

Formulación y Evaluación de Proyectos

4. LOS REQUISITOS ORGANIZACIONALES PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS.

*Cada "pequeño" proyecto contiene
toda la cadena de ADN de
un "gran" proyecto.*

Introducción

Subtema a. Las redes y cronogramas para la organización de la ejecución

Subtema b. El diagrama de GANTT

Subtema c. El método de camino crítico (CPM)/ PERT

Síntesis de la unidad

Palabras clave

Actividades

Introducción

En esta unidad se abordarán las técnicas relacionadas con los cronogramas y las redes para planificar, programar y controlar proyectos.

A lo largo de las anteriores unidades temáticas, se han ido desarrollando los elementos básicos que se necesitan para formular y ejecutar un proyecto.

De ese modo, se fueron definiendo:

- ✓ los **objetivos generales**,
- ✓ los **específicos** y
- ✓ los **resultados** que se esperaban alcanzar en el futuro y
- ✓ se enumeraron **las actividades** y **los medios materiales** y **no materiales** para lograr ese futuro deseado.



No obstante ello, aún resta definir una tarea esencial: para el cumplimiento de lo anterior se hace necesaria la movilización y utilización de los recursos. Esto significa que se deben organizar y sincronizar las actividades y la aplicación de los recursos de modo tal que se consigan los objetivos seleccionados de la manera más eficiente posible, entendiendo por eficiencia el menor tiempo o el menor costo.

A continuación, se revisarán los conceptos básicos sobre **redes** y **diagramas de barras** para la organización de la ejecución de un proyecto, para proseguir con los aspectos fundamentales del Diagrama de Gantt y el Método del Camino Crítico.

4. LOS REQUISITOS ORGANIZACIONALES PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS.

*Cada "pequeño" proyecto contiene
toda la cadena de ADN de
un "gran" proyecto.*

Introducción

Subtema a. Las redes y cronogramas para la organización de la ejecución

Subtema b. El diagrama de GANTT

Subtema c. El método de camino crítico (CPM)/ PERT

Síntesis de la unidad

Palabras clave

Actividades

Introducción

En esta unidad se abordarán las técnicas relacionadas con los cronogramas y las redes para planificar, programar y controlar proyectos.

A lo largo de las anteriores unidades temáticas, se han ido desarrollando los elementos básicos que se necesitan para formular y ejecutar un proyecto.

De ese modo, se fueron definiendo:

- ✓ los **objetivos generales**,
- ✓ los **específicos** y

- ✓ los **resultados** que se esperaban alcanzar en el futuro y
- ✓ se enumeraron **las actividades** y **los medios materiales** y **no materiales** para lograr ese futuro deseado.

👉 No obstante ello, aún resta definir una tarea esencial: para el cumplimiento de lo anterior se hace necesaria la movilización y utilización de los recursos. Esto significa que se deben organizar y sincronizar las actividades y la aplicación de los recursos de modo tal que se consigan los objetivos seleccionados de la manera más eficiente posible, entendiendo por eficiencia el menor tiempo o el menor costo.

A continuación, se revisarán los conceptos básicos sobre **redes** y **diagramas de barras** para la organización de la ejecución de un proyecto, para proseguir con los aspectos fundamentales del Diagrama de Gantt y el Método del Camino Crítico.

¿Qué significa todo esto?

La **planificación** permite prever el desarrollo de un conjunto de operaciones que concurren a la obtención de un resultado.

La planificación se puede entender como prospección, como una penetración en el futuro. Y como toda prospección reviste el carácter de "probable" dado que sólo el pasado puede conocerse con certeza y lo que puede suceder en el futuro lo desconocemos.

La metodología que brevemente se describirá a continuación, se puede aplicar a un conjunto de actividades con mayor o menor grado de complejidad cuyos elementos pueden ser físicos o intelectuales.

👉 Como se señaló precedentemente, frente a la necesidad de realizar eficientemente una serie de actividades para alcanzar un objetivo seleccionado de antemano, es preciso establecer una fecha "probable" de terminación, lo que significa situar en el tiempo todas las actividades que concurren al logro de ese objetivo.

A lo largo de estas breves notas se han ido desarrollando los elementos básicos que se necesitan para formular y ejecutar un proyecto. Así, se definieron los **objetivos generales**, **los específicos** y **los resultados** que se esperan alcanzar en el futuro; se enumeraron **las actividades** y **los medios materiales** y **no materiales** para lograr realizar ese proyecto en el futuro; no obstante ello, aún resta especificar una tarea esencial: para el cumplimiento de lo anterior se hace necesaria la

movilización y utilización de los recursos.

Lo que significa que se deben organizar y sincronizar las actividades y la aplicación de los recursos de modo tal que se consigan los objetivos seleccionados de la manera más eficiente posible, entendiendo por eficiencia menor tiempo o menor costo.

En los emprendimientos de poca envergadura, la tarea de planificación se realiza de manera intuitiva, sin aplicación de método ni técnica alguna que avale los cursos de acción seleccionados.

Simplemente, la utilización de la memoria y el buen criterio del planificador serán suficientes para captar todas las interdependencias entre las actividades y el orden en que éstas se deben realizar.

Sin embargo, a medida que se avanza en complejidad y en tamaño, se hace necesaria la aplicación de técnicas que optimicen los procedimientos y reduzcan al mínimo posible los grados de discrecionalidad del administrador del proyecto.

Para auxiliar al planificador en esta tarea surgieron innumerables técnicas que se basaron en lo esencial en la construcción de **Cronogramas** y de **Redes**.

El más antiguo de ellos es el **Cronograma de Barras**, que permite visualizar gráficamente la duración de las etapas de un trabajo y determinar sus fechas de inicio y fin, como se presentó en el cronograma de ejecución de la unidad 4.

Con el transcurso del tiempo los Cronogramas resultaron insuficientes a medida que los proyectos se tornaban más y más complejos. Fruto de la necesidad surgieron las **Técnicas de Redes**, que revolucionaron la planificación y el control administrativo. Más tarde se procuró unir la simplicidad de los cronogramas con la riqueza de detalle de las técnicas de redes, obteniéndose como resultado lo que podría denominarse "redes - cronogramas" o **Cronogramas PERT / CPM**.

A continuación se pasará revista a los conceptos más importantes señalados precedentemente.

Subtema b. El diagrama de GANTT.

Como se señalara anteriormente, el más antiguo de esos medios es el **Cronograma de Barras**, que permite visualizar gráficamente la duración de las etapas de un trabajo y determinar sus fechas de iniciación y terminación.

Desde su aparición, el Cronograma de Barras o Diagrama de Gantt, se convirtió en una herramienta ampliamente difundida tanto en la planificación como en el control de las actividades mas variadas.

Fue ideado por el ingeniero norteamericano Henry Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial y contemporáneo de Taylor, uno de los pioneros de la organización moderna. Procuró resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el período de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación y el tiempo total requerido para la ejecución del trabajo.

El gráfico de GANTT.

Se trata básicamente de un sistema de coordenadas en el que se indica:

En el eje Horizontal: la escala de tiempo definida en una unidad adecuada a la realización de los trabajos.

En el eje Vertical: el listado de actividades del proyecto.

A cada actividad se le hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración. Su aspecto general es el siguiente:

Actividades	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A								
B						X		
C								

En la ejecución nos encontramos en el final de la tercer semana.

Los símbolos son los siguientes:



Indica la duración prevista de una actividad.



Indica la fracción ya realizada de la actividad.



Indica el plazo durante el cual no puede realizarse la actividad.

Existen básicamente 3 tipos de Gráficos Gantt (GG):

- ✓ GG para la distribución de actividades
- ✓ GG para seguir la marcha de actividades
- ✓ GG para el control de la carga de trabajo

●El GG para la distribución de actividades permite identificar en qué actividad se está utilizando cada uno de los recursos del proyecto y el tiempo de duración de ese uso.

	Semanas							
Recursos	1	2	3	4	5	6	7	8
	A				B			
R1								
	A			B			C	
R2								

- Los recursos son presentados en el eje vertical,
- el tiempo en el horizontal y
- la tarea puede identificarse con un número sobre la línea que identifica la duración de la actividad.

El recurso uno (R1) se aplicará al desarrollo de las actividades A y B durante el período de tiempo señalado en el gráfico. Se puede observar también, que la actividad A tomó más tiempo del esperado y se excedió en una semana. Por su parte, aún resta una semana para concluir la actividad B. Un análisis similar vale para el Recurso dos. Cabe señalar, que los símbolos utilizados tendrán la misma interpretación independientemente del Gráfico en cuestión.

●El GG para seguir la marcha de las actividades, es similar al anterior pero con una pequeña inversión de términos.

	Semanas							
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8
	R1/R2							
A								
			R1/R2					
B						X		
							R2	
C								

■ En el eje horizontal se sigue indicando el tiempo, ■ en el vertical se indican las actividades, Con la diferencia que sobre la línea que determina la duración de la actividad se indica el/los recurso/s que está/n siendo utilizado/s.

Dependiendo del "grado de uso" del recurso (full time ó part time) se podrán admitir o no, superposiciones en la utilización de los mismos.

En el caso del ejemplo se supone que ambos recursos se utilizarán parte del tiempo en una actividad y parte del tiempo en otra.

El gráfico presentado más arriba, es una herramienta muy útil para planificar la utilización

● **El GG para el control de la carga de trabajo**, tiene por objeto proporcionar al administrador una visión de la carga de trabajo total del recurso. Indica con una línea gruesa la carga total de trabajo que tendrá el recurso, por ejemplo, 3 semanas. Con una línea fina, los períodos de tiempo que el recurso estará disponible para cada actividad, por ejemplo, se seleccionarán las distintas semanas o parte de semanas que el recurso se empleará en cada tarea.

En síntesis, se puede decir que el **GG** en todas sus variantes es una herramienta simple y de bajo costo que permite planificar y controlar proyectos de complejidad baja y media.

Ahora, cuando los proyectos que se desea planificar y controlar aumentan en complejidad, o cuando durante la ejecución de las actividades se deben introducir modificaciones, estos gráficos comienzan a mostrar serias limitaciones.

En respuesta a estas limitaciones, se desarrollaron otras técnicas que introdujeron nuevos conceptos para dar solución a las nuevas necesidades. Más tarde, éstas últimas, asociadas al ya conocido Gráfico de Gantt, dieron origen a las denominadas "Redes - Cronogramas" en alusión a los dos elementos básicos que combinan: el Gráfico Gantt (Cronograma) y el método PERT (Red).

En síntesis, se puede decir que el **GG** en todas sus variantes es una herramienta simple y de bajo costo que permite planificar y controlar proyectos de complejidad baja y media.

Ahora, cuando los proyectos que se desea planificar y controlar aumentan en complejidad, o cuando durante la ejecución de las actividades se deben introducir modificaciones, estos gráficos comienzan a mostrar serias limitaciones.

En respuesta a estas limitaciones, se desarrollaron otras técnicas que introdujeron nuevos conceptos para dar solución a las nuevas necesidades. Más tarde, éstas últimas, asociadas al ya conocido Gráfico de Gantt, dieron origen a las denominadas "Redes - Cronogramas" en alusión a los dos elementos básicos que combinan: el Gráfico Gantt (Cronograma) y el método PERT (Red).

Algunas Definiciones

Se intentará clarificar la discusión que sigue definiendo algunos términos y conceptos que serán de utilidad.

¿Qué es el PERT / CPM?

Las siglas PERT responden a los términos en idioma inglés Program Evaluation and Review Technique, que traducido al castellano significan aproximadamente Evaluación de Programas y Técnicas de Revisión.

De manera similar, las siglas CPM responden a los términos Critical Path Method, algo así como Método del Camino Crítico.

Los orígenes de ambos métodos son diferentes . El CPM surge a mediados de la década del '50 en el ámbito de la empresa privada. El PERT surge a finales de esa misma década como solución a los problemas de planificación y control de la ejecución, que estaba teniendo el famoso Proyecto Polaris de la Marina de los EEUU.

El CPM puso énfasis en las evaluaciones deterministas y en las cuestiones de Costo, mientras que el PERT lo hizo en los aspectos vinculados al Tiempo y en las técnicas probabilísticas para estimar la duración de cada actividad.

En general, se puede afirmar que ambas técnicas son semejantes y no han resistido los intentos para

mantenerlas en campos separados. Actualmente, ambos sistemas se encuentran integrados de tal manera que es común designarlos con las siglas conjuntas PERT / CPM, como un sistema único cuyas diferencias carecen de importancia.

Para resumir lo dicho hasta aquí, se puede sintetizar que el PERT / CPM es un sistema técnico que disciplina la elaboración de un proyecto y el control de su ejecución, a través de la utilización de diagramas y de la representación gráfica.

Elementos que lo integran

Los elementos que integran el diagrama PERT son básicamente dos:

- ✓ **Círculos:** Para representar los acontecimientos, eventos o hitos.
- ✓ **Flechas:** Para representar las actividades.

Acontecimiento: Evento o Hito.

Es un instante en el tiempo fácilmente identificable. La iniciación o la conclusión de una actividad es un evento. No implican la ejecución de actividad alguna y no consumen tiempo ni recursos.

Por ejemplo: la Terminación de la Losa del tercer piso, es un evento en un proyecto hipotético de construcción de un edificio. Los eventos se representan de modo general por medio de círculos. Por lo general, suelen numerarse en forma lógica y tienen asignada una fecha en el calendario que indica su momento probable de ocurrencia. De este modo, se puede decir que los eventos son puntos o hitos situados a lo largo del tiempo.

Hay diferentes tipos de eventos, entre los más importantes se pueden señalar:

- ✓ **Evento Comienzo de Actividad:** es el que determina el comienzo de la ejecución de una actividad.
- ✓ **Evento Inicial:** es el que señala el inicio de la primera actividad del proyecto.
- ✓ **Evento Fin de actividad:** señala el fin de una actividad.
- ✓ **Evento Final:** señala la terminación de las actividades del proyecto.
- ✓ **Evento Atado:** es aquel que debe suceder en una fecha preestablecida no susceptible de alteración.

Actividad: o Tarea(3) .

Es el trabajo que debe realizarse. Cada actividad une dos eventos consecutivos en una red PERT. Las actividades son la ejecución misma del trabajo, y por lo tanto, son la parte de la red que consume tiempo. El tiempo es trabajo, y en consecuencia las actividades son las que necesitan los recursos materiales, humanos y financieros. Se representan en la Red PERT mediante Flechas que unen dos eventos. El sentido de la flecha indica el sentido de la actividad: si la flecha va del evento 1 al 2 significa que partiendo del evento 1, si se quiere arribar al evento 2, se debe ejecutar la actividad señalada. De la misma manera que los eventos tienen asociadas **fechas** (probables de ocurrencia) las actividades tienen asociadas **tiempo**. Generalmente, ese tiempo se incorpora en el diagrama sobre la flecha, significando el tiempo que se necesitará gastar para ejecutar dicha actividad.

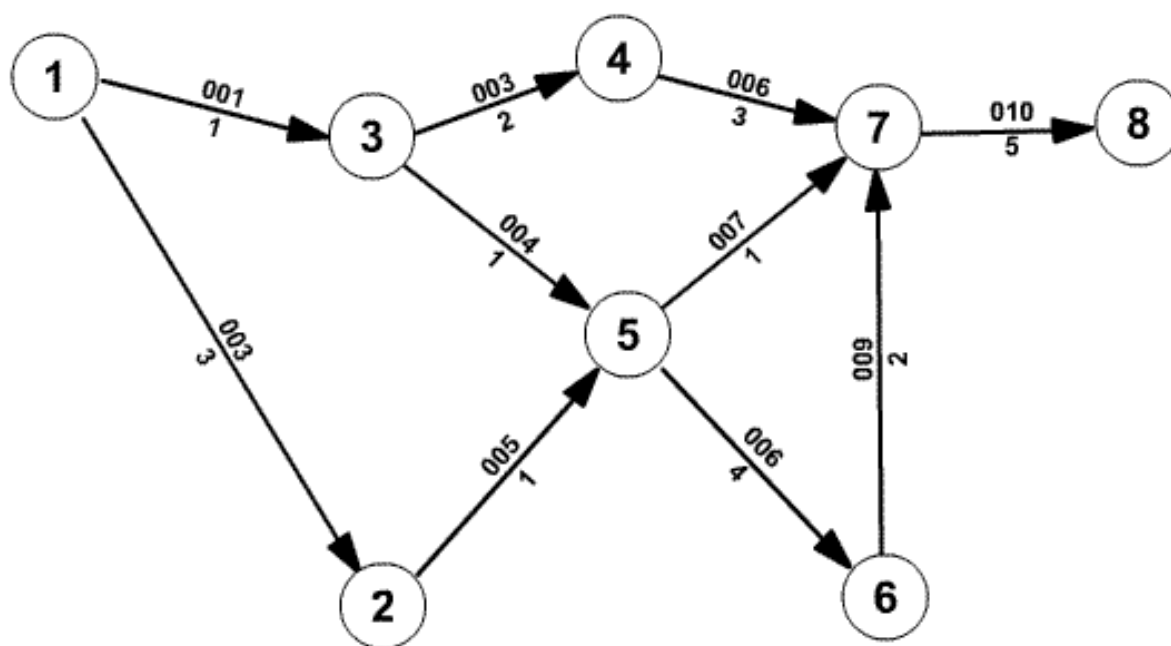
Muchas veces en la construcción de los gráficos se hace necesaria la introducción de actividades ficticias o actividades "fantasmas". Esto suele hacerse para entrelazar dos eventos, de manera de establecer una correlación entre las fechas que cada evento representa, sin que esta vinculación signifique la ejecución de una actividad real. Estas actividades se representan con flechas discontinuas (líneas punteadas).

Esquema Clásico

Se parte de un Evento Inicial desde el cual se representan mediante flechas todas las actividades que se realizan desde ese evento. En el extremo de cada flecha habrá otro evento que determinará la finalización de la/ las actividad/ es en cuestión. Estos eventos pueden o no coincidir, es decir, puede ser el lugar común en el cual finalizan varias actividades.

En el ejemplo del proyecto de construcción de un edificio, se tendrá un conjunto de actividades tales como: Comprar clavos, Comprar tablas y Contratar carpinteros, todas ellas destinadas a la confección de las armazones de madera para las estructuras de hormigón. Así, las actividades enumeradas convergen en un único evento que es la construcción de los armazones de madera. Si en cambio, hubiéramos tenido las actividades Comprar tablas y Comprar hierro redondo, dado que dichas actividades se destinan a fines distintos deberán confluir en eventos diferentes.

Las cosas continuarán de la misma manera hasta que todas las actividades vinculadas al proyecto vayan concluyendo. Se podrá apreciar que, a medida que avancemos en la programación de actividades se irá confluyendo en un número cada vez menor de eventos hasta que el último indique el final del proyecto. El esquema obtenido se denomina **Grafo**(4) o **Gráfico** y tiene aproximadamente el aspecto de la figura que se muestra a continuación(5) .



Los eventos, representados por círculos, están numerados correlativamente al igual que las actividades, representadas por flechas. Además, sobre la flecha, se indica la duración de la actividad, por ejemplo en días.

(3) A veces suele utilizarse el término Tarea para designar una actividad de menor nivel, queriendo significar que cada actividad puede ser subdividida en un conjunto acotado de tareas. En nuestras notas esta diferencia no será tomada en cuenta y se utilizarán indistintamente ambos términos.

(4) Sin entrar en consideraciones matemáticas que se encuentran fuera del alcance de estas breves notas, se puede decir que un grafo es básicamente la construcción de una "red" que vincula distintos eventos en el tiempo teniendo en cuenta un ordenamiento lógico de las mismas.

(5) Ver en BID (1990) figura Ver en BID (1990) figura página 312.

Algunas Definiciones

Se intentará clarificar la discusión que sigue definiendo algunos términos y conceptos que serán de utilidad.

¿Qué es el PERT / CPM?

Las siglas PERT responden a los términos en idioma inglés Program Evaluation and Review Technique, que traducido al castellano significan aproximadamente Evaluación de Programas y Técnicas de Revisión.

De manera similar, las siglas CPM responden a los términos Critical Path Method, algo así como Método del Camino Crítico.

Los orígenes de ambos métodos son diferentes . El CPM surge a mediados de la década del '50 en el ámbito de la empresa privada. El PERT surge a finales de esa misma década como solución a los problemas de planificación y control de la ejecución, que estaba teniendo el famoso Proyecto Polaris de la Marina de los EEUU.

El CPM puso énfasis en las evaluaciones deterministas y en las cuestiones de Costo, mientras que el PERT lo hizo en los aspectos vinculados al Tiempo y en las técnicas probabilísticas para estimar la duración de cada actividad.

En general, se puede afirmar que ambas técnicas son semejantes y no han resistido los intentos para mantenerlas en campos separados. Actualmente, ambos sistemas se encuentran integrados de tal manera que es común designarlos con las siglas conjuntas PERT / CPM, como un sistema único cuyas diferencias carecen de importancia.

Para resumir lo dicho hasta aquí, se puede sintetizar que el PERT / CPM es un sistema técnico que disciplina la elaboración de un proyecto y el control de su ejecución, a través de la utilización de diagramas y de la representación gráfica.

Algunas Definiciones

Se intentará clarificar la discusión que sigue definiendo algunos términos y conceptos que serán de utilidad.

¿Qué es el PERT / CPM?

Las siglas PERT responden a los términos en idioma inglés Program Evaluation and Review Technique, que traducido al castellano significan aproximadamente Evaluación de Programas y Técnicas de Revisión.

De manera similar, las siglas CPM responden a los términos Critical Path Method, algo así como Método del Camino Crítico.

Los orígenes de ambos métodos son diferentes . El CPM surge a mediados de la década del '50 en el ámbito de la empresa privada. El PERT surge a finales de esa misma década como solución a los problemas de planificación y control de la ejecución, que estaba teniendo el famoso Proyecto Polaris de la Marina de los EEUU.

El CPM puso énfasis en las evaluaciones deterministas y en las cuestiones de Costo, mientras que el PERT lo hizo en los aspectos vinculados al Tiempo y en las técnicas probabilísticas para estimar la duración de cada actividad.

En general, se puede afirmar que ambas técnicas son semejantes y no han resistido los intentos para mantenerlas en campos separados. Actualmente, ambos sistemas se encuentran integrados de tal manera que es común designarlos con las siglas conjuntas PERT / CPM, como un sistema único cuyas diferencias carecen de importancia.

Para resumir lo dicho hasta aquí, se puede sintetizar que el PERT / CPM es un sistema técnico que disciplina la elaboración de un proyecto y el control de su ejecución, a través de la utilización de diagramas y de la representación gráfica.

- ✓ **Numeración de eventos:** Una vez que ya se ha armado la estructura del PERT (Listado de actividades y precedencia) se deberá proceder a la numeración de los eventos. Para ello se efectuará una numeración correlativa siguiendo el sentido de las flechas que representan las actividades, teniendo especial cuidado de no numerar ningún evento sin que todos los demás que lo preceden en el diagrama hayan sido numerados. La numeración de eventos es una tarea imprescindible para la determinación del Camino Crítico que se examinará más adelante.
- ✓ **Duración de las actividades:** Como se definió más arriba, el factor tiempo es el elemento más importante de una actividad en los esquemas de redes que estamos estudiando. Por lo tanto, una vez definida la lista completa de las actividades del proyecto se deberá proceder a calcular el tiempo que cada una de ellas insumirá. Dependiendo del problema que se esté tratando de resolver, existirá mayor o menor certeza en cuanto a la duración de cada actividad.

En función de lo anterior, se suele hablar de **Estimaciones Deterministas** o **Estimaciones Probabilísticas** para los casos en los que se conoce con certeza la duración de las actividades o para los que se conocen sólo aproximaciones, respectivamente. En los casos en los que se tiene certeza de la duración de la actividad, simplemente se procede a registrar en las puntas de las flechas el tiempo o duración establecida. En los casos en los que no puede determinarse una duración precisa para la actividad, se utiliza una estimación basada en tres tiempos diferentes:

- **TIEMPO OPTIMISTA:** El menor tiempo posible en el cual se estima probable la realización de la actividad.
- **TIEMPO MÁS PROBABLE:** La estimación de tiempo más exacta posible.
- **TIEMPO PESIMISTA:** El máximo tiempo necesario para la ejecución de la actividad.

Con estos datos se calcula, mediante técnicas estadísticas, el **tiempo medio** que no es otra cosa que el valor que se esperaría obtener si la actividad se repitiese un número lo suficientemente grande de veces.

- ✓ **Determinación de la Fecha más Temprana:** Una vez determinada la duración de una actividad, sea por medio de una única estimación, sea mediante tres, se deberán establecer las Fechas en las cuales se estima que se irán alcanzando los distintos eventos del proyecto. Dichas fechas se acostumbra colocar debajo del círculo que representa un evento.

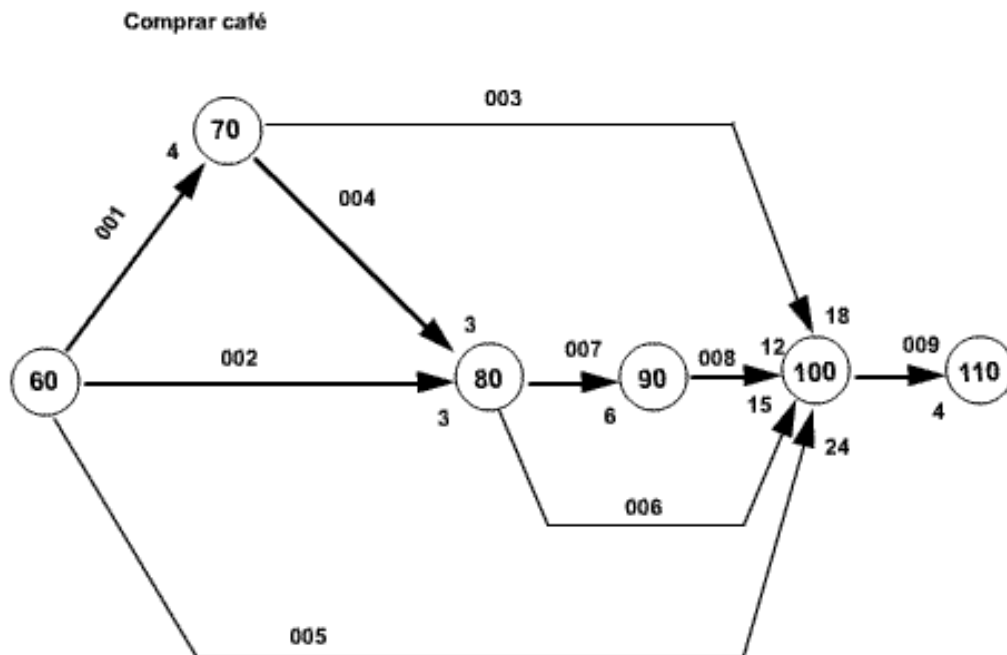
La **Fecha más Temprana de un Evento** representa el tiempo más próximo posible en que el evento podrá realizarse. ¿Cómo se calcula? Simplemente, sumando las **Duraciones** de todas las actividades precedentes. En el caso en que varias actividades converjan en un mismo evento, la Fecha más Temprana de ese Evento es la que resulta de la mayor suma obtenida entre todas las efectuadas.

Tal razonamiento, aunque parezca equivocado es totalmente lógico: supóngase que dos amigos deciden juntarse en un bar a tomar un café al finalizar la jornada laboral. A uno de ellos le toma dos horas trasladarse desde su lugar de trabajo al sitio del encuentro y al otro tres. Es evidente, que si lo que se desea es efectivamente formalizar el encuentro se deberá aguardar tres horas para lograr el cometido, es decir, la mayor **Duración** de las dos actividades.

De igual manera, se calculan todas las Fechas más Tempranas para cada uno de los eventos de la red. Al finalizar el proceso se habrá llegado al último evento o **Evento Final** con una fecha que corresponde al **Tiempo Mínimo** en que puede realizarse el proyecto.

- ✓ **Camino Crítico:** Finalmente se abordará la idea de Camino Crítico, importante concepto que se halla detrás del método PERT / CPM(9).

Si se observa con detenimiento el gráfico PERT que se encuentra a continuación, se podrá comprobar que desde el Hito o Evento Inicial (en el gráfico identificado con el número 60) se pueden seguir varios caminos hasta el Evento Final (identificado con el número 110).



En el gráfico(10) se identifican los eventos con círculos numerados de 10 unidades en 10 unidades que van desde el número 60 al 110. Por su parte, las actividades están numeradas en forma correlativa desde el 001 al 009, identificando la duración de cada una de ellas con un número que indica la cantidad de días necesarios para su ejecución en los extremos de las flechas.

👉 Ahora bien, si a través de la red se sigue un camino demasiado corto desde el evento inicial al final, ocurrirá que habrá un conjunto de actividades que no se realizarán. Por lo tanto, para que todas ellas se realicen, es necesario disponer de un tiempo tal, que permita recorrer el mayor camino registrado desde el comienzo hasta el final de todas las actividades. Sólo así se tendrá la seguridad de que las otras actividades que no fueron recorridas habrán tenido el tiempo suficiente para realizarse.

Ese **Camino Máximo** se denomina **Camino Crítico** y corresponde al menor tiempo posible en el que puede realizarse el proyecto. Es decir, el análisis de la red PERT (diagrama de círculos y flechas) permite conocer el tiempo mínimo necesario para concretar el proyecto.

(9) Aquellos estudiantes interesados en profundizar los aspectos matemáticos de estas técnicas de programación se recomienda consultar "Introducción a la Investigación Operativa" de Emir Ibarra. Ediