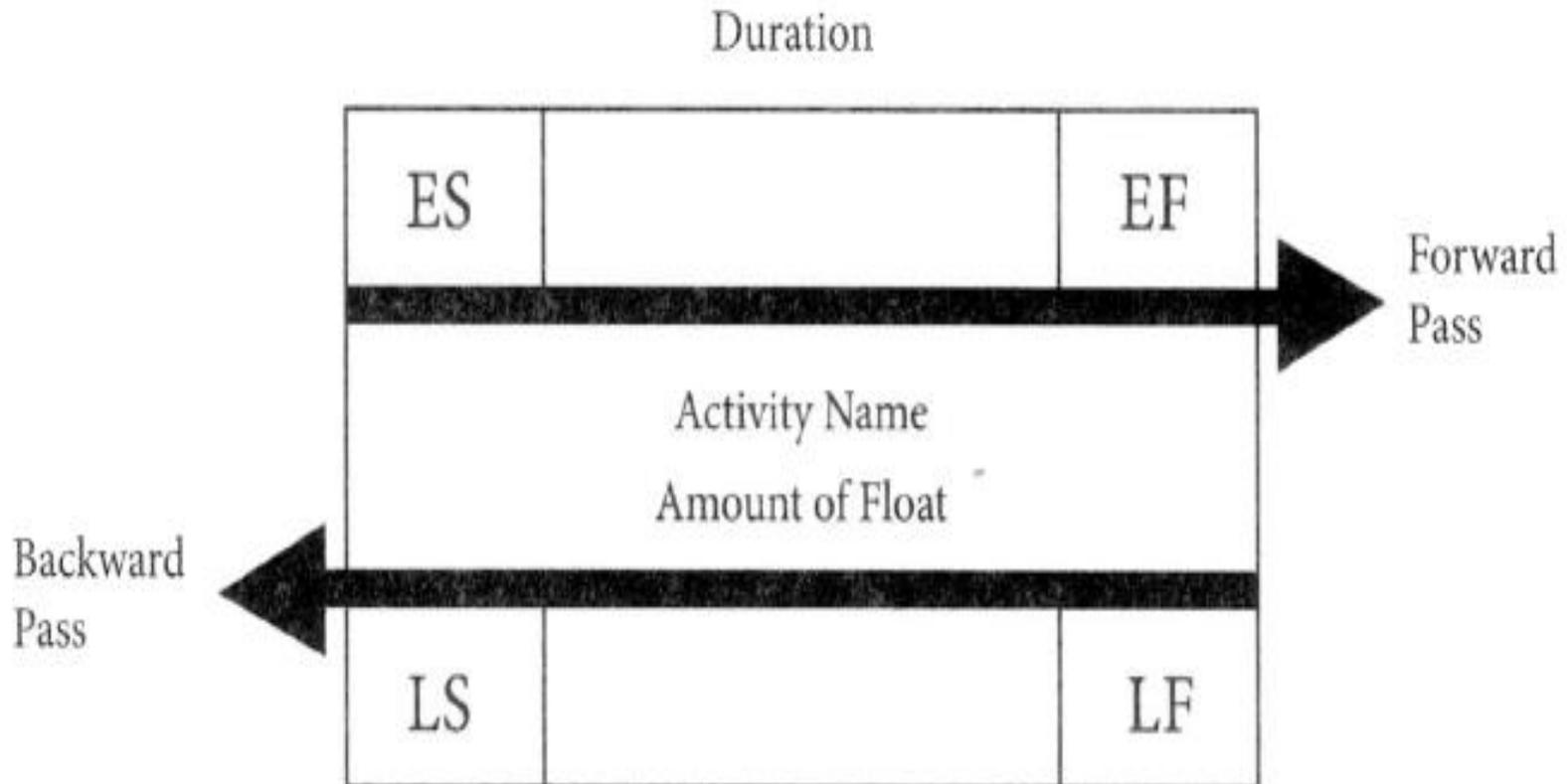


**PDM**





## Método de la Ruta Crítica





# Holgura Libre

- Es la cantidad de tiempo que una actividad del cronograma puede ser retrasada sin retrasar la fecha de inicio temprano de cualquier actividad sucesora en el cronograma.

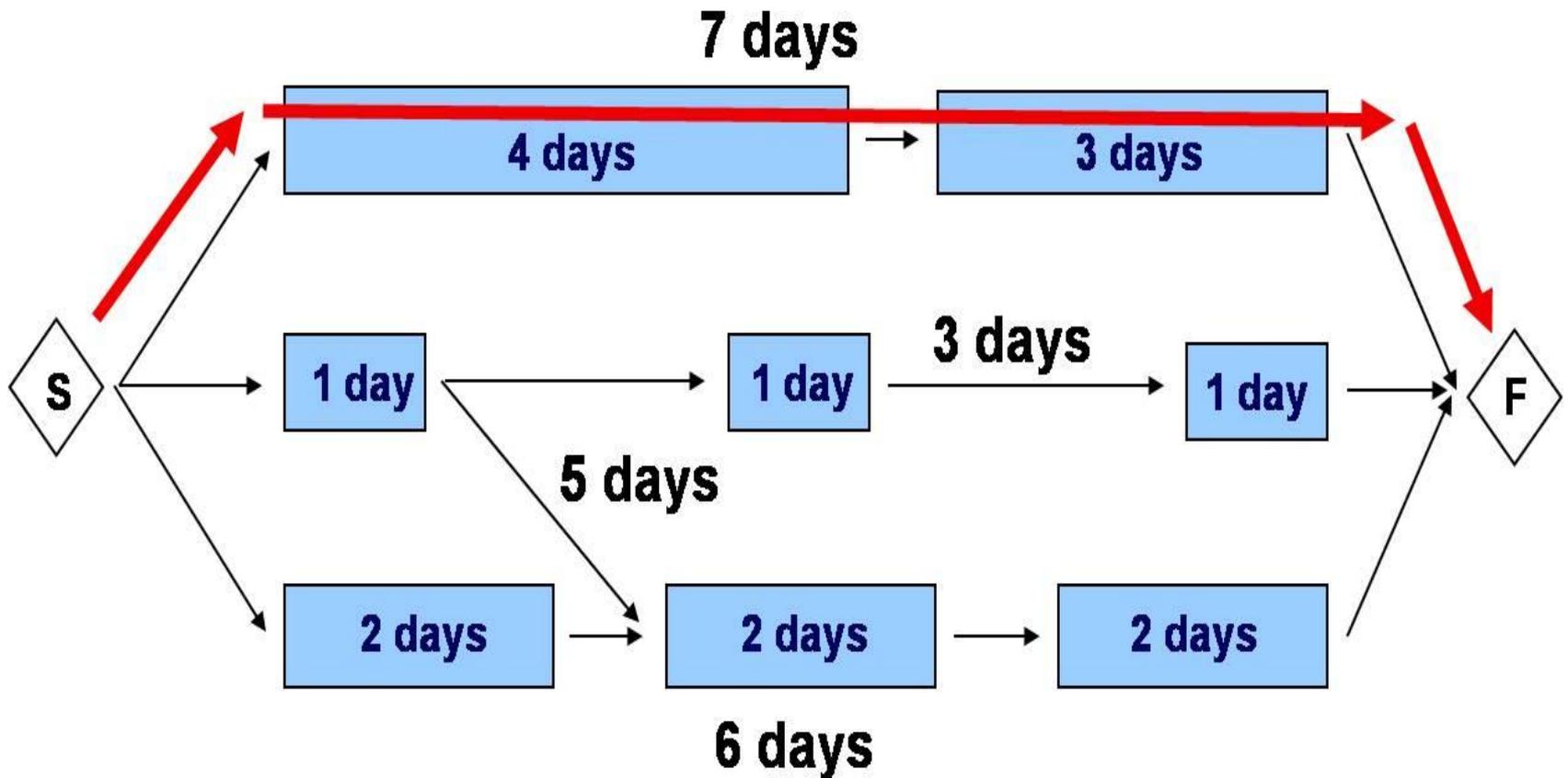


# Holgura Total

- Es la cantidad total de tiempo que una actividad del cronograma puede retrasarse de su fecha de inicio temprano sin retrasar la fecha de finalización del proyecto, o violar una restricción del cronograma.



## Método de la Ruta Crítica





## Método de la Cadena Crítica

Inicialmente, el diagrama de red del cronograma del proyecto se construye usando estimaciones no conservadoras para las duraciones de las actividades dentro del modelo de cronograma, con las dependencias necesarias y restricciones definidas como entradas.

Luego se calcula el camino crítico.

Después de identificar el camino crítico, se introduce la disponibilidad de recursos y se determina el cronograma limitado por los recursos resultante.

El cronograma resultante, en general, tiene un camino crítico alterado.

El método de cadena crítica agrega colchones de duración que son actividades del cronograma no laborables, para mantener el enfoque en las duraciones de las actividades planificadas.

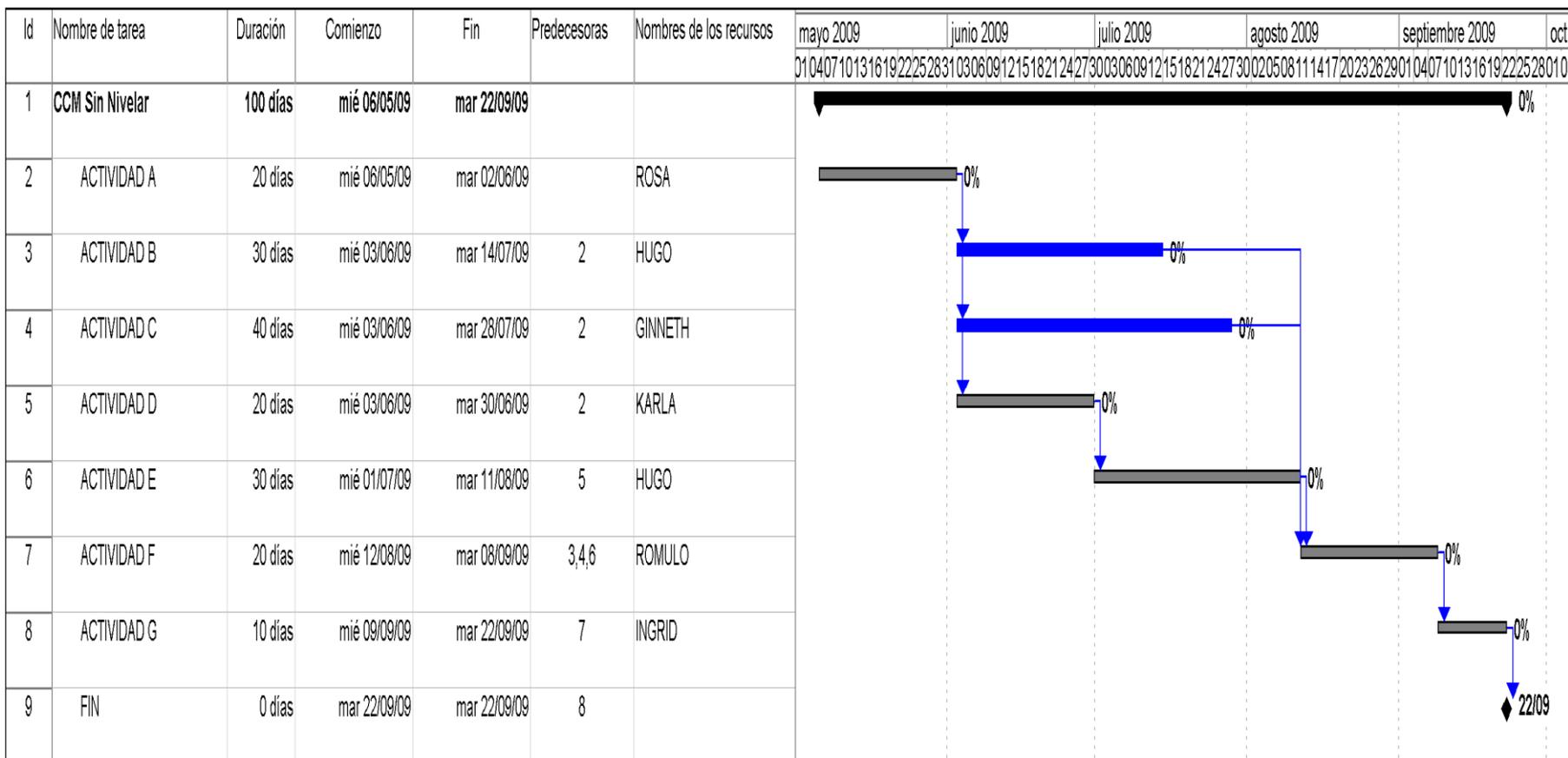
Una vez que se determinan las actividades colchón del cronograma, las actividades planificadas se programan para las fechas de inicio y finalización planificadas más tardías posibles.

