

## INTRODUCCION

### **Diagrama de Gantt:**

Los cronogramas de barras o “gráficos de Gantt” fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuro resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo. El instrumento que desarrolló permite también que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en que se indica:

**En el eje Horizontal:** un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.

**En el eje Vertical:** Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

**Símbolos Convencionales:** En la elaboración del gráfico de Gantt se acostumbra utilizar determinados símbolos, aunque pueden diseñarse muchos otros para atender las necesidades específicas del usuario. Los símbolos básicos son los siguientes:

- Iniciación de una actividad.
- Término de una actividad
- Línea fina que conecta las dos “L” invertidas. Indica la duración prevista de la actividad.
- Línea gruesa. Indica la fracción ya realizada de la actividad, en términos de porcentaje. Debe trazarse debajo de la línea fina que representa el plazo previsto.
- Plazo durante el cual no puede realizarse la actividad. Corresponde al tiempo improductivo puede anotarse encima del símbolo utilizando una abreviatura.
- Indica la fecha en que se procedió a la última actualización del gráfico, es decir, en que se hizo la comparación entre las actividades previstas y las efectivamente realizadas.

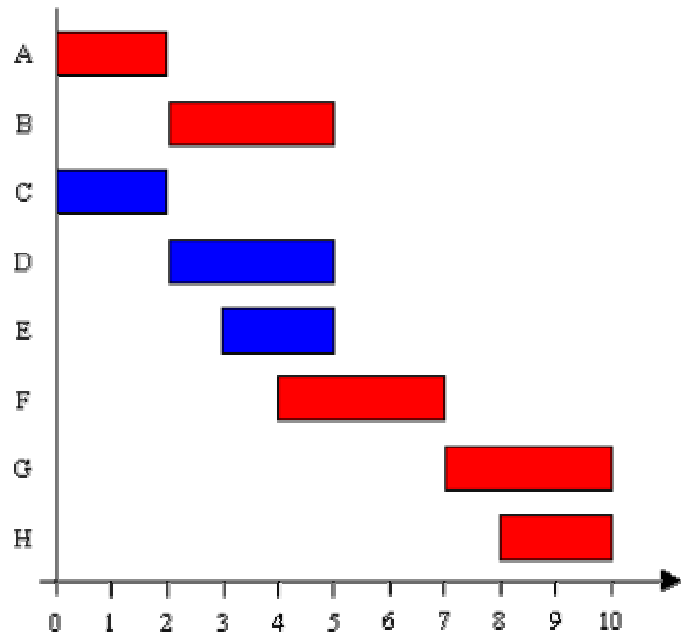
## CONTENIDO

**El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica sobre dos ejes; en el vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo.**

### Características

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.
- Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color (en el caso del ejemplo, en rojo).

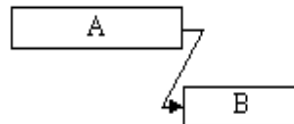
Tarea	Predec.	Duración
A	-	2
B	A	3
C	-	2
D	C	3
E	D <sub>II+1</sub>	2
F	B <sub>FF-1</sub>	3
G	D, E, F	3
H	G <sub>FF</sub>	2



Método constructivo

Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos:

- Dibujar los ejes horizontal y vertical.
- Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.
- En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).
- A continuación, se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que sólo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las

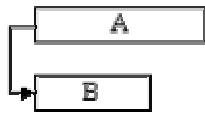


tareas. En este proceso se han de tener en cuenta las consideraciones siguientes:

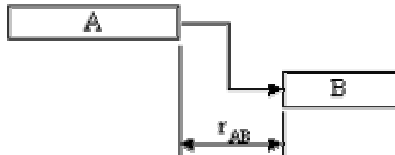
- Las dependencias fin-inicio se representan alineando el final del bloque de la tarea predecesora con el inicio del bloque de la tarea dependiente. Las dependencias final-final se representan alineando los finales de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.



- Las dependencias inicio-inicio se representan alineando los inicios de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.



- Los retardos se representan desplazando la tarea dependiente hacia la derecha en el caso de retardos positivos y hacia la izquierda en el caso de retardos negativos.



### Cálculos

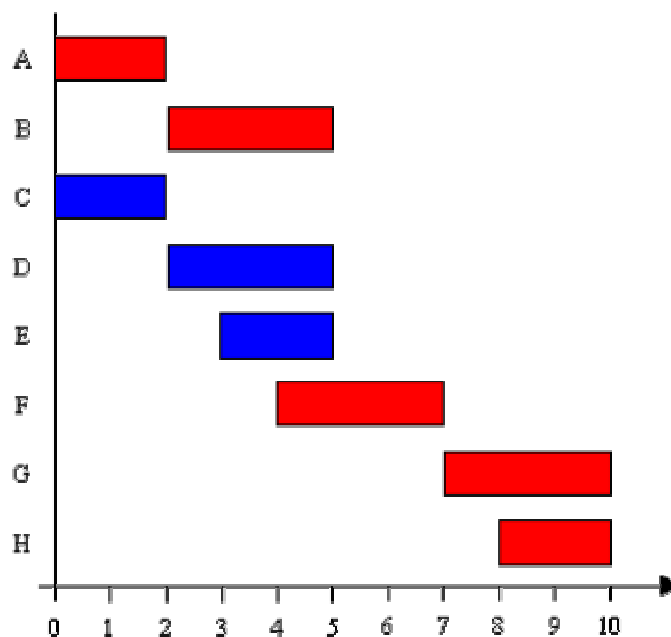
**El diagrama de Gantt es un diagrama representativo, que permite visualizar fácilmente la distribución temporal del proyecto, pero es poco adecuado para la realización de cálculos.**

Por la forma en que se construye, muestra directamente los inicios y finales mínimos de cada tarea.

### Ejemplo

#### Construcción

Finalmente, una vez realizados los cálculos del proyecto utilizando un sistema adecuado, como el diagrama PERT o el Roy, resulta conveniente destacar con un color distinto las tareas con margen total 0, para poder identificar con facilidad los caminos críticos.



### VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS GRÁFICOS DE GANTT.

La ventaja principal del gráfico de Gantt radica en que su trazado requiere un nivel mínimo de planificación, es decir, es necesario que haya un plan que ha de representarse en forma de gráfico.

Los gráficos de Gantt se revelan muy eficaces en las etapas iniciales de la planificación. Sin embargo, después de iniciada la ejecución de la actividad y cuando comienza a efectuarse modificaciones, el gráfico tiende a volverse confuso. Por eso se utiliza mucho la representación gráfica del plan, en tanto que los ajustes (replanificación) requieren por lo general de la formulación de un nuevo gráfico.

Para superar esa deficiencia se crearon dispositivos mecánicos, tales como cuadros magnéticos, fichas, cuerdas, etc., que permite una mayor flexibilidad en las actualizaciones. Aún en términos de planificación, existe todavía una limitación bastante grande en lo que se refiere a la representación de planes de cierta complejidad. El Gráfico de Gantt no ofrece condiciones para el análisis de opciones, ni toma en cuenta factores como el costo. Es fundamentalmente una técnica de pruebas y errores. No permite, tampoco, la visualización de la relación entre las actividades cuando el número de éstas es grande.

En resumen, para la planificación de actividades relativamente simples, el gráfico de Gantt representa un instrumento de bajo costo y extrema simplicidad en su utilización. Para proyectos complejos, sus limitaciones son bastantes serias, y fueron éstas las que llevaron a ensayos que dieron como resultado el desarrollo del CPM, el PERT y otras técnicas conexas. Estas técnicas introdujeron nuevos conceptos que, asociados más tarde a los de los gráficos de Gantt, dieron origen a las denominadas “redes-cronogramas”.

#### **Gráfico de Gantt para seguir la marcha de las actividades:**

En este tipo de gráfico se usa el eje vertical para representar actividades, en tanto que los recursos aplicados a cada uno indican, por medio de claves, sobre la línea que representan la duración de la actividad. Consiste, por lo tanto, en una inversión del caso anterior. El eje horizontal permanece como registro de escala de tiempo.

#### **Gráfico de Gantt para el control de la carga de trabajo:**

Este gráfico es semejante al de la distribución de actividad que tiene por objeto proporcionar el administrador una posición de carga total de trabajo aplicada a cada recurso. Indica el periodo durante el cual el recurso estará disponible para el trabajo (representado por una línea fina) y la carga total de trabajo asignada a este recurso (representado por una línea gruesa).

#### **Técnicas de Programación**

Las técnicas de planificación se ocupan de estructurar las tareas a realizar dentro del proyecto, definiendo la duración y el orden de ejecución de las mismas, mientras que las técnicas de programación tratan de ordenar las actividades de forma que se puedan identificar las relaciones temporales lógicas entre ellas, determinando el calendario o los instantes de tiempo en que debe realizarse cada una. La programación debe ser coherente con los objetivos perseguidos y respetar las restricciones existentes (recursos, costes, cargas de trabajo, etc...).

La programación consiste por lo tanto en fijar, de modo aproximado, los instantes de inicio y terminación de cada actividad. Algunas actividades pueden tener holgura y otras son las actividades críticas (fijas en el tiempo).

**PASOS:**

- Construir un diagrama de tiempos (instantes de comienzo y holgura de las actividades).
- Establecer los tiempos de cada actividad.
- Analizar los costes del proyecto y ajustar las holguras (proyecto de coste mínimo).

**RESULTADOS:**

- Disponer de un diagrama de tiempos.
- Conocer actividades críticas y determinar la necesidad de recursos.

Para **comenzar la programación**, se ha de partir de los siguientes datos:

- diagrama de red del proyecto (PDM, ADM...);
- estimación de duración de actividades;
- recursos asignados a las actividades;
- calendarios de recursos para actividades;
- limitaciones, como fechas fijas para resultados o fases del proyecto.

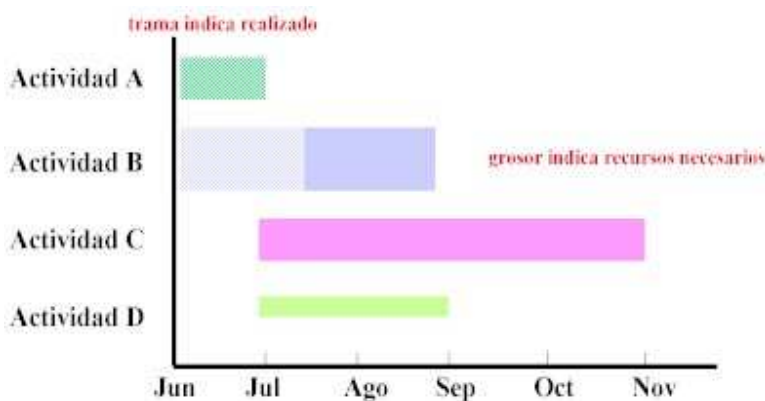
Según los resultados que deseemos conocer, podemos hacer uso de unas determinadas herramientas o de otras. En el siguiente cuadro se muestran todas ellas, que pasamos a comentar a continuación:

		ESCALA TEMPORAL	
		NO	SI
REPRESENTACIÓN DE DEPENDENCIAS	NO	Lista de Tareas Lista de Hitos	Gráfico de Barras (Gantt) Gráfico de Hitos
	SI	Diagramas de Red •PERT (Eventos-nodo) •PDM (Actividad-nodo) •ADM (Actividad-flecha)	Diagrama de tiempos con vínculos de interdependencia entre tareas

ESCALA TEMPORAL **SI** - DEPENDENCIAS **NO**

**Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt es un diagrama de barras desarrollado durante la I Guerra Mundial. En él se muestran las fechas de comienzo y finalización de las actividades y las duraciones estimadas, como se dijo anteriormente, pero no aparecen dependencias.



El gráfico de Gantt es la forma habitual de presentar el plan de ejecución de un proyecto, recogiendo en las filas la relación de actividades a realizar y en las columnas la escala de tiempos que estamos manejando, mientras la duración y situación en el tiempo de cada actividad se representa mediante una línea dibujada en el lugar correspondiente.

La utilidad de un gráfico de este tipo es mayor cuando se añaden los recursos y su grado de disponibilidad en los momentos oportunos. Como **ventajas** tendríamos la facilidad de construcción y comprensión, y el mantenimiento de la información global del proyecto. Y como **desventajas**, que no muestra relaciones entre tareas ni la dependencia que existe entre ellas, y que el concepto de % de realización es un concepto subjetivo.

### Gráfica de hitos

Un hito es un evento claramente verificable por otra persona y que requiere verificación antes de poder proseguir con la ejecución del proyecto. Por ejemplo, la obtención y formalización de los requisitos de usuario constituye un hito en la realización de un proyecto de ingeniería software.

La utilidad de los hitos se basa en la buena selección de los mismos. Pero al igual que los diagramas de GANTT, la programación con hitos no aporta o refleja información acerca de la interdependencia entre tareas o actividades.

### ESCALA TEMPORAL **NO** - DEPENDENCIAS **SÍ**

Un diagrama de red es cualquiera de las representaciones que vinculan las *actividades* y los *eventos* de un proyecto entre sí para reflejar las *interdependencias* entre las mismas. Una actividad o evento puede presentar interdependencias con actividades o eventos sucesores, predecesores, o en paralelo. Los más importantes son:

**PERT (Program Evaluation and Review Technique)** → **EVENTO** →

Desarrollado por la Special Projects Office de la Armada de EE.UU. a finales de los 50s para el programa de I+D que condujo a la construcción de los misiles balísticos Polaris. Está orientada a los sucesos o eventos, y se ha utilizado típicamente en proyectos de I+D en los que el tiempo de duración de las actividades es una incertidumbre. Dado que las estimaciones de duración comportan incertidumbre se estudian las distribuciones de probabilidad de las duraciones. Con un diagrama PERT se obtiene un conocimiento preciso de la secuencia necesaria, o planificada para la ejecución de cada actividad y utilización de diagramas de red.

Se trata de un método muy **orientado al plazo de ejecución**, con poca consideración hacia al coste. Se suponen tres duraciones para cada suceso, la optimista a, la pesimista b y la normal m; suponiendo una distribución beta, la duración más probable:  $t = (a + 4m + b) / 6$ .

## Material Recopilado por: Licda. Romelia Rodríguez

Generalmente se denominan **técnicas PERT** al conjunto de modelos abstractos para la programación y análisis de proyectos de ingeniería. Estas técnicas nos ayudan a programar un proyecto con el coste mínimo y la duración más adecuada. Están especialmente difundidas el PERT y el CPM.

Aplicación de las técnicas PERT:

- Determinar las actividades necesarias y cuando lo son.
- Buscar el plazo mínimo de ejecución del proyecto.
- Buscar las ligaduras temporales entre actividades del proyecto.
- Identificar las actividades críticas, es decir, aquellas cuyo retraso en la ejecución supone un retraso del proyecto completo.
- Identificar el camino crítico, que es aquel formado por la secuencia de actividades críticas del proyecto.
- Detectar y cuantificar las holguras de las actividades no críticas, es decir, el tiempo que pueden retrasarse (en su comienzo o finalización) sin que el proyecto se vea retrasado por ello.
- Si se está fuera de tiempo durante la ejecución del proyecto, señala las actividades que hay que forzar.
- Nos da un proyecto de coste mínimo.

**PDM (Precedence Diagramming Method)**



Se basa en la utilización de una red en la que figuran las actividades en los nodos y los arcos representan demoras de tiempo entre los puntos (comienzo o fin de nodo) que unen, a la vez que muestran las dependencias. Permiten reflejar distintas relaciones de precedencia entre tareas.

Entre las ventajas encontramos que el método PDM tiene más flexibilidad que el método PERT – ADM para la modelización de grandes proyectos, la representación gráfica es más sencilla y no hay actividades virtuales.

RELACIONES	DE
Relación FINAL-COMIENZO	
Relación COMIENZO-FINAL	
Relación FINAL-FINAL	
Relación COMIENZO-COMIENZO	

**ADM (Arrow Diagramming Method)**



Está orientada a las actividades, y se aplica en la industria de la construcción, en la que de forma habitual el tiempo de cada actividad es muy controlable. Las actividades se representan con flechas que se conectan con nodos para mostrar las dependencias.

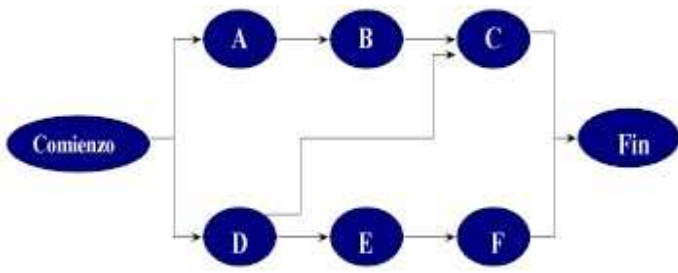


Gráfico PDM. Esta técnica también se denomina: “actividad sobre nodo”

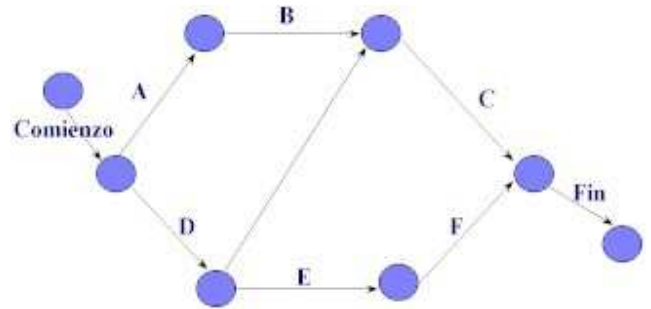
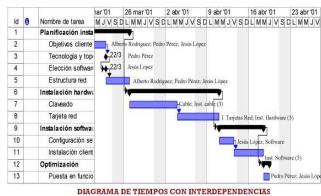


Gráfico ADM. Esta técnica también se denomina: “actividad sobre flecha”

## ESCALA TEMPORAL **SI** - DEPENDENCIAS **SI**

### Diagrama de tiempos con interdependencias



Se trata de un gráfico de Gantt en el que aparecen las dependencias entre actividades y los recursos implicados en cada una de ellas. Permite de esta forma tener una idea más real del proyecto que la que obteníamos con el diagrama de Gantt que mostrábamos anteriormente.

## MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO CPM

### Camino crítico

El camino crítico en un proyecto es la sucesión de actividades que dan lugar al máximo tiempo acumulativo. Determina el tiempo más corto que podemos tardar en hacer el proyecto si se dispone de todos los recursos necesarios. Es necesario conocer la duración de las actividades.

Este concepto es utilizado por dos métodos:

- Método del tiempo estimado (CPM) La duración de una actividad es la más probable de duración. Tiempo que se emplearía en condiciones normales (m). Situación determinista.
- Método del tiempo esperado (PERT) Determinación probabilística de los tiempos esperados (Te), en función de los siguientes tiempos:
  - ✓ Duración más corta (a)
  - ✓ Duración más larga (b)
  - ✓ Duración más probable (m) (el mismo que en CPM)
  - ✓ Duración esperada:  $Te = (a + 4m + b) / 6$



### Cálculo del camino crítico

1. Calcular  $T_e$  ó  $m$  según el método empleado para cada actividad. Se coloca en el grafo encima o debajo de cada flecha.
2. Calcular las fechas “early” -fecha mínima de comienzo de la actividad, MIC del suceso anterior- y “last” -fecha mínima de comienzo de la actividad, MAC del suceso posterior- de las distintas actividades que configuran el proyecto. (calcular el MIC y el MAC de todos los sucesos del proyecto).
3. Cálculo de las holguras.
4. Identificación del camino crítico.

### Holguras

La holgura de una actividad es el margen suplementario de tiempo que tenemos para determinar esa actividad. Las actividades críticas no tienen holgura.

Holgura de un suceso “Hs”:	$H_s = MAC \text{ del suceso} - MIC \text{ del suceso}$
Holgura total de una actividad “Ht”:	$H_t = MAC \text{ del s.p.} - MIC \text{ del s.a.} - \text{duración tarea}$
Margen suplementario de tiempo de esa actividad sin que se altere el MIC de ninguna actividad crítica.	
Holgura libre de una “Hi”:	$H_i = MIC \text{ del s.p.} - MIC \text{ del s.a.} - \text{duración tarea}$
Margen suplementario de tiempo para esa actividad sin que se altere el MIC de cualquier actividad.	
Holgura independiente “Hi”:	$H_i = MIC \text{ del s.p.} - MAC \text{ del s.a.} - \text{duración tarea}$
Margen suplementario de tiempo que existe en una actividad si las actividades precedentes terminaran lo más tarde posible, y las actividades posteriores empezaran lo antes posible.	

### Actividades críticas

Una actividad es crítica cuando no se puede cambiar sus instantes de comienzo y finalización sin modificar la duración total del proyecto. La concatenación de actividades críticas es el camino crítico. En una actividad crítica la fecha “early” coincide con la más tardía de comienzo, y la fecha más temprana de finalización coincide con la fecha “last” de la actividad. La holgura total es 0.

### PROGRAMACIÓN CON RECURSOS LIMITADOS Y PROGRAMACIÓN CON COSTE MÍNIMO.

#### Programación con recursos limitados

Hasta ahora sólo se ha tenido en cuenta el análisis de relaciones temporales entre las actividades del proyecto. Pero además, hay que tener en cuenta los **recursos**, su consumo y sus limitaciones. El proceso, por lo tanto, ante la programación sería el siguiente:

- Programación de duración mínima sin tener en cuenta los recursos.
- Se estudia si moviendo las actividades no críticas dentro del margen que representan sus holguras, se puede conseguir el objetivo perseguido en relación con los recursos.
- Si no es posible, aplicar alguna de las técnicas para programar bajo limitación de recursos.

### Minimización de costes

Se trata de ajustar las holguras de las actividades, con la premisa de que la duración total esté prefijada por las actividades críticas. Hay costes que disminuyen con el tiempo (costes directos) y costes que aumentan con el tiempo (costes indirectos). Existen dos métodos:

- Hacer variaciones en el grafo: hacer actividades en paralelo, con lo que se reducen los costes.
- Variar los recursos asignados: los costes que representan las actividades son costes directos; si se consigue alargarlas, se reducen sus costes.

#### Proceso de minimización de costes

**Fase 1:** Estimación de los límites de duración y coste de cada actividad

**Fase 2:** Determinación de la pendiente de coste para cada actividad

**Fase 3:** Alargamiento de todas las tareas no críticas que tengan pendiente de coste negativa

**Fase 4:** Determinación del intercambio de tiempo-coste más favorable de las posibles en el camino crítico

**Fase 5:** Tantear, alargando y acortando actividades críticas hasta que las pendientes positivas y negativas resultantes sean iguales

Ejemplo: Aplicación P.E.R.T.

Programación por camino crítico.

Un proyecto es un conjunto de tareas relacionadas entre sí. Cada tarea tiene algún tipo de prioridad respecto de otra. Es decir existe precedencia y consecuencia entre las tareas.

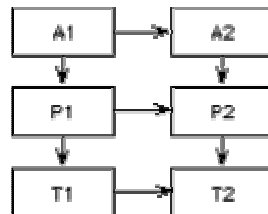
Supongamos el siguiente proyecto:

Se debe tender una línea telefónica a lo largo de una ruta. Para esto se debe:

- a) hacer agujeros,
- b) erguir postes y finalmente
- c) tender la línea.

Con fines operativos dividimos a la ruta en dos sectores (1 y 2). Tenemos un equipo capaz de cavar, otro de postear y otro de tender la línea.

El esquema de prioridades es el que sigue:



Donde:

A1 : Agujereado del sector 1

A2 : Agujereado del sector 2

P1 : Posteo del sector 1

P2 : Posteo del sector 2

T1 : Tendido del sector 1

T2 : Tendido del sector 2

Asegúrese de haber comprendido el esquema.

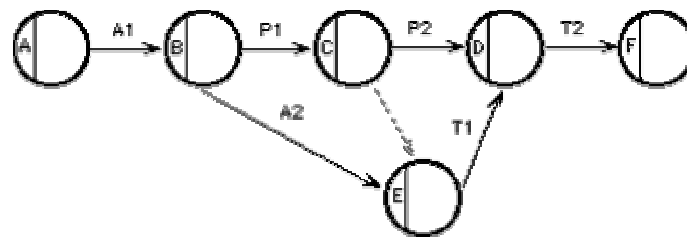
Realizaremos una red, con los conocimientos que tenemos sobre grafos, con la siguiente convención: Las tareas serán simbolizadas por medio de arcos y los sucesos por medio de nodos. Los sucesos denotan el comienzo y la finalización de cada tarea.

Note que cada nodo tiene un nombre n



Luego nombrar a la tarea AB es lo mismo que referirse a la tarea A1.

Una tarea como la CE recibe el nombre de Ficticia (dado que no es real) y se necesita para mostrar la lógica del proyecto. Halle el error en el diagrama que sigue:



Expresé que indica cada uno de estos nodos. (ninguno indica menos de dos sucesos)

Trate de mostrar este mismo proyecto mediante otras gráficas. En todos los casos verifique que se cumpla la lógica del mismo.

Fecha temprana



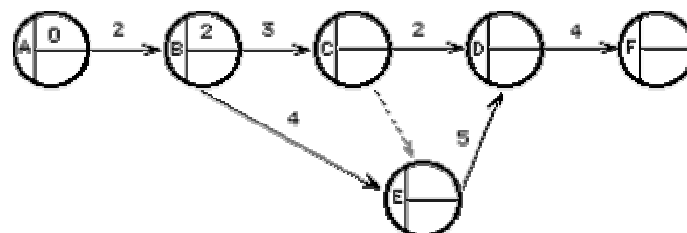
Colocamos las duraciones de cada tarea sobre los arcos correspondientes. Comenzamos el proyecto en el día 0. Comenzamos la tarea AB el día 0. En los ejemplos dados aquí supondremos siempre que la duración está expresada en días.

¿Cuál es la fecha más temprana que puedo estar en el suceso B, para comenzar con BC y BE?

(El suceso B indica la finalización de AB, el comienzo de BC y el comienzo de BE)

Obviamente el día 2, que es el tiempo que tardamos en hacer AB.

La situación queda representada así:

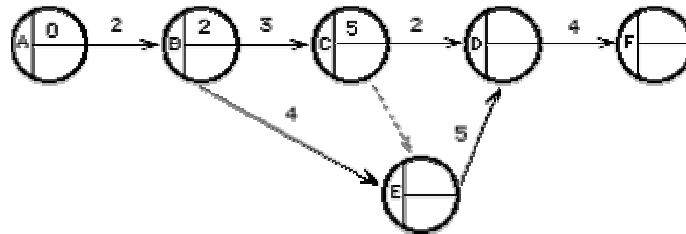


¿Cuál es la fecha más temprana que puedo estar en el suceso C, para comenzar CD?

(El suceso C indica la finalización de BC, el comienzo de CD y el comienzo de ED).

Obviamente el día 5, que es el tiempo que tardamos en hacer BC, más lo que tardamos estar en B ( $3 + 2 = 5$ ).

La situación queda representada así:

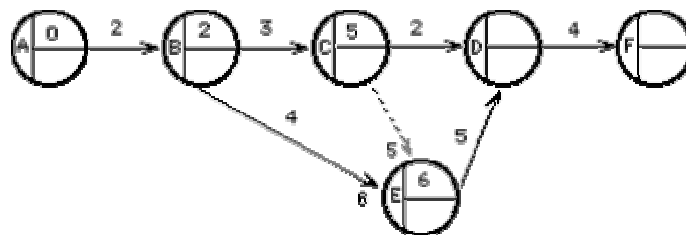


¿Cuál es la fecha más temprana que puedo estar en el suceso E, para comenzar ED?

(El suceso E indica la finalización de ..... y de.....el comienzo de .....).

Debemos decidir entre 5 y 6 .Determinamos que la fecha más temprana para comenzar ED es 6.

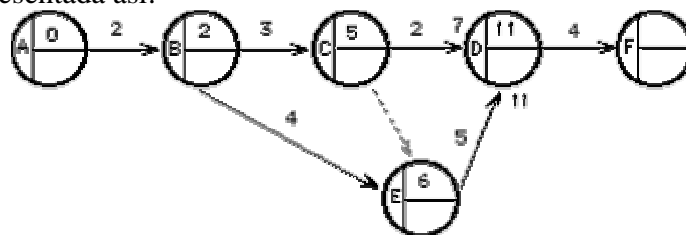
La situación queda representada así:



¿Cuál es la fecha más temprana que puedo estar en el suceso D, para comenzar con DF?

Dedúzcalo convenientemente.

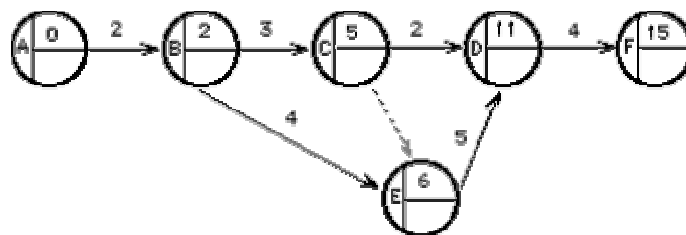
La situación queda representada así:



¿En que fecha llegamos al suceso F, terminando el proyecto y la tarea DF ?

Dedúzcalo convenientemente.

La situación queda representada así:

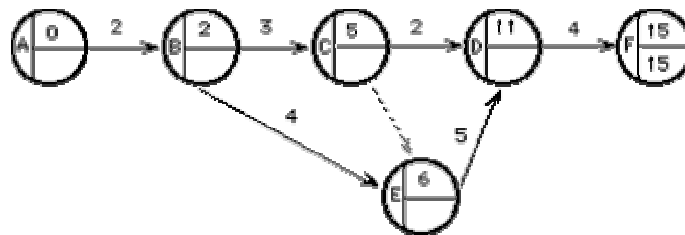


Nuestro proyecto se puede realizar en 15 días. El menor tiempo que necesitamos para realizar el proyecto es de 15 días.

Fecha tardía

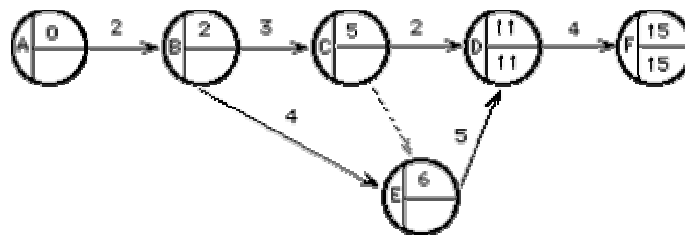


La última fecha que tenemos para finalizar la tarea DF ( y el proyecto ) es el día 15.

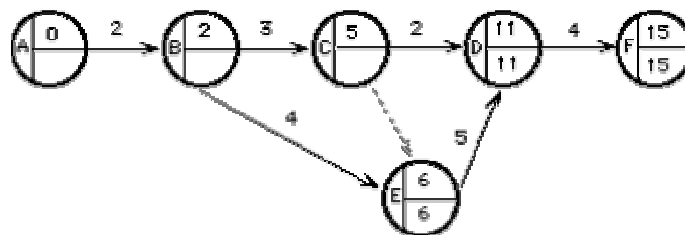


¿Cuál es la fecha tardía para comenzar con la tarea DF ? 9. ( 15 - 4 = 9).

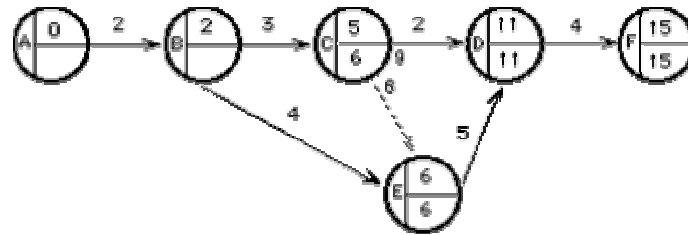
Supongamos que la comienzo el día 12. Entonces : 12 (suceso D) más 4 (duración DF) hace que el proyecto termine el día 16, es decir un día más tarde.



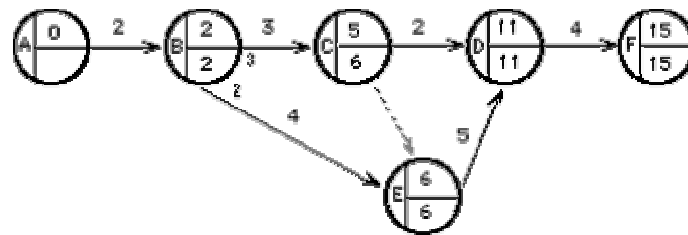
Aplice el mismo criterio para comenzar con la tarea ED.



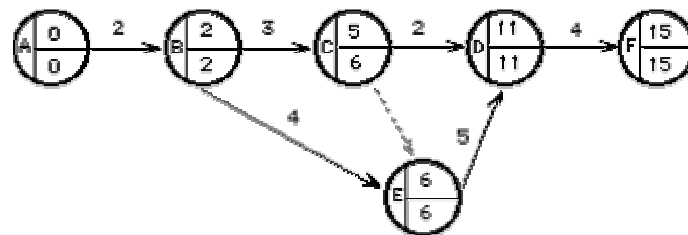
¿Cuál es la fecha tardía para el suceso C ? Debemos elegir entre ( 11 - 2 = 9 ) y ( 6 - 0 = 6 ). Recuerde que la duración de una tarea ficticia es 0 (no existe como tarea real).



Aplique el mismo criterio para hallar la FT de las tareas BC y BE.



Determine la fecha tardía del suceso A.



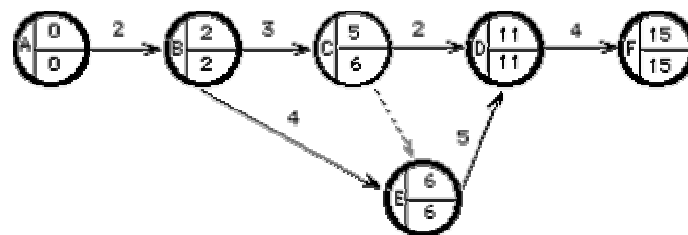
Analicemos las fechas de la tarea CD

- ftc : 5
- FTC : 6
- ftf : 11
- FTF : 11

Analice las tareas restantes con este mismo criterio

Sucesos críticos

Un suceso crítico es aquel cuyas ft y Ft son iguales.

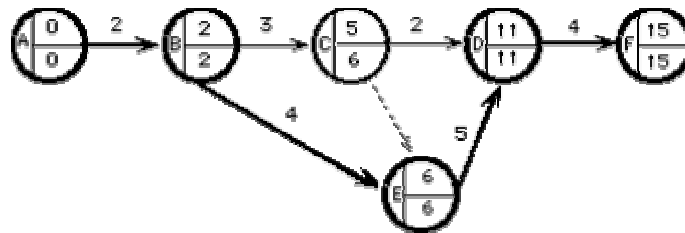


**Tareas críticas**

Son aquellas cuya duración es igual a la diferencia entre los sucesos críticos que la determinan. Se encuentra entonces el camino crítico. (Subgrafo crítico)

Estas son las tareas que hacen que el proyecto dure 15 días.

Luego si se incrementa la duración de alguna de estas tareas, se incrementará la duración del proyecto.



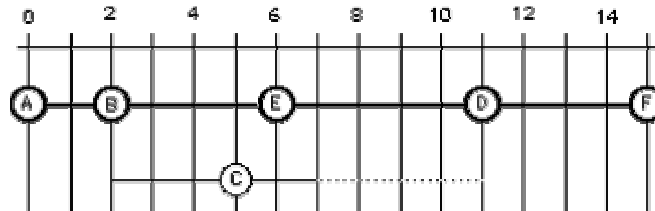
Hasta ahora calculamos tiempos del proyecto. Note que la longitud de los arcos no es proporcional a la duración de a tarea.

Esta proporción se puede mostrar en el diagrama calendario.

Se construye de la siguiente manera: primero se colocan los sucesos críticos en su fecha correspondiente e inmediatamente se grafican las tareas críticas.

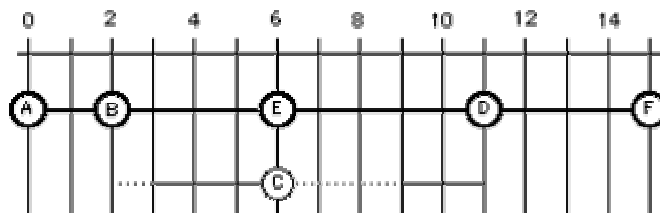
Luego se colocan los otros nodos. En este caso colocamos el nodo C en su ft. El que sigue se denomina

Diagrama calendario de ft.

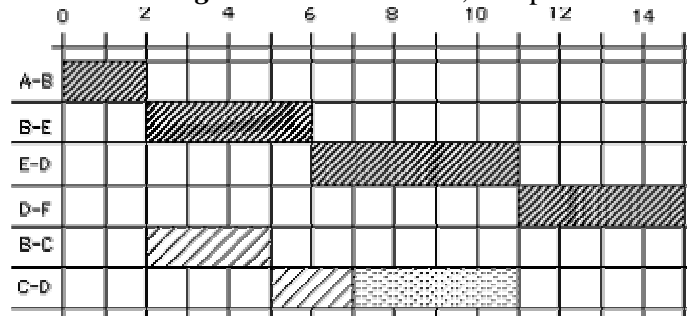


Note el margen de la tarea CD (línea punteada). Indica la cantidad de días que podemos atrasarnos en esa tarea sin atrasar el proyecto.

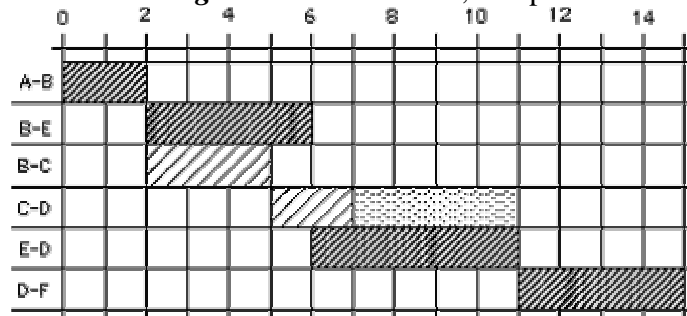
El que sigue es el Diagrama calendario de FT.



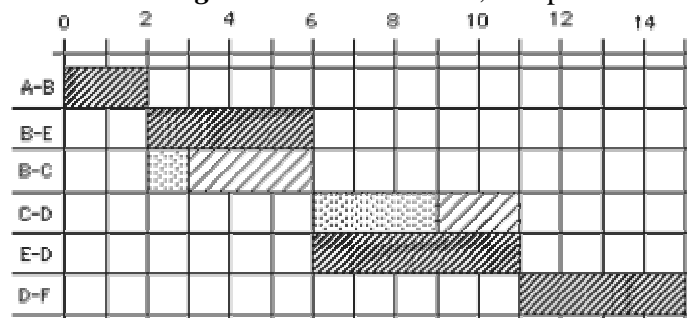
El esquema que sigue se denomina *Diagrama de Gantt* de ft, con prioridad de Camino Crítico.



El esquema que sigue se denomina *Diagrama de Gantt* de ft, con prioridad de fechas



El esquema que sigue se denomina *Diagrama de Gantt* de FT, con prioridad de fechas.



Note que en estos esquemas no aparece la tarea ficticia.

Hasta aquí se ha visto el algoritmo que permite calcular las fechas para cada tarea y al asignar estas duraciones se habló de "tiempo" en forma general. Sucede, que en particular existen tres tipos de tiempos, que se obtienen en base a la experiencia anterior sobre cada tipo de tarea. Son:

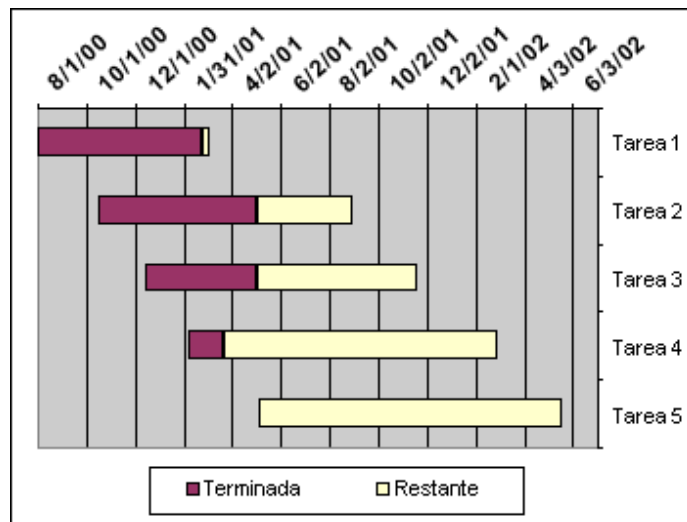
- $T_o$ : Tiempo óptimo  
Es la menor duración histórica de esa tarea.
- $T_m$ : Tiempo modal  
Es la duración de mayor frecuencia histórica de esa tarea.
- $T_p$ : Tiempo pésimo  
Es la mayor duración histórica de esa tarea.



### Creación de un diagrama de Gantt en Excel 2002

La forma más fácil de crear un diagrama de Gantt es utilizar Microsoft Project en lugar de Microsoft Excel. Project es una programa para planear tareas que facilita el seguimiento de las escalas de tiempo de los proyectos y la generación de los gráficos correspondientes. Excel no contiene un formato de diagrama de Gantt integrado, pero puede crear un diagrama de Gantt en Excel personalizando un tipo de gráfico de barras apiladas.

En aparte se muestra cómo crear un diagrama de Gantt como el que aparece a continuación.



#### 1. Escriba los datos de ejemplo

1. Abra una nueva hoja de cálculo en Excel y escriba los siguientes valores en las celdas A1 a D6:

	A	B	C	D
1		Fecha de comienzo	Finalizada	Restante
2	Tarea 1	01.08.00	205	10
3	Tarea 2	15.10.00	200	120
4	Tarea 3	15.12.00	140	200
5	Tarea 4	06.02.01	44	345
6	Tarea 5	06.05.01	0	380

2. **Nota** Los valores en las columnas C y D (Finalizada y Restante) representan números de días.
3. Seleccione la celda B2 y aplíquelo el formato de fecha que desee utilizar para el gráfico haciendo clic en **Celdas** en el menú **Formato** y, a continuación, haciendo clic en la ficha **Número**. Haga clic en **Fecha** en la lista **Categoría** y seleccione el formato que desee utilizar en la lista **Tipo**.

#### 2. Cree un gráfico de barras apiladas

1. Seleccione las celdas A1:D6 y haga clic en **Asistente para gráficos**.
2. En el paso 1, haga clic en **Barras** en **Tipo de gráfico** y, a continuación, elija el subtipo **Barra apilada** (puede ver el nombre de cada subtipo de gráfico en la parte inferior del cuadro de diálogo).
3. Haga clic en **Siguiente**, **Siguiente** y, a continuación, en **Finalizar**.

▼ 3. Haga que el gráfico tenga el aspecto de un diagrama de Gantt

1. Haga doble clic en la primera serie del gráfico. Ésta es la serie para **Fecha de inicio**. Si están configurados los colores predeterminados en Excel 2002, esta serie es azul.
2. En la ficha **Tramas** del cuadro de diálogo **Formato de serie de datos**, haga clic en **Ninguno** para **Borde** y en **Ninguna** para **Área** y, a continuación, elija **Aceptar**.
3. Haga doble clic en el eje de categorías (X), que en un gráfico de barras corresponde al eje vertical. (En un gráfico de barras, los ejes tradicionales X e Y están invertidos). Haga doble clic en la ficha **Escala** y, a continuación, active la casilla de verificación **Categorías en orden inverso**.
4. Haga clic en la ficha **Fuente**, elija **8** en **Tamaño** y, a continuación, haga clic en **Aceptar**.
5. Haga doble clic en el eje de valores (Y), que en un gráfico de barras corresponde al eje horizontal. Después de completar el último paso, este eje debe estar situado en la parte superior del área de trazado del gráfico. Haga clic en la ficha **Escala** y escriba los siguientes valores en los cuadros correspondientes:

Mínimo: **36739**

Máximo: **37441**

Unidad mayor: **61**

Unidad menor: **1**

Estos valores son números de serie que representan las fechas que se utilizarán para el eje de valores (Y). El valor mínimo 36739 representa la fecha 1 de agosto de 2000. El valor máximo 37441 representa la fecha 4 de julio de 2002. La unidad mayor de 61 representa unos dos meses, mientras que la unidad menor representa un día. Para ver el número de serie de una fecha, escriba la fecha en una celda y, a continuación, aplique el formato a esa celda con el formato de número **General**.

6. Asimismo, en la ficha **Escala**, active la casilla de verificación **Eje de categorías (X) cruza en máximo valor**.
7. Haga clic en la ficha **Alineación** y, en **Orientación**, escriba **45** en el cuadro **grados**.
8. Haga clic en la ficha **Fuente** y en **Estilo** elija **Negrita**. En **Tamaño**, haga clic en **8** y, a continuación, en **Aceptar**.
9. Haga clic con el botón secundario del *mouse* (ratón) en la leyenda y, a continuación, haga clic en **Formato de leyenda** en el menú contextual. Haga clic en la ficha **Ubicación** y elija **Abajo**.
10. Dentro de la leyenda, haga clic en **Fecha de inicio** para seleccionarla y, a continuación, presione SUPRIMIR.

Después de completar los pasos anteriores, debería tener un gráfico de aspecto similar al del ejemplo. Puede tener que cambiar el tamaño del gráfico con el *mouse* (ratón) para ver todos los rótulos existentes en el gráfico. Puede agregar formato adicional según sea necesario.

**Microsoft Project**, una aplicación de Microsoft que nos ayuda a crear planes de proyectos, comunicarlos a otros usuarios y adaptarnos a los cambios a medida que éstos se van produciendo. Es un sistema de planificación de proyectos versátil y fácil de utilizar.

## Controles de visualización en Project

La visualización de un proyecto se controla dentro de Project así:

### Vistas

Una vista es la forma como Project muestra el proyecto en la pantalla, y por defecto (cuando el programa inicia su trabajo) es la denominada Gantt Chart o Diagrama de Gantt, que coloca a la izquierda de la pantalla la Tabla de Actividades y a la derecha el diagrama de Gantt.

Para cambiar la forma en que se visualiza el proyecto se escoge la opción Ver— Vista , y allí pueden escogerse vistas predefinidas como Calendario, Diagrama de Gantt, Diagrama de Pert, Gantt de Seguimiento, Gráfica de Recursos, Tabla de Recursos y Tabla de Uso de Recursos.

El programa trae otro conjunto de Vistas que pueden ponerse en uso mediante Ver - Más Vistas..., que activa un cuadro de diálogo donde pueden escogerse otras muchas vistas mostradas en la lista de escogencia.

### Tablas

Las tablas controlan lo que Project muestra como columnas en sus despliegues tabulares y, al igual que las vistas, se pueden poner en uso en cualquier momento.

Use la opción Ver – Tablas para activar un sub menú donde aparecen las tablas disponibles, cuyo contenido variará dependiendo del elemento que se esté visualizándose en pantalla (Tarea o Recurso). La última opción del sub menú es Más Tablas..., que llama un cuadro de diálogo similar al de Vistas donde se pueden escoger otras tablas que trae predefinidas el programa.

### Filtros

En ocasiones sólo se requiere ver parcialmente la información del proyecto, y para ello se utiliza un Filtro que permite escoger la información que se desea aparezca en pantalla, tal como las tareas que no han comenzado, por ejemplo, o los hitos del proyecto. El filtro no elimina información del proyecto, sólo la oculta.

Project incluye filtros de tareas para ver aspectos específicos de las tareas y filtros de recursos para ver aspectos específicos de los recursos, pero si ninguno de ellos se ajusta a sus necesidades, puede crear un nuevo filtro o modificar uno existente personalizando los criterios del filtro. Puede aplicar filtros a cualquier vista excepto al Diagrama PERT.



Para colocar un filtro utilice la opción Proyecto- Filtrar para ...., que le permitirá escoger en una lista los elementos más usuales. En la Barra de Herramientas aparece también el ícono Autofiltro , que al oprimirse coloca unas pequeñas flechas en cada columna de la lista para hacer selecciones individuales de información dentro de ellas. Para cancelar un filtro use nuevamente la opción mencionada atrás y escoja Todas las Tareas o presione F3.

### Ordenación

Para Project la ordenación normal es la que se da al definir las tareas o actividades. De hecho, cuando se define una tarea el programa le adjudica un número interno e inmodificable para su identificación.

Para ordenar el proyecto por otros conceptos se usa la opción Proyecto - Ordenar , que tiene las siguientes opciones: por Fecha de iniciación, por fecha de Finalización, por prioridad, por costo y por

Número de tarea. Si los anteriores no son suficientes, existe una última opción donde pueden definirse otros criterios de ordenación hasta por tres claves consecutivas.

El criterio de ordenamiento puede ser cualquiera de los campos de la Base de Datos disponibles en el menú, y la ordenación puede ser Ascendente o Descendente. El segundo campo se usa para decidir empates por el primer criterio y el tercero desempata criterios iguales del segundo.

Tanto la ordenación como los elementos anteriores (tablas, filtro y vistas) solamente afectan la forma como se ve el proyecto en la pantalla o en la impresión, pero no afectan en forma alguna el contenido del proyecto, sus actividades, sus relaciones o la asignación de recursos.

## Controles adicionales de visualización

### Control de la escala de tiempo

El tamaño de la escala de tiempo en el diagrama de Gantt se controla con los íconos de *Zoom* mostradas en la barra de herramientas, pero la presentación de la escala puede modificarse colocando el puntero del mouse en cualquier punto sobre la escala de tiempo y haciendo doble clic para que aparezca el siguiente cuadro de control:



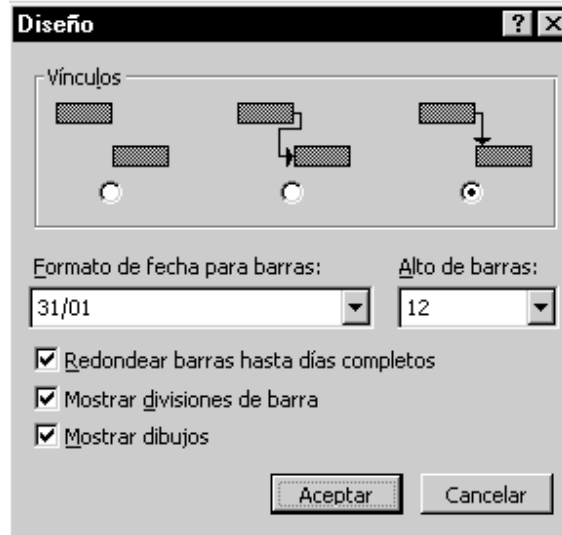
Tanto para la escala mayor como para la menor se pueden definir:

- Las Unidades (meses, días, etc.).
- La Etiqueta (título) que debe aparecer en el encabezado.
- Alineación derecha, centrado o izquierda
- Presencia o no de líneas de división

Para el conjunto se determina el tamaño total de la escala (en porcentaje) y si se desea o no división entre las dos escalas.

### Diseño para el Gantt

Esta opción controla la presentación de las flechas que definen la dependencia entre dos tareas dentro del diagrama de Gantt y otros parámetros de presentación. Estando en la vista de Diagrama de Gantt, se pide *Formato —Diseño* para abrir el cuadro de diálogo:

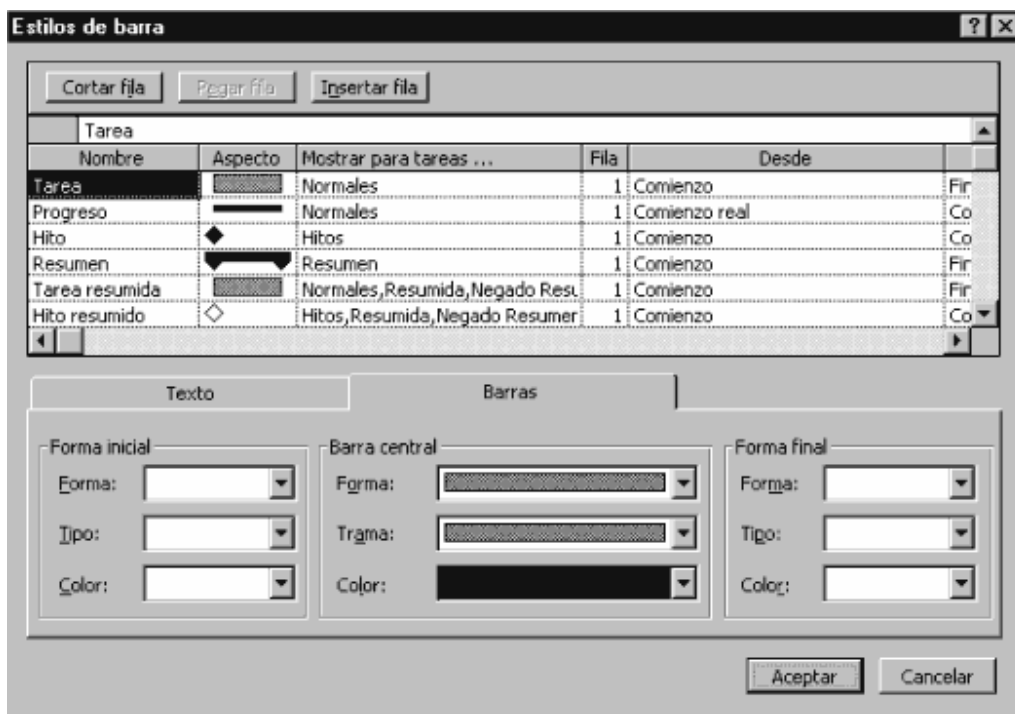


Dentro de este cuadro se pueden definir:

- La forma de las flechas que indican dependencias
- El formato de Fechas sobre las barras
- La altura (ancho) de las barras.
- Si las barras deben redondearse a días completos (no recomendado)
- Si se admiten dibujos y texto libre sobre el Gantt

### **Presentación General del Gantt**

Haciendo doble clic en cualquier lugar vacío de la pantalla de Gantt, o pidiendo *Formato —Estilos de barra...* desde el menú, aparece un cuadro de diálogo que controla toda la presentación del Diagrama de Gantt.



Para cada tipo de Barra se pueden definir la forma, el relleno y el color de los extremos, el ancho, el relleno y el color de la barra. Para las tareas, por su parte, se pueden definir el intervalo sobre el que se muestra, las condiciones bajo las cuales se muestra y la forma de colocar el texto (adentro, encima, debajo o a cualquier lado de la barra).

El formateo del Gantt desde este cuadro es dispendioso y debe experimentarse bastante para lograr buenas presentaciones. Para los que empiezan se recomienda el uso del Asistente para el Gantt, que puede llamarse desde el menú *Formato* y que ofrece una guía paso a paso para construir Diagramas de Gantt personalizados.

## Personalización

### Personalización de Reportes

La opción *Ver— Informes —Personalizados* permite usar los diseños existentes para cambiarlos y crear nuevos tipos de informes. Al escogerla aparece un cuadro de diálogo con la lista alfabética de todos los reportes de Project, y dentro de ella se escoge uno cualquiera y se presiona el botón *Modificar* para abrir la ventana de definiciones de modificación.

The image shows a software dialog box titled 'Informe de tareas' with three tabs: 'Definición', 'Detalles', and 'Ordenar'. The 'Definición' tab is active and contains the following fields and controls:

- Nombre:** A text input field containing 'Informe presupuestario' and an 'Aceptar' button.
- Período:** A dropdown menu showing 'Proyecto completo' and a 'Cancelar' button.
- Número:** A numeric input field with '1' and a 'Texto...' button.
- Tabla:** A dropdown menu showing 'Costo'.
- Filtro:** A dropdown menu showing 'Todas las tareas' and a checkbox labeled 'Resaltar'.
- Two checkboxes at the bottom: 'Mostrar tareas de resumen' and 'Bandas de grises', both currently unchecked.

En la primera ficha se determinan las siguientes características globales del reporte:

- **Nombre:** Un nuevo nombre que será colocado en el menú de reportes.
- **Período:** Se define un intervalo entre fechas
- **Número:** Un intervalo de números, por ejemplo entre las actividades 10 a la 20
- **Tabla:** Tabla que define las columnas del reporte. Se escoge entre las disponibles del menú.
- **Filtro:** El filtro que se aplica a las filas del reporte. Se escoge entre los disponibles.
- **Resaltar:** Si se marca, se muestran todas las actividades o recursos resaltando los que pasan el filtro. Si no hay marca solo se reportan los que pasan el filtro
- **Mostrar Tareas Resumen:** Muestra actividades resumen si se marca la casilla.
- **Bandas de Grises:** traza bandas tramadas para separar los ítems del reporte si se marca.

La segunda ficha controla los detalles del reporte, y si éste contiene Actividades, por ejemplo, cada casilla que se marque en el recuadro Tarea agrega el elemento correspondiente:

- **Notas:** Anotaciones hechas sobre el campo Notes de las actividades.
- **Objetos:** imprime cualquier objeto adjuntado a la actividad (gráficos, texto, hojas Excel, etc)
- **Predecesoras** imprime la lista de actividades predecesoras
- **Sucesoras:** imprime la lista de actividades sucesoras.

La última ficha controla los criterios de ordenación del reporte, de acuerdo con los criterios de ordenación mencionados en el capítulo anterior:

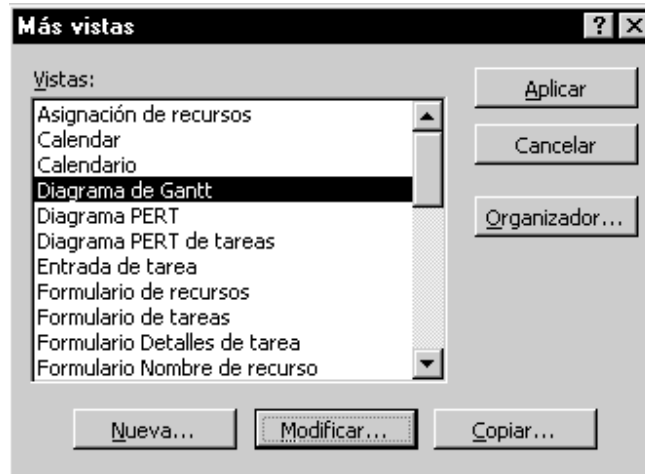
En cada uno de los campos se puede escoger entre los diferentes datos ofrecidos en el menú y decidir si la ordenación será ascendente o descendente. El segundo campo se usa para desempatar el primero y el tercero para desempatar el segundo.

En cualquiera de las fichas se puede modificar el estilo de texto para el reporte (tipo de letra, tamaño, estilos, etc.) oprimiendo el botón Texto.

### Otros elementos personalizables

Tal como sucede con los reportes, las vistas también pueden personalizarse mediante la opción Ver - Más Vistas..., escogiendo el nombre de una de ellas que aparezca en la lista de pantalla y oprimiendo finalmente el botón Modificar.

En el ejemplo aparece escogida la vista Diagrama de Gantt, cuyos elementos (incluyendo cualquier filtro) pueden modificarse con el botón del mismo nombre.

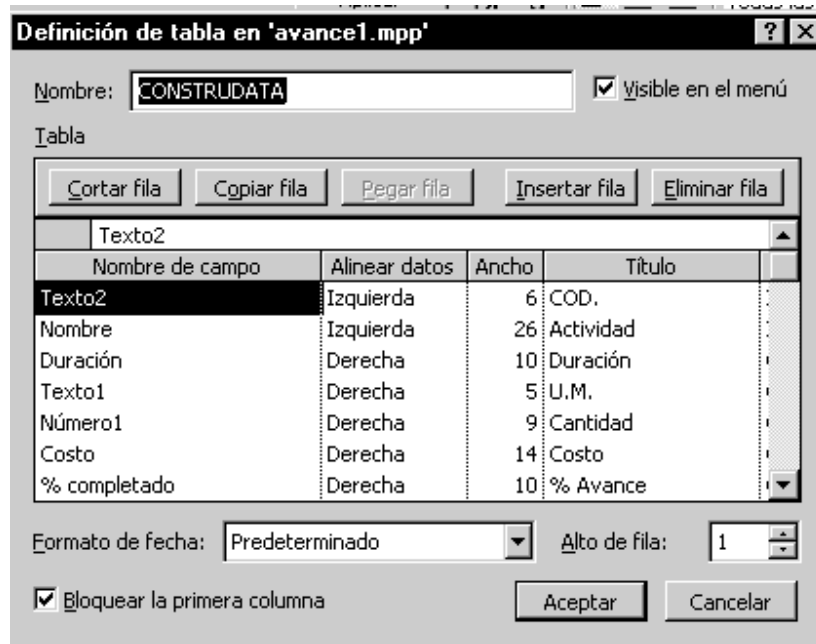


Las tablas también pueden modificarse o crearse nuevas con la opción Ver - Tablas - Más tablas... que también coloca en pantalla la lista de las existentes y botones para Copiar y para Modificar:



Cuando se escoge Modificar aparece un cuadro que permite cambiar, eliminar o crear líneas que representan las columnas de la tabla, para cada una de las cuales se define el nombre del campo que contendrá, la lista de la base de datos de Project, la alineación de los datos, el ancho de la columna, su título y la alineación del título. Una vez definidos los campos, se presiona Aceptar y la tabla quedará disponible tal como se definió.





## CONCLUSION

El gráfico de Gantt se presta para la programación de actividades de la más grandes especie, desde la decoración de una casa hasta la construcción de una nave. Desde su creación ha sido un instrumento sumamente adaptable y de uso universal, dada su fácil construcción.

En el desarrollo de un proyecto es común que se disponga de recursos limitados para la ejecución de actividades. El gráfico de Gantt permite identificar la actividad en que se estará utilizando cada uno de los recursos y la duración de esa utilización, de tal modo que puedan evitarse periodos ociosos innecesarios y se dé también al administrador una visión completa de la utilización de los recursos que se encuentran bajo su supervisión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [REDES y PERT / CPM, Método del camino crítico.](#)
- [http://www.geocities.com/w\\_pearl/add-ons.htm](http://www.geocities.com/w_pearl/add-ons.htm)
- <http://losconstructores.com/BancoConocimiento/p/project/plantilla10a.htm>
- <http://www.espe.edu.ec/cursos-e/civil/construccion/construc06.htm>
- <http://www.chilesat.net/uchile/apuntes2000/m3c1gant.doc>