En consecuencia, en lugar de gestionar la holgura total de los caminos de red, el **método de cadena crítica se centra en gestionar las duraciones de las actividades colchón y los recursos aplicados a actividades del cronograma planificadas.**



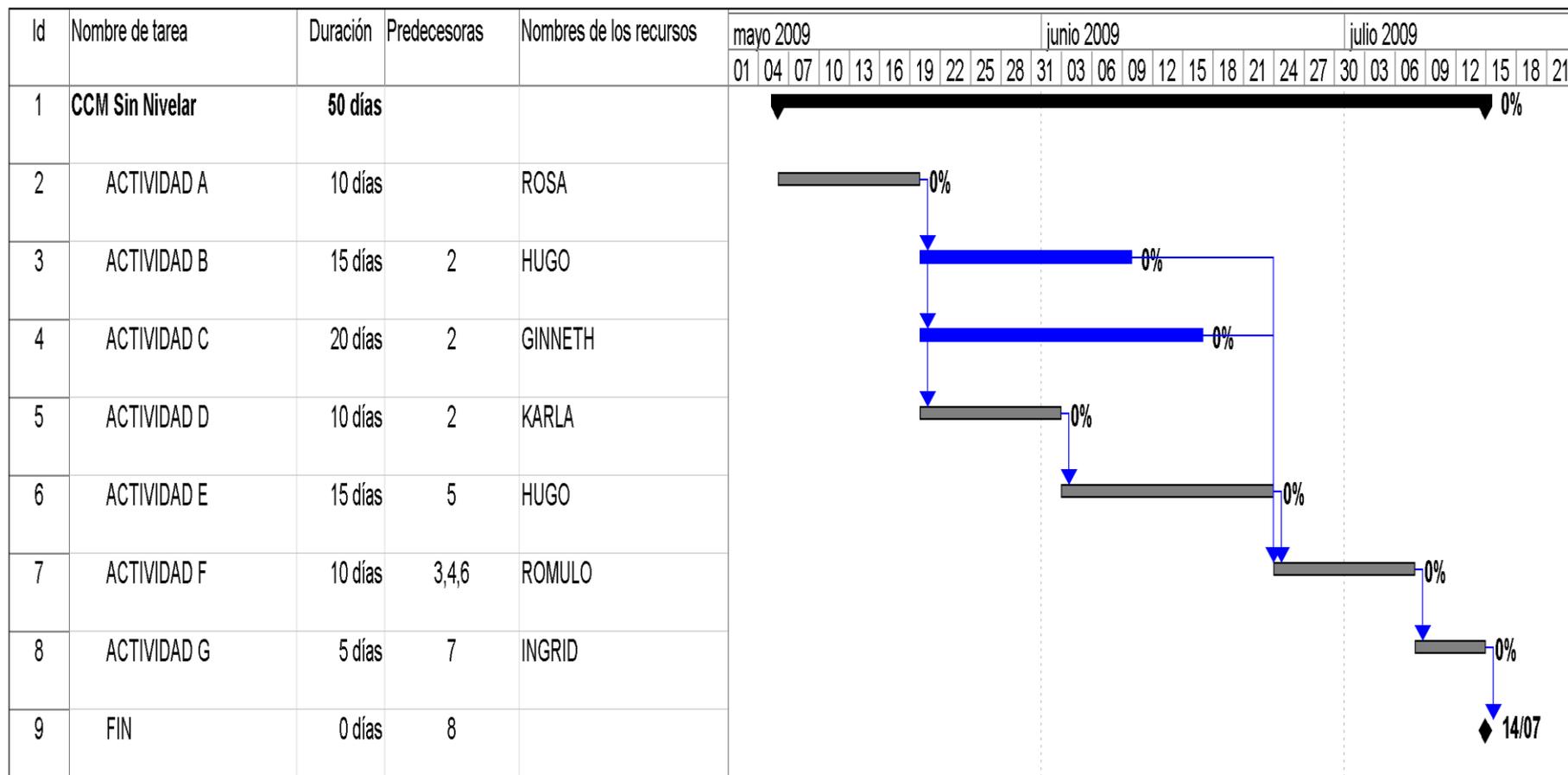
# Método de la Cadena Crítica

## Sin Recursos Nivelados Tiempos Originales



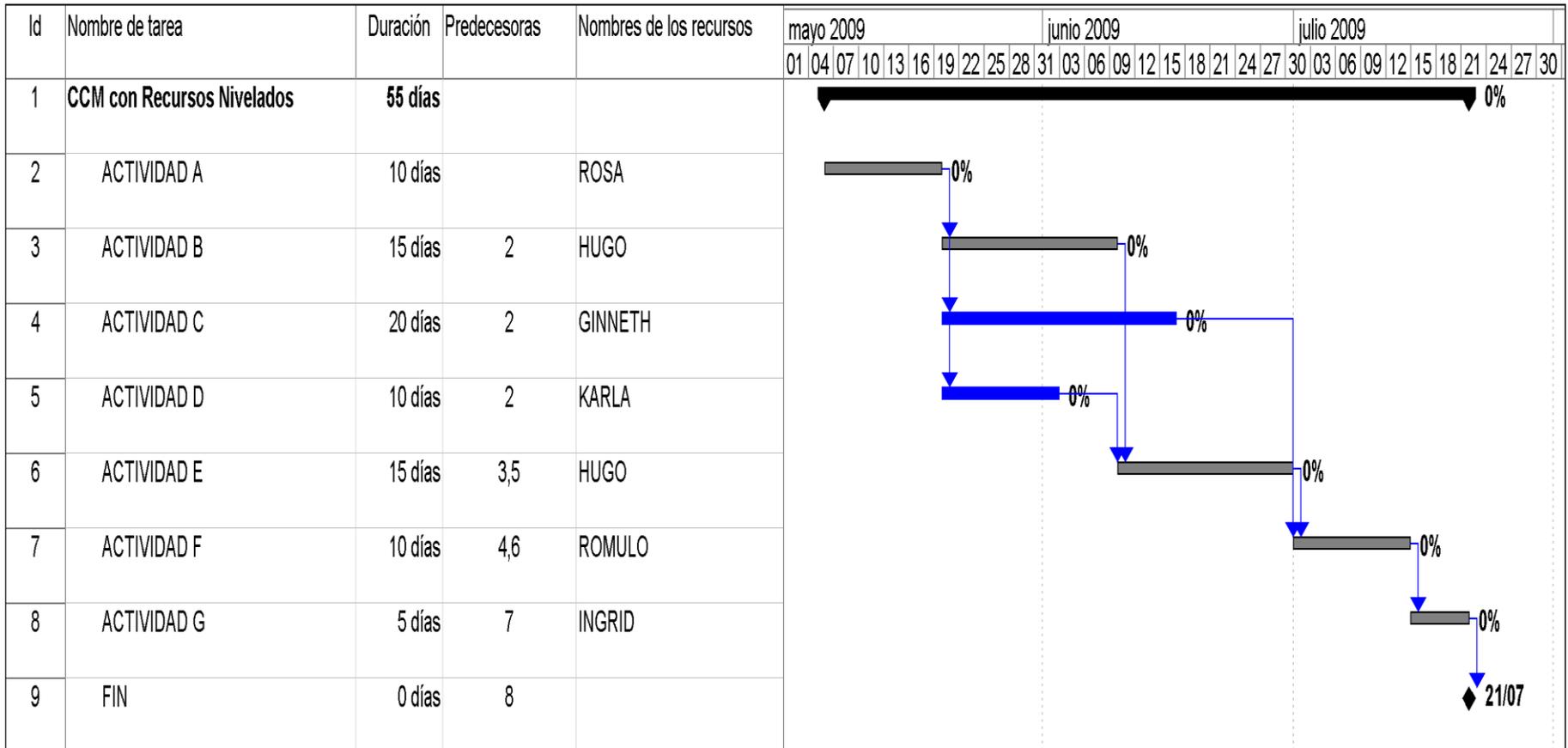


## Método de la Cadena Crítica Sin Recursos Nivelados Tiempos Reducidos



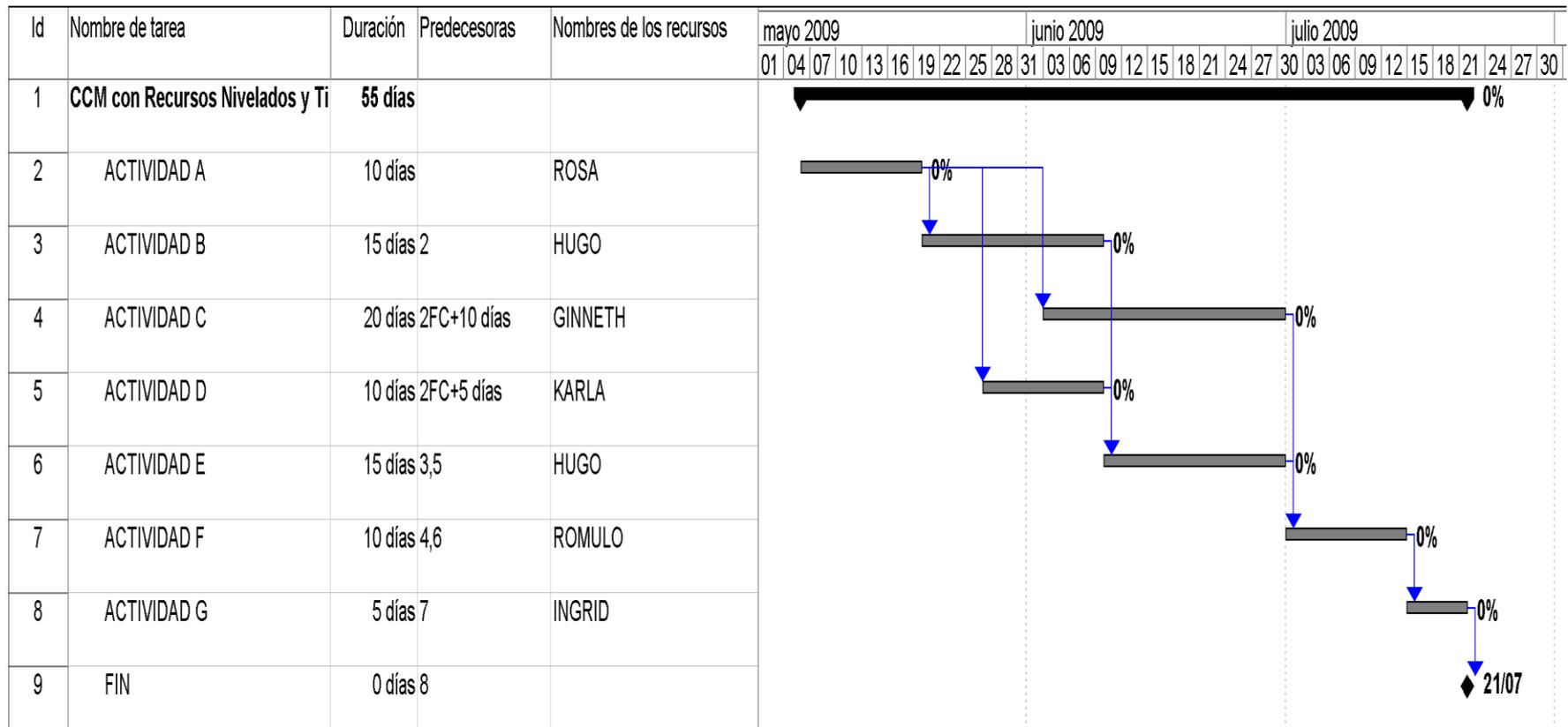


## Método de la Cadena Crítica Con Recursos Nivelados Tiempos Reducidos





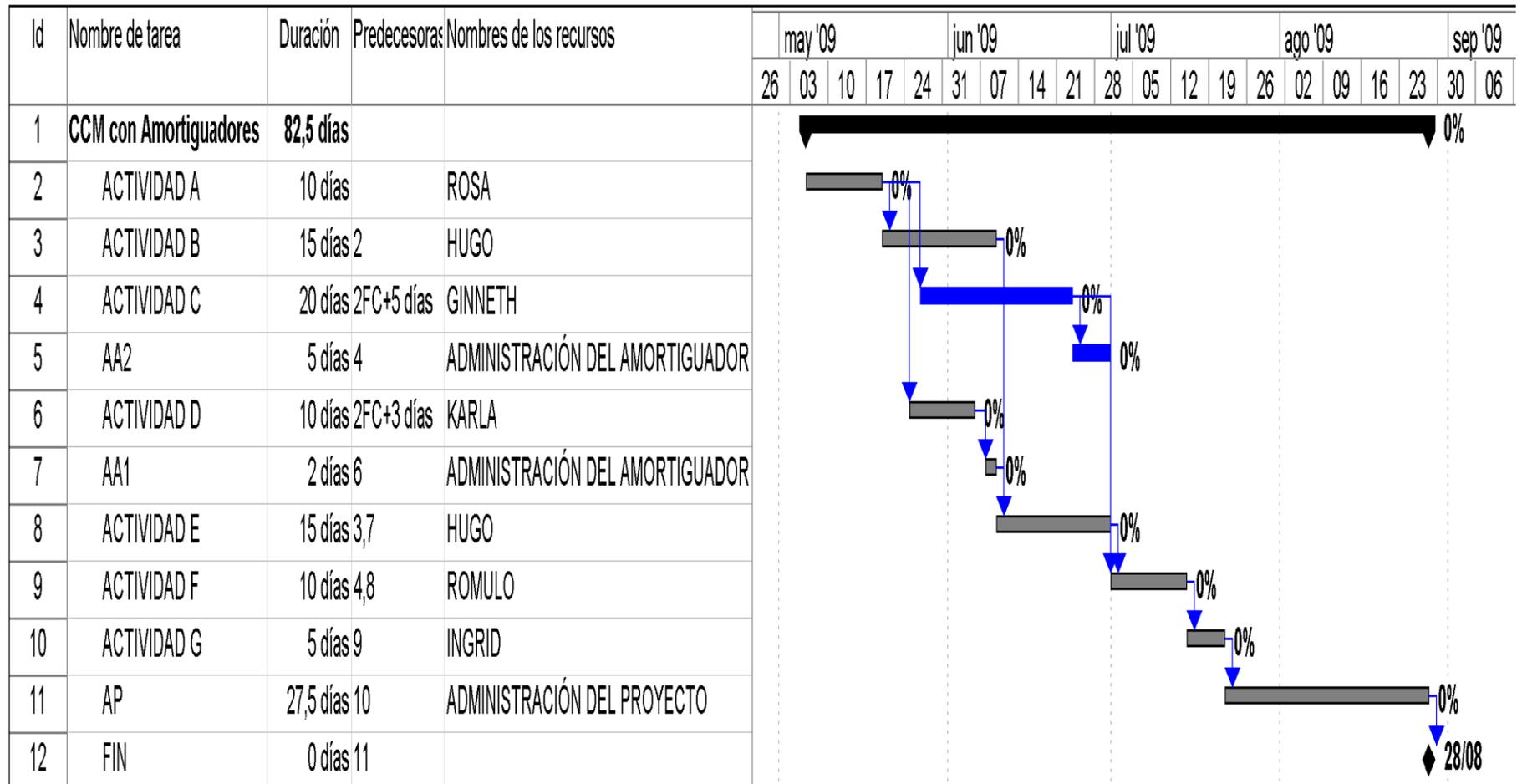
# Método de la Cadena Crítica Con Recursos Nivelados, Tiempos Reducidos y Finalizaciones Más Tardías





# Método de la Cadena Crítica

Con Recursos Nivelados, Tiempos Reducidos, Finalizaciones Más Tardías y Amortiguadores





## Nivelación de Recursos

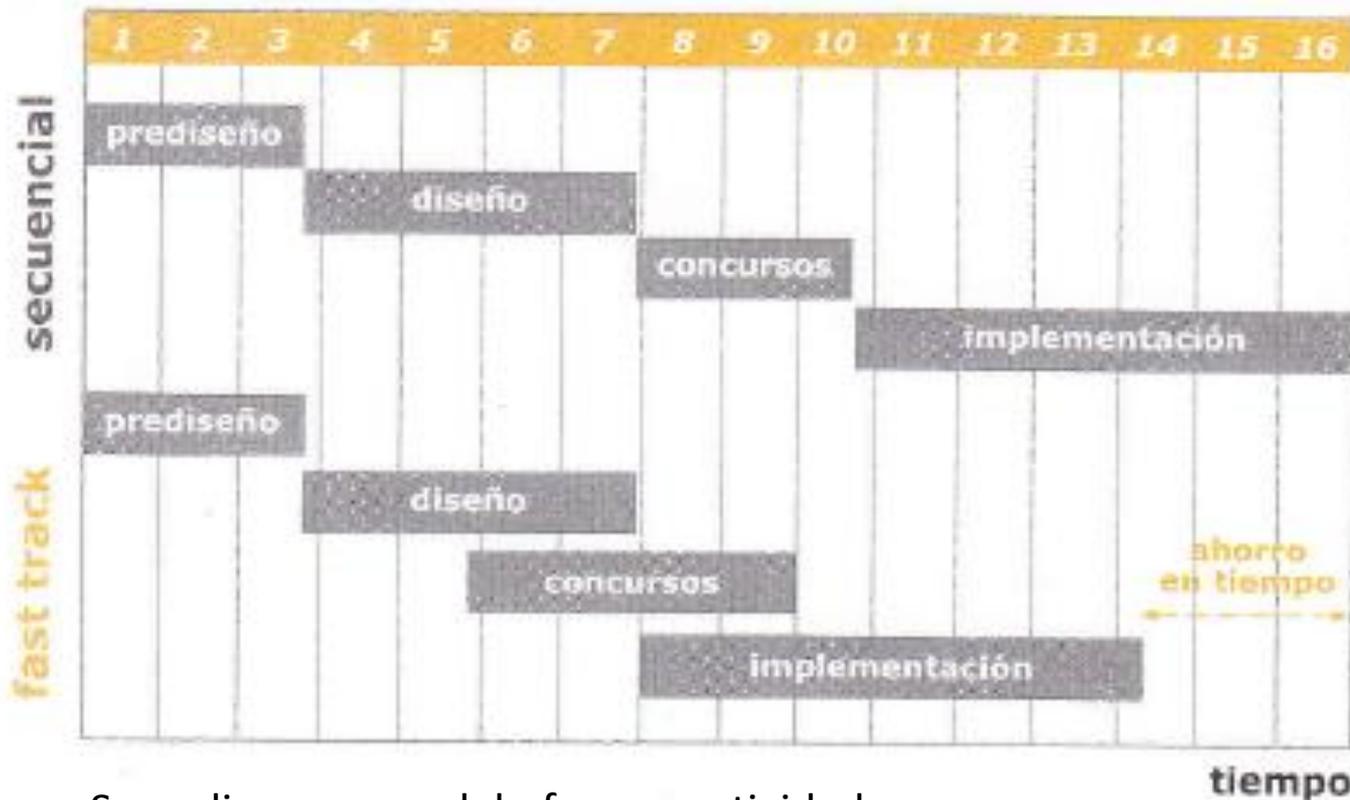
Se usa para abordar las actividades del cronograma que deben realizarse para cumplir con fechas de entrega determinadas, para abordar situaciones en las que se dispone de recursos compartidos o críticos necesarios sólo en ciertos momentos o en cantidades limitadas, o para mantener el uso de recursos seleccionados a un nivel constante durante períodos específicos del trabajo del proyecto.

Al nivelarse los recursos existe la posibilidad de que cambie la ruta crítica.

Id	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de material	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra
1	01.00 Personal	Trabajo			100%	S. 0.00/hora	S. 0.00/hora
2	01.01 Ing. Elvira Cáceres C	Trabajo		Personal calificado	100%	S. 13.00/hora	S. 20.80/hora
3	01.02 Ing. Renato Chávez C	Trabajo		Personal calificado	100%	S. 13.00/hora	S. 20.80/hora
4	01.03 Ing. Pedro Cooa	Trabajo		Personal calificado	100%	S. 13.00/hora	S. 20.80/hora
5	01.04 Técnico 1	Trabajo		Personal calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
6	01.05 Técnico 2	Trabajo		Personal calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
7	01.06 Técnico 3	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
8	01.07 Técnico 4	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
9	01.08 Técnico 5	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
10	01.09 Técnico 6	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
11	01.10 Técnico 7	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
12	01.11 Técnico 8	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
13	01.12 Técnico 9	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
14	01.13 Técnico 10	Trabajo		Personal no calificado	100%	S. 9.95/hora	S. 15.92/hora
15	02.00 Materiales	Material				S. 0.00	
16	02.01 Subestación aérea biposte	Material	unid	Material		S. 2,448.00	
17	02.02 Transformador 400 kVA	Material	unid	Material		S. 36,000.00	
18	02.03 Tablero de distribución	Material	unid	Material		S. 10,000.00	
19	02.04 Cable N2SXY 50 mm2	Material	metro	Material		S. 39.00	
20	02.05 Cable NYY 120 mm2	Material	metro	Material		S. 122.00	
21	02.06 Set de cimentación de Poste	Material	unid	Material		S. 527.00	
22	02.07 Set de excavación de zanja	Material	unid	Material		S. 390.00	
23	02.08 Set Terminales eléctricos	Material	unid	Material		S. 2,400.00	
24	02.09 Set Pozo a tierra	Material	unid	Material		S. 822.00	
25	03.00 Equipos	Material				S. 0.00	
26	03.01 Set de equipos de montaje	Material	unid	Equipo		S. 500.00	
27	03.02 Set de equipos de inst. eléc	Material	unid	Equipo		S. 500.00	
28	03.03 Set de equipos de cimentaci	Material	unid	Equipo		S. 1,000.00	
29	03.04 Set de equipo de excavaci	Material	unid	Equipo		S. 1,500.00	
30	03.05 Ser de equipo para pozo a tie	Material	unid	Equipo		S. 400.00	
31	04.00 Transporte	Trabajo			100%	S. 0.00/hora	S. 0.00/hora
32	04.01 Pluma 8.Ton	Trabajo			100%	S. 150.00/hora	S. 0.00/hora
33	04.02 Camion	Trabajo			100%	S. 100.00/hora	S. 0.00/hora



## Compresión del Cronograma por Ejecución Rápida



**!!!CUIDADO!!!**

- Retrabajos.
- Costos adicionales innecesarios.
- Desorden.
- Mala calidad.
- Mayor riesgo.
- Desintegración del equipo.

Se realizan en paralelo fases o actividades que normalmente se realizarían de forma secuencial.



# Compresión por Intensificación

- Compresión es una técnica de reducción del cronograma realizada al tomar acciones para reducir la duración total del cronograma por el mínimo costo adicional. Incluye la reducción de la duración de las actividades, o incrementar la asignación de recursos en las actividades.

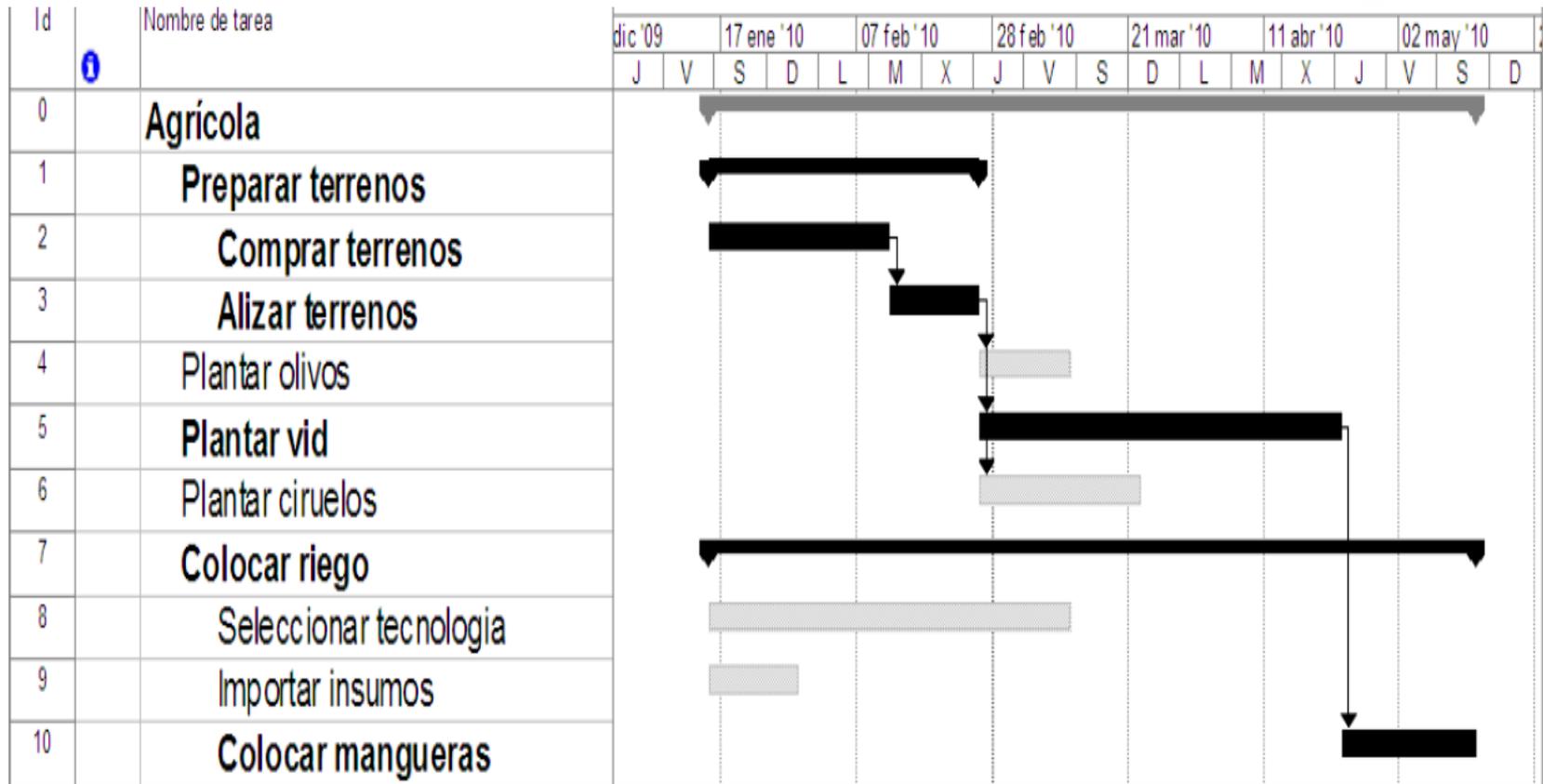


## Diagrama de Hitos

Id	Nombre de tarea																														
		07 jun '07			29 jul '07			02 sep '07			07 oct '07			11 nov '07			16 dic '07			20 ene '08			24 feb '08			30 mar '08			04 may '08		
		J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S						
1	Firmar contratos			◆ 16/07																											
2	Definir requisitos técnicos						◆ 16/08																								
3	Revisar diseño									◆ 17/09																					
4	Probar dispositivos												◆ 19/11																		
5	Producir dispositivo															◆ 21/01															
6	Finalizar plan de producción																											◆ 21/0			

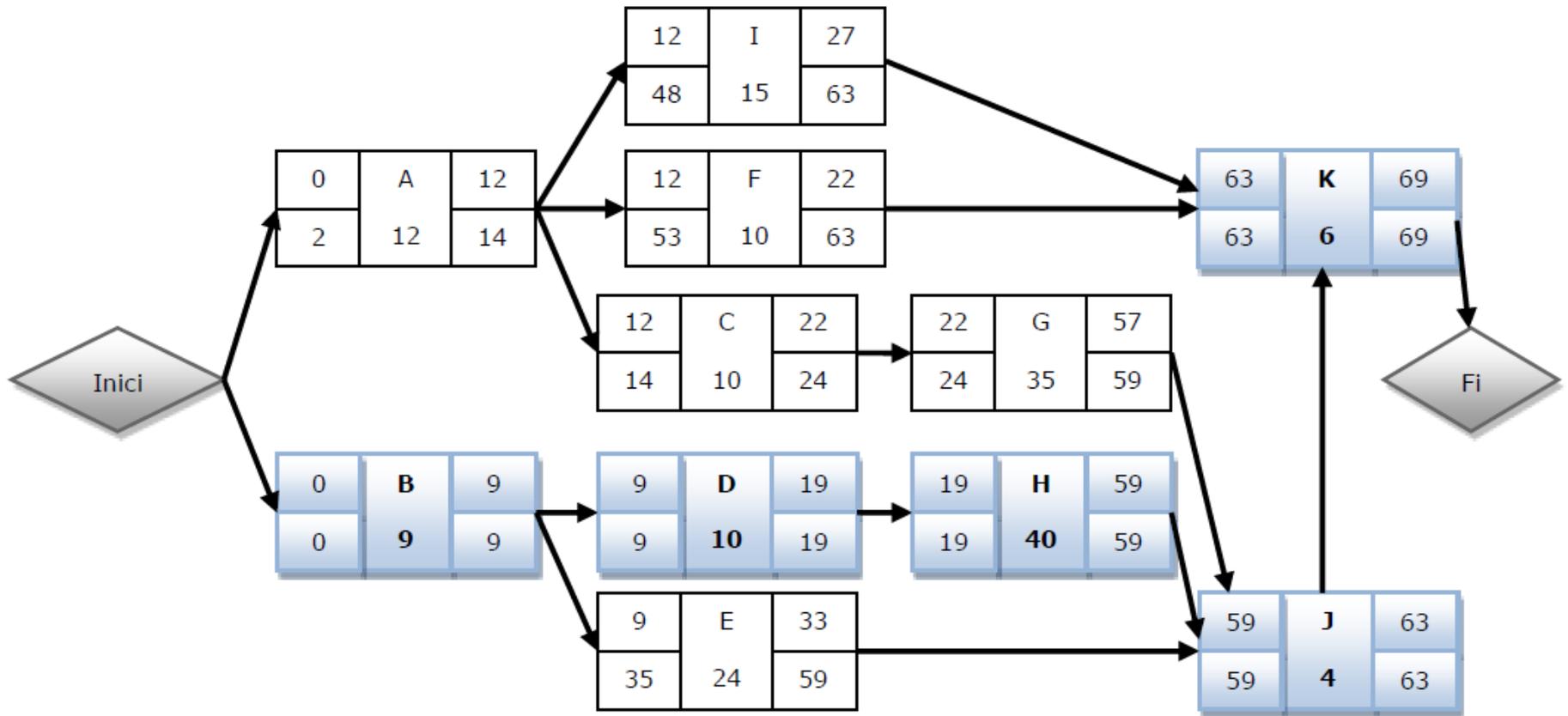


## Diagrama de Barras





## Diagrama de Red





## **Línea Base del Cronograma**

Versión Original del Cronograma.

Se establecen, se aceptan y se aprueban las fechas de inicio y finalización de las actividades en función del cronograma.



## Controlar el Cronograma

Se da seguimiento al estado del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

Determina el estado actual del cronograma del proyecto.

Influye en los factores que generan cambios en el cronograma.

Determina si el cronograma del proyecto ha cambiado.

Gestiona los cambios reales conforme suceden.





## Revisión del Desempeño

### Variación del cronograma (SV).

- Medida del desempeño del cronograma en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV).
- Negativo significa que el avance está por encima sobre lo programado (mal) y positivo significa que el avance está por debajo de lo programado (bueno), , pero en términos de costo.
- Ecuación:  $SV = EV - PV$ .

### Earned Value Management





## Revisión del Desempeño

### Índice de desempeño del cronograma (SPI).

- Medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado.
- Estamos progresando X % con respecto a la planificación vigente. Mayor a 1 significa adelantado, menor a 1 significa atrasado.
- Ecuación:  $SPI = EV/PV$ .



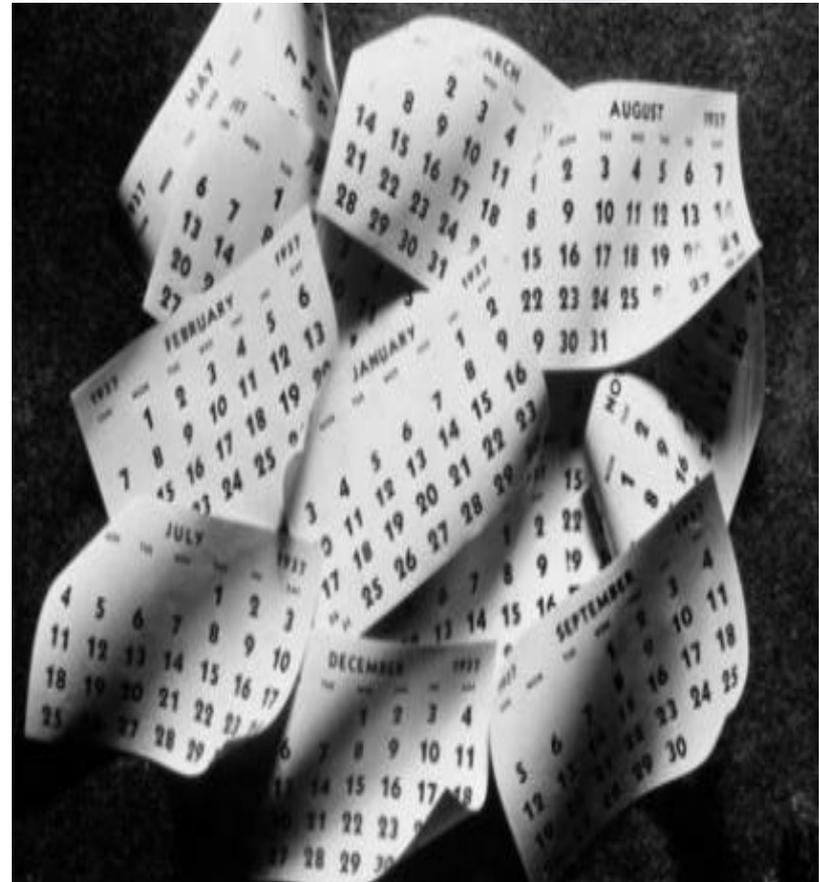


## Análisis de Variación

Las mediciones del desempeño del cronograma (SV, SPI) se utilizan para evaluar la magnitud de variación con respecto a la línea base original del cronograma.

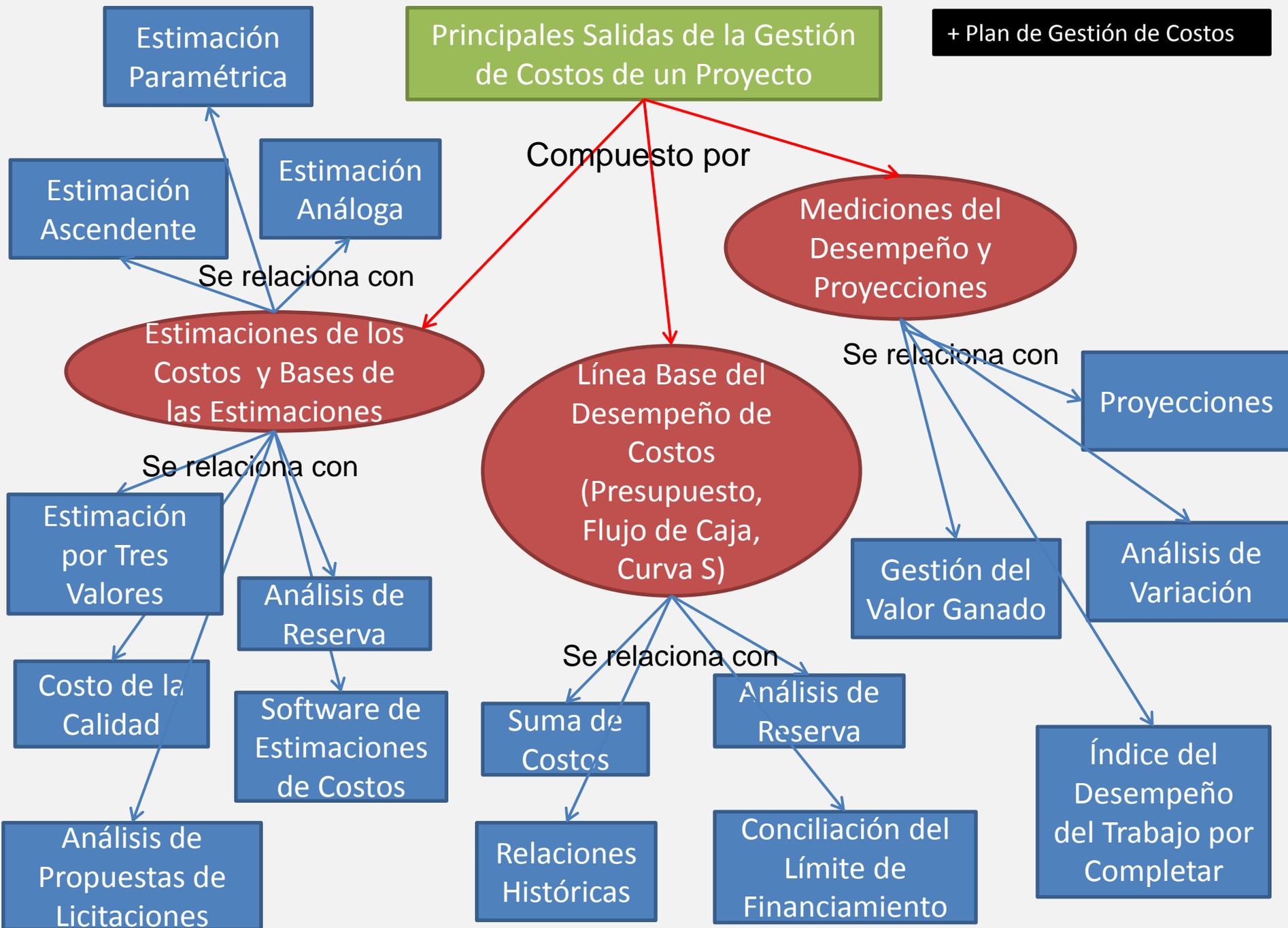
La variación de la holgura total es también un componente esencial de la planificación para evaluar el desempeño del proyecto en el tiempo.

Los aspectos importantes del control del cronograma del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del cronograma y la decisión de la necesidad de aplicar o no acciones preventivas o correctivas.





# GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO





## Plan de Gestión de Costos

**Nivel de precisión.** Las estimaciones de costos de las actividades del cronograma se ajustarán a un redondeo de los datos según una precisión descrita (por ejemplo, \$99,50, \$100,00).

**Unidades de medida.** Se definen todas las unidades usadas en las mediciones, como por ejemplo, las horas o días de trabajo, la semana de trabajo, la suma global, etc., para cada uno de los recursos.

Formatos de los informes de costos.

**Enlaces con los procedimientos de la organización.** La EDT provee la estructura para el Plan de Gestión de los Costos, permitiendo consistencia en las estimaciones de costos, presupuestos y control de los costos.

**Umrales de control o variación** para los costos u otros indicadores.

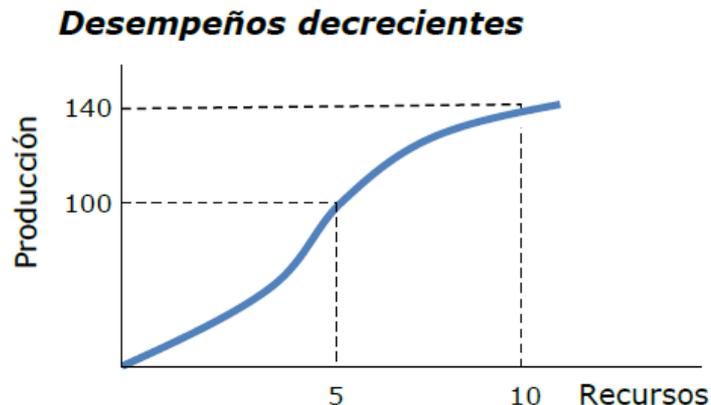




## Plan de Gestión de Costos

**Capital de trabajo:** dinero necesario para cubrir los gastos operativos del proyecto hasta que comiencen los ingresos de caja. Una forma de cálculo del capital de trabajo surge de la diferencia entre el activo corriente y el pasivo corriente.

**Ley de rendimientos decrecientes:** al incrementar la utilización de recursos, la producción crece a tasa decreciente. Por ejemplo, en un proyecto de ensamble de bicicletas, al duplicar el personal de planta de 5 a 10, la producción de bicicletas crece de 100 a 140. En la zona de rendimientos decrecientes, los costos crecen a tasa creciente.





## Conceptos Importantes

**Costos variables:** dependen del volumen de producción. Por ejemplo las materias primas. Mientras más zapatillas se producen, se requieren más telas y cordones.

**Costos fijos:** No cambian con el volumen de producción. Por ejemplo los alquileres. Independientemente del volumen de producción de una fábrica de palos de golf, el alquiler que se paga por ese lugar se mantendrá fijo.

**Costos directos:** se pueden atribuir directamente al proyecto. Por ejemplo, los costos de un viaje para promocionar exclusivamente una nueva crema de belleza.

**Costos indirectos:** benefician a varios proyectos y generalmente no se puede identificar con exactitud la proporción que corresponde a cada uno. Por ejemplo los gastos de estructura (contabilidad, luz, teléfono, PMO, etc.).

**Costo de oportunidad:** el costo de oportunidad de un recurso es su mejor alternativa dejada de lado. Al estimar el costo de las actividades del proyecto, no sólo se deben incluir las salidas de caja, sino también los costos de oportunidad de cada recurso.

**Costos hundidos o enterrados:** costos que ya fueron devengados y no cambiarán con la decisión de hacer o no hacer el proyecto.

## Tipos de Costos





## Plan de Gestión de Costos

**Depreciación contable:** disminución del valor libro de un activo según criterios contables. La depreciación es deducible del impuesto a las ganancias.

- **Depreciación lineal:** se deprecia el mismo monto todos los años. Por ejemplo, una inversión de \$1000 cuya vida útil contable es de 20 años, tiene una depreciación de \$50 por año ( $\$1000 / 20$  años).
- **Depreciación acelerada:** se deprecian valores mayores en los primeros años. Por ejemplo, un gobierno que subsidia la compra de bienes de capital, podría permitir una depreciación contable de 50% el primer año, 30% el segundo año y 20% el tercer año.

**Depreciación económica:** variación del valor real de un activo. Por ejemplo, una computadora nueva de \$1.000 se deprecia contablemente en 5 años, o sea un 20% anual. Luego de un año de comprada la computadora, su valor de mercado es de \$300, por lo que tuvo una depreciación económica del 70% a pesar de que la depreciación contable sea solamente de un 20%.



## Estimar los Costos

Consiste en desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. La estimación el costo es una predicción basada en la información con que se cuenta.

La exactitud de la estimación de un proyecto aumenta a medida que avanza el proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Por ejemplo, un proyecto en la fase de iniciación podría tener una **Estimación Aproximada de Orden de Magnitud en el rango de -50% a +100%**. En una etapa posterior del proyecto, a medida que se tiene más información, las estimaciones pueden reducirse a un rango de -10% a +15%.





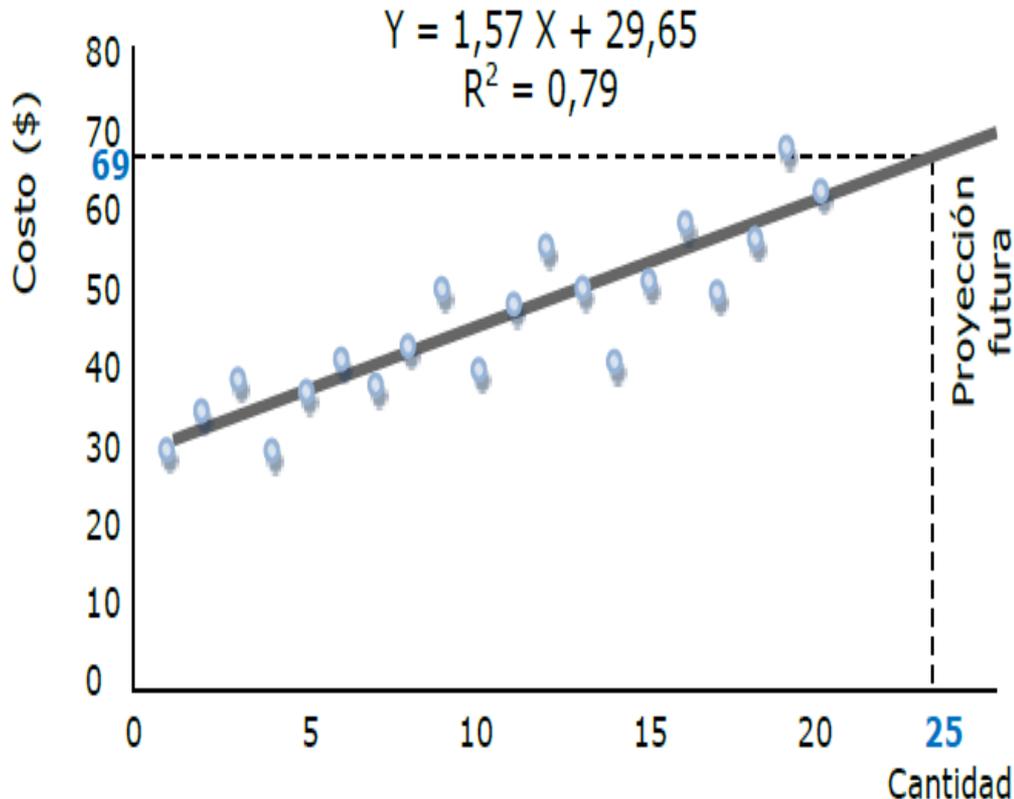
## Estimación por Analogía y Estimación Ascendente

<b>Estimación análoga</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
+ Rápido	- Poco preciso
+ Barato	- Poca información del proyecto
+ No hace falta detalle de actividades	- Supone todos los proyectos iguales
<b>Estimación ascendente</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
+ Más preciso	- Más lento y costoso
+ Compromete a los miembros del equipo porque participan de las estimaciones	- Tendencia a utilizar estimaciones sin fundamento cuando no se conocen bien las actividades
+ Provee las bases para el monitoreo y control	- Requiere bastante información del proyecto para su implementación



## Estimación Paramétrica

Utiliza información histórica para estimar los costos futuros.



Podrían ser modelos simples, como por ejemplo, estimar los costos de construcción en base a valores históricos del costo por m<sup>2</sup> construido; o modelos econométricos más complejos donde el costo de construcción depende de varias variables tales como los m<sup>2</sup>, la localización, el clima, etc.



## PERT y Análisis de Reserva

### PERT para Costos

Más probable, cm (most likely cost)

Optimista, co (optimistic cost)

Pesimista, cp (pesimistic cost)

Esperado, ce (expected cost)

$$(co + 4 cm + cp)/6 = ce$$

Análisis de **reserva**: agregar una reserva de costo adicional para contingencia sobre aquellos eventos previstos pero inciertos. En otras palabras, agregar una reserva de contingencia sobre aquellas incógnitas conocidas que tienen riesgos residuales.

**Las reservas para contingencias** forman parte de la Línea Base del Costo del Proyecto.

Actividad	Costo Mínimo	Costo más probable	Costo máximo	Reserva máxima
A	\$7	\$10	\$13	\$3
B	\$7	\$10	\$13	\$3
C	\$7	\$10	\$13	\$3
<b>Total</b>	<b>\$21</b>	<b>\$30</b>	<b>\$39</b>	<b>\$9</b>



## Costo de la Calidad, Software para Gestión de Proyectos y Análisis de las Propuestas de las Licitaciones

**Costo de la calidad:** costos para asegurar la calidad del proyecto. Incluye los costos de prevención y evaluación (costos de cumplimiento) y los costos de falla (costos de no cumplimiento), como explicaremos en el capítulo de calidad.

**Software:** planillas de cálculo, simuladores, estadísticas, etc.

Análisis de propuestas para **licitaciones:** estimar los costos del proyecto en función de las ofertas enviados por los proveedores.

“Razonabilidad del Precio”





## Estimaciones de los Costos de las Actividades (Memoria de Cálculo + Cotizaciones + Referencias)

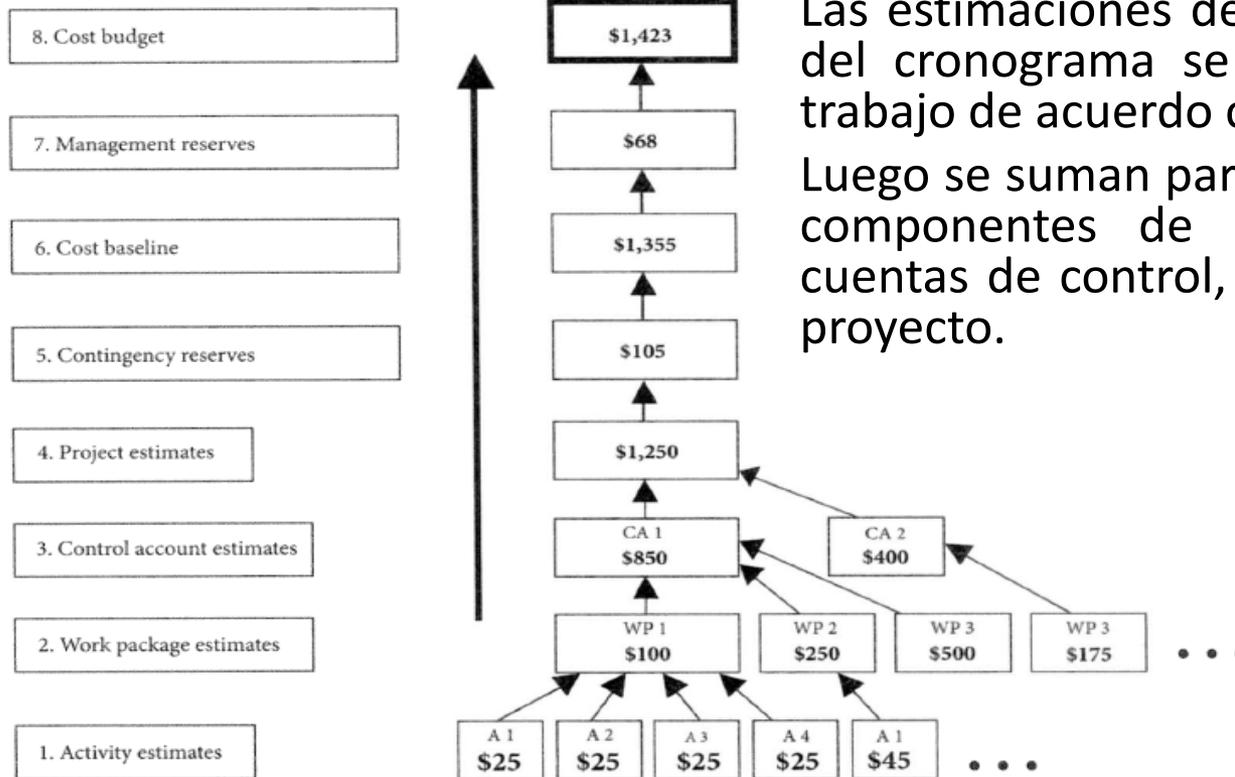
Partida	1.02	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	3.000 km/DIA	H.H.	10.67 H.M.	5.33	Costo unitario directo por : km	137.80	

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	hh	1.00	8.0000	8.57	68.56
470104	PEON	hh	3.00	24.0000	6.87	164.88
						<b>233.44</b>
<b>Materiales</b>						
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2000	15.37	3.07
510157	ACERO	kg		8.0000	1.41	11.28
541111	PINTURA ESMALTE BLANCO	gl		0.2000	25.30	5.06
						<b>19.41</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	233.44	7.00
498803	TEODOLITO	hm	1.00	8.0000	8.02	64.16
498818	NIVEL	he	1.00	8.0000	6.32	50.56
						<b>121.72</b>

**Costo Directo » 19.41 + [(233.44 + 121.72)/ 3] + 0 = 137.80**



## Determinar el Presupuesto Mediante Suma de Costos

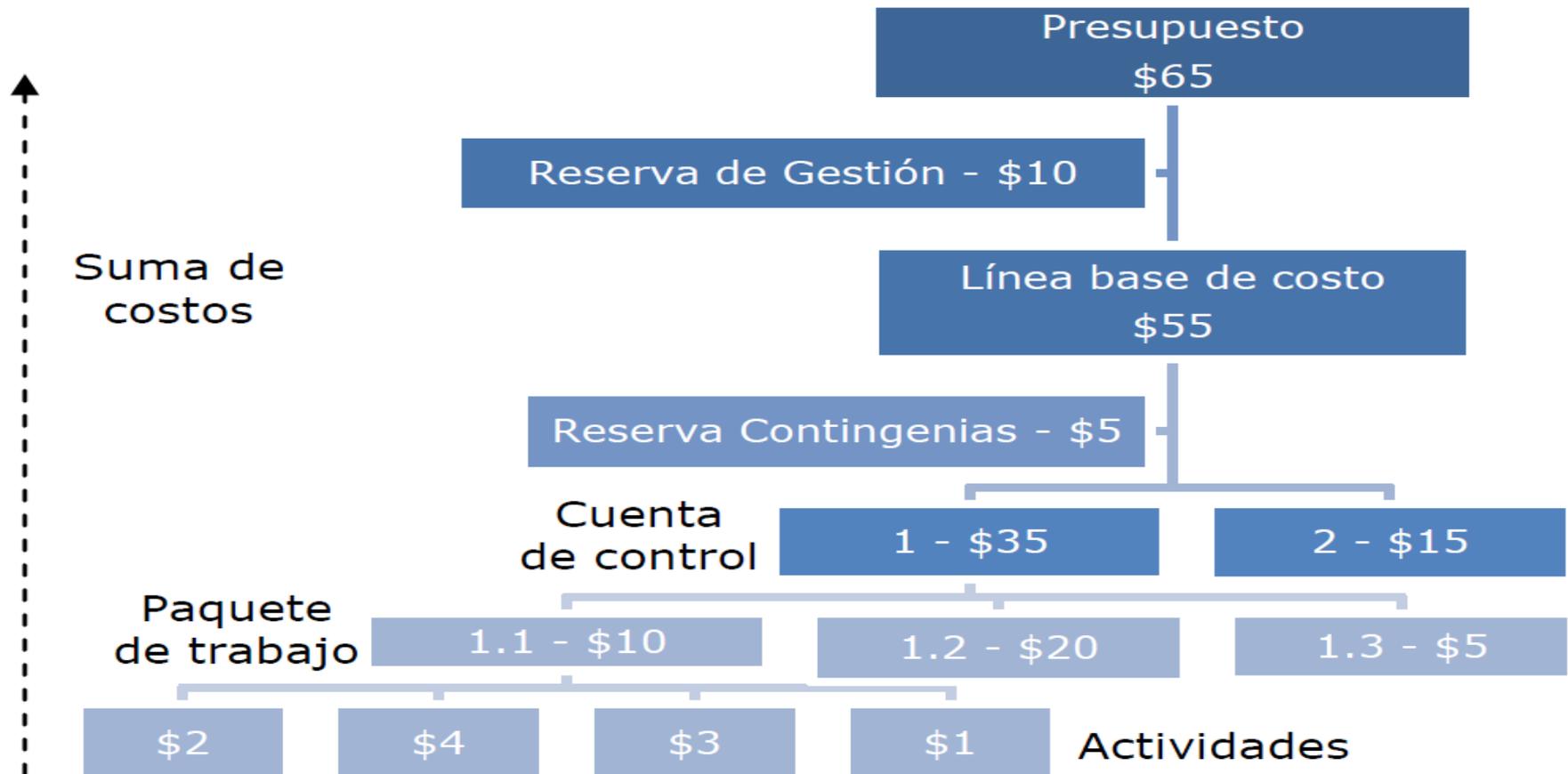


Las estimaciones de costos de las actividades del cronograma se suman por paquetes de trabajo de acuerdo con la EDT.

Luego se suman para los niveles superiores de componentes de la EDT, tales como las cuentas de control, y finalmente para todo el proyecto.



## Análisis de Reserva



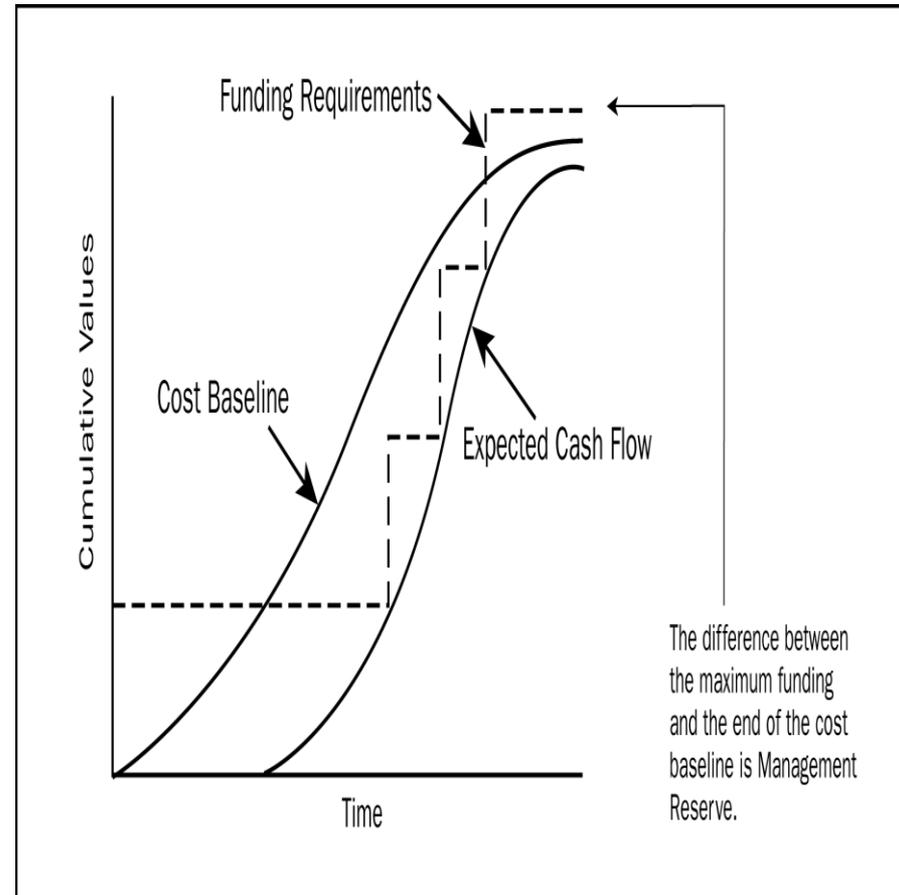


## Conciliación del Límite del Financiamiento

En general, grandes variaciones en los gastos periódicos de fondos no son deseables para las operaciones de la organización.

Por lo tanto, los gastos de fondos se concilian con los límites de financiamiento establecidos por el cliente o la organización ejecutante sobre el desembolso de fondos para el proyecto.

Un proyecto de construcción con dos años y medio de duración a ser ejecutado en el sector público, requiere que previamente en cada uno de los tres años de ejecución exista un Plan Anual Operativo (PAO) en el cual se planifique cuánto devengará el proyecto por cada año con el fin de no desbalancear las finanzas de la institución y que tampoco deba contar con el 100% del financiamiento desde un inicio, sino que lo pueda ir gestionando por tramos o periodos.





## Línea Base del Desempeño del Costo

Es un Presupuesto a la Conclusión (Budget at Completion, BAC), distribuido en el tiempo, que se usa como base respecto a la cual se puede medir, supervisar y controlar el rendimiento general del costo en el proyecto.

Se desarrolla sumando los costos aprobados por período y normalmente se representa por una Curva S (Valor Acumulativo del Presupuesto vs Tiempo).

Presupuesto a la Conclusión, BAC (Budget at Conclusion). Es el último punto de una Curva "S", la cual es la representación gráfica de la suma acumulada de los costos del proyecto en un período de tiempo.

Simultáneamente se puede graficar también de forma acumulada, el financiamiento disponible para el proyecto, el cual corresponde con una curva con costos constantes durante períodos de tiempo dados, según la disponibilidad de dinero.

La diferencia gráfica entre el BAC y el último punto de la curva de financiamiento, es la reserva de gestión.



## Presupuesto

1	2	3	4	5	6	7
Cve	WBS	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	%
<b>1.1</b>	<b>APP<sup>MR</sup></b>				<b>\$210,000.00</b>	<b>9.2%</b>
1.1	Administración del proyecto	mes	7	\$30,000.00	\$210,000.00	
<b>1.2</b>	<b>Prediseño</b>				<b>\$55,000.00</b>	<b>2.4%</b>
1.2.1	Programa de necesidades	lote	1	\$30,000.00	\$30,000.00	
1.2.2	Trámites y permisos	lote	1	\$25,000.00	\$25,000.00	
<b>1.3</b>	<b>Diseño</b>				<b>\$110,000.00</b>	<b>4.8%</b>
1.3.1	Ingenierías	lote	1	\$15,000.00	\$15,000.00	
1.3.2	Sistemas	lote	1	\$30,000.00	\$30,000.00	
1.3.3	Arquitectónico	lote	1	\$65,000.00	\$65,000.00	
<b>1.4</b>	<b>Construcción</b>				<b>\$1,693,194.00</b>	<b>74.4%</b>
1.4.1	Albañilería (obra civil)	m <sup>2</sup>	500	\$300.00	\$150,000.00	
1.4.2	Acabados	m <sup>2</sup>	500	\$1,129.12	\$564,560.00	
1.4.3	Instalaciones	lote	1	\$304,589.00	\$304,589.00	
1.4.4	Mobiliario	lote	1	\$474,045.00	\$474,045.00	
1.4.5	Sistemas	lote	1	\$200,000.00	\$200,000.00	
<b>1.5</b>	<b>Imprevistos</b>				<b>\$206,819.40</b>	<b>9.1%</b>
<b>GRAN TOTAL</b>					<b>\$2,275,013.40</b>	<b>100.0%</b>



## Flujo de Caja

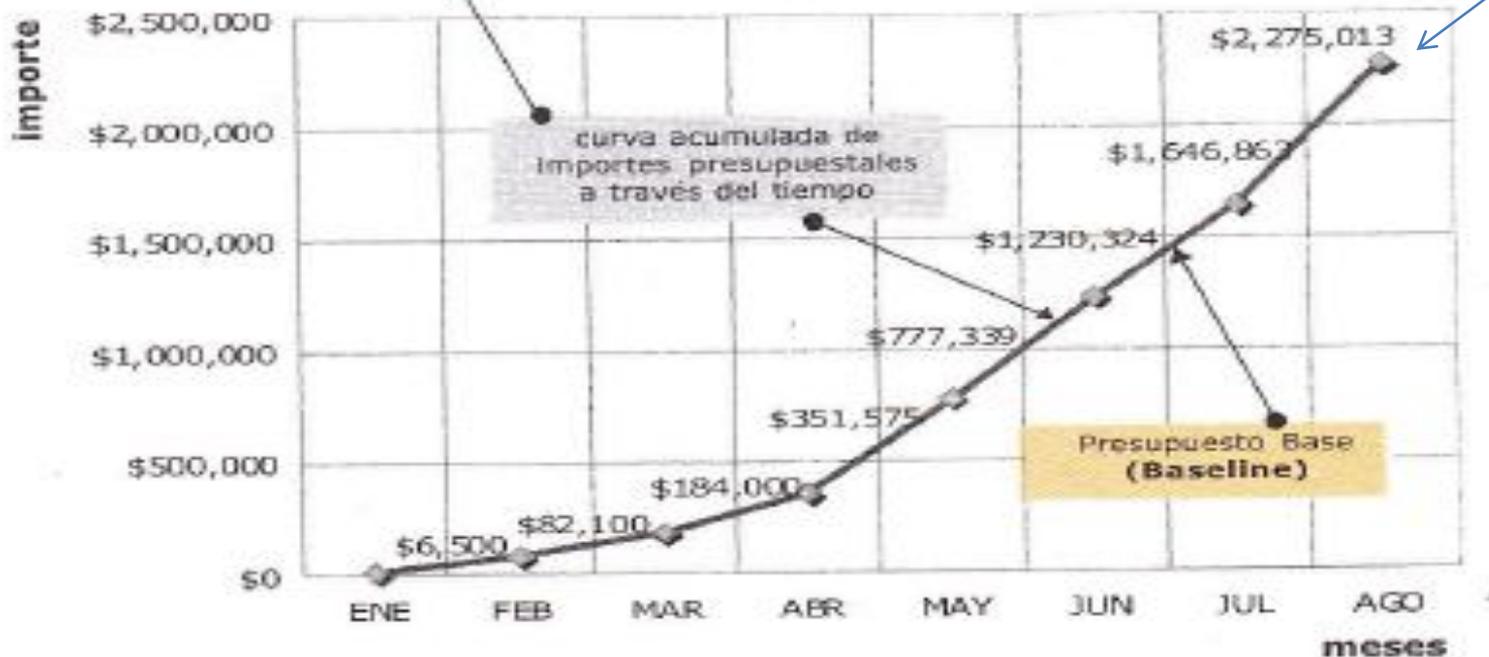
		Estimado de Costos autorizado	Información del Programa del Proyecto	Resultado de dividir el importe (\$210,000) por la duración total en días (141 d) y multiplicar por el número de días hábiles de cada mes.								Utilizamos el mismo criterio para todas las partidas		
CVE	WBS	PPTO. BASE	DURACIÓN	INICIO	FIN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
						1	2	3	4	5	6	7	8	
1.1	APP	\$210,000	155d	1/28	8/31	2,100	29,400	31,500	27,300	29,400	31,500	27,300	31,500	210,000
1.2	PREDISEÑO	\$55,000	25 d	1/28	3/2	4,400	46,200	4,400						55,000
1.3	DISEÑO	\$110,000	35 d	3/3	4/20			66,000	44,000					110,000
1.4	CONSTRUCCIÓN	\$1,693,194	91 d	4/12	8/16				96,275	396,364	421,485	389,239	389,832	1,693,195
1.4.1	Albañilería	\$150,000	25 d	4/12	5/16				78,000	72,000				150,000
1.4.2	Acabados	\$564,560	55.1d	5/10	7/26					129,849	287,925	146,786		564,560
1.4.3	Instalaciones	\$304,589	68.5 d	4/21	7/26				18,275	100,515	103,560	82,239		304,589
1.4.4	Mobiliario	\$474,045	10 d	7/27	8/9							142,214	331,832	474,046
1.4.5	Sistemas	\$200,000	66 d	5/17	8/16					94,000	30,000	18,000	58,000	200,000
1.5	IMPREVISTOS	\$206,819	16d	8/10	8/31								206,819	206,819
<b>TOTAL</b>		<b>\$2,275,013</b>				<b>6,500</b>	<b>75,600</b>	<b>101,900</b>	<b>167,575</b>	<b>425,764</b>	<b>452,985</b>	<b>416,539</b>	<b>628,151</b>	<b>2,275,013</b>



## Curva S

TOTAL/MES	6,500	75,600	101,900	167,575	425,764	452,985	416,539	628,151
ACUM.	6,500	82,100	184,000	351,575	777,339	1,230,324	1,646,863	2,275,013
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
% ACUMULADO	0.29%	3.61%	8.09%	15.45%	34.17%	54.08%	72.39%	100.00%

BAC





## Controlar los Costos

Se monitorea la situación del proyecto para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea base de costo.

La actualización del presupuesto implica registrar los costos reales en los que se ha incurrido a la fecha.

Cualquier incremento con respecto al presupuesto autorizado sólo puede aprobarse mediante el proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

La clave para un control de costos efectivo es la gestión de la línea base aprobada de desempeño de costos y de los cambios a esa línea base.





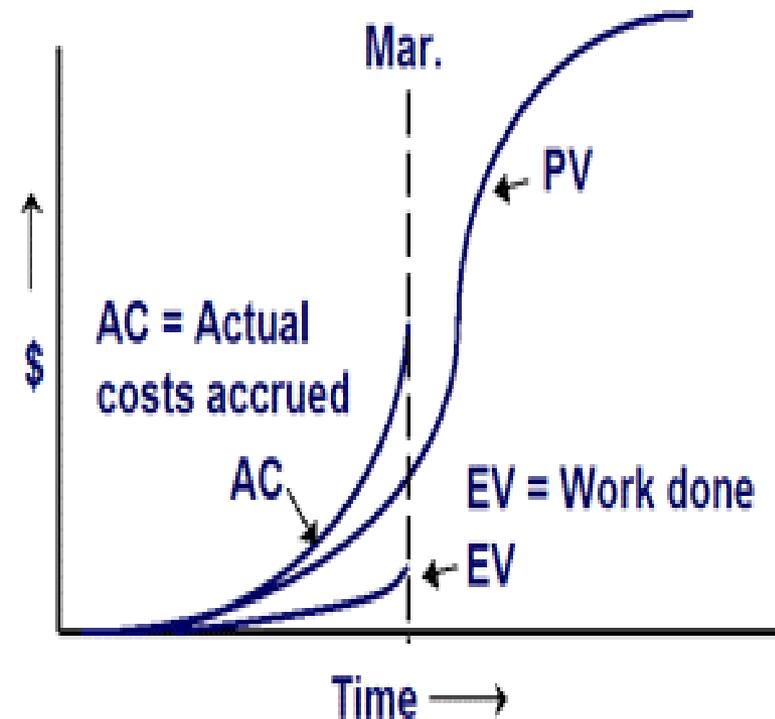
## Gestión del Valor Ganado

**Valor planificado (PV).** Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo.

Incluye el trabajo detallado autorizado, así como el presupuesto para dicho trabajo autorizado, que se asigna por fase durante el ciclo de vida del proyecto.

El total del PV se conoce a veces como la línea base para la medición del desempeño (PMB).

El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC).



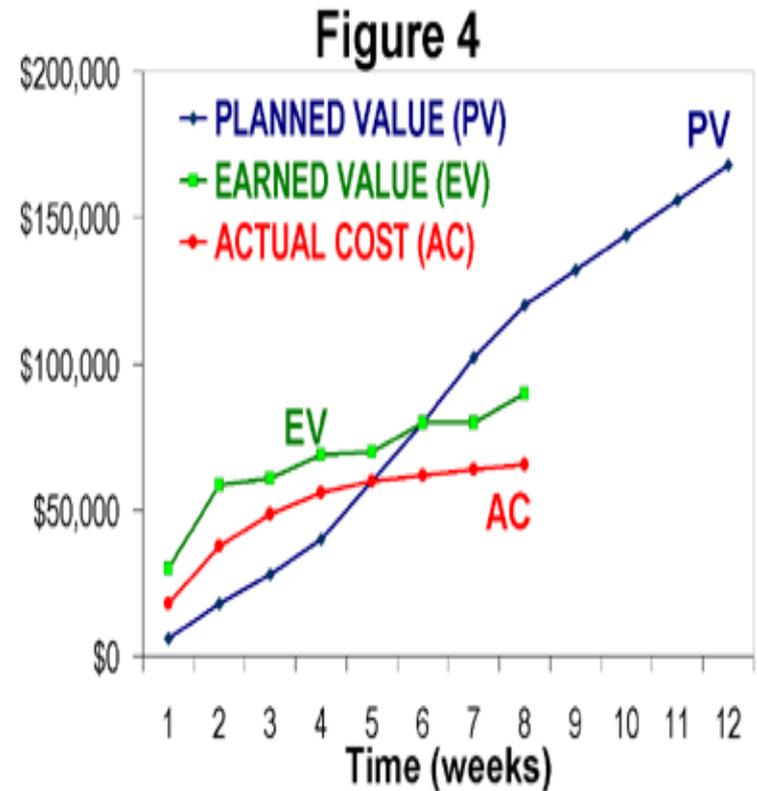


## Gestión del Valor Ganado

**Valor ganado (EV).** Es el valor del trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma o un componente de la estructura de desglose del trabajo.

Es el trabajo autorizado que se ha completado, más el presupuesto autorizado para dicho trabajo completado.

El EV medido debe corresponderse con la línea base del PV y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente.





## Gestión del Valor Ganado

**Valor ganado (EV).** El término EV se usa a menudo para describir el porcentaje completado de un proyecto. Deben establecerse criterios de medición del avance para cada componente de la EDT, con objeto de medir el trabajo en curso.

Los directores de proyecto monitorean el EV, tanto sus incrementos para determinar el estado actual, como el total acumulado, para establecer las tendencias de desempeño a largo plazo.





## Gestión del Valor Ganado

**Costo real (AC).** Es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad o componente de la estructura de desglose del trabajo.

Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV.

El AC debe corresponderse, por su definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido para el EV.

El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.





## Gestión del Valor Ganado

**Variación del costo.** La variación del costo (CV) es una medida del desempeño del costo en un proyecto.

Es igual al valor ganado (EV) menos los costos reales (AC). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada.

En la EVM, la CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos gastados. En la EVM, una CV negativa con frecuencia no es recuperable para el proyecto. Ecuación:  $CV = EV - AC$ .





# Variación a la Conclusión (VAC)

- Es la diferencia entre el Presupuesto Hasta la la Conclusión y la Estimación a la Conclusión (EAF).  $VAC = PHC - EAC$ .



## Gestión del Valor Ganado

**Índice del desempeño del costo (CPI).** Es una medida del valor del trabajo completado, en comparación con el costo o avance reales del proyecto.

Se considera la métrica más importante de la EVM y mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado.

Un valor de CPI inferior a 1.0 indica un sobrecosto con respecto al trabajo completado.

Un valor de CPI superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto al desempeño a la fecha.

Ecuación:  $CPI = EV/AC$ .





**Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según la proporción presupuestada.** Este método de EAC toma en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que el trabajo según la ETC se llevará a cabo de acuerdo con el ratio presupuestado.

Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorará debe aceptarse únicamente cuando está sustentado por un análisis de riesgo del proyecto.

Ecuación:  $EAC = AC + BAC - EV$ .





**Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según el CPI actual.** Este método supone que se espera que lo que el proyecto ha experimentado a la fecha continúe en el futuro.

Se supone que el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según el mismo índice del desempeño de costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido a la fecha.

Ecuación:  $EAC = BAC / CPI \text{ acumulativo}$ .





**Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado considerando ambos factores (SPI y CPI).** En esta proyección, el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una proporción de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice del desempeño de costos como el índice de desempeño del cronograma.

Supone un desempeño de costos negativo a la fecha y la necesidad de que el proyecto se comprometa firmemente a respetar el cronograma.

Este método es tanto más útil cuanto el cronograma del proyecto es un factor que afecta el esfuerzo de la ETC.

Ecuación:  $AC + [(BAC - EV) / (CPI \text{ acumulativo} \times SPI \text{ acumulativo})]$ .





Acrónimo	Término	Interpretación
PV	Planned Value (Valor planeado)	Al día de hoy cual es el valor estimado del trabajo planificado.
EV	Earned Value (Valor ganado)	Al día de hoy cual es el valor estimado del trabajo realizado.
AC	Actual Cost (Costo Actual)	Al día de hoy cual es el costo del trabajo realizado.
BAC	Budget at Completion (Presupuesto)	Monto presupuestado para todo el proyecto.
EAC	Estimate at Completion (Costo total)	¿Cuánto costará el proyecto en total considerando lo gastado a la fecha más lo que falta por gastar?
ETC	Estimate to Complete	¿Cuál es el costo pendiente para terminar el proyecto?
VAC	Variance at Completion	Monto el cual se ha desviado la finalización del proyecto considerando el BAC y el EAC.



Nombre	Formula	Interpretación
Cost Variance (CV)	EV-AC	Negativo significa que el avance está sobre lo presupuestado (mal) y positivo significa que el avance está por debajo de lo presupuestado (bueno).
Schedule Variance (SV)	EV-PV	Negativo significa que el avance está por encima sobre lo programado (mal) y positivo significa que el avance está por debajo de lo programado (bueno).
Cost Performance Index (CPI)	EV/AC	Estamos obteniendo de vuelta \$X de cada \$1 invertido. Mayor a 1 significa un costo inferior al planeado y menor a 1 significa un costo mayor al planeado.
Schedule Performance Index (SPI)	EV/PV	Estamos progresando X % con respecto a la planificación vigente. Mayor a 1 significa adelantado, menor a 1 significa atrasado.



Nombre	Formula	Interpretación
Estimate at Completion (EAC)	$EAC = BAC / CPI$ , si se mantiene el mismo CPI hasta el final del proyecto. $EAC = AC + BAC - EV$ , según desempeño planificado. $EAC = [AC + (BAC - EV)] / (SPI * CPI)$ , según SPI y CPI.	¿Cuánto costará el proyecto en total considerando lo gastado a la fecha más lo que falta por gastar?
To complete performance Index	$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$ , según BAC $TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$ , según EAC	Para mantenernos dentro del presupuesto BAC o dentro del EAC proyectado, ¿cuál debe ser nuestro índice de desempeño del costo (CPI) del trabajo por completar?
Estimate to complete	$ETC = EAC - AC$	¿Cuál es el costo pendiente para terminar el proyecto?
Variance at completion	$VAC = BAC - EAC$	Monto el cual se ha desviado la finalización del proyecto considerando el BAC y el EAC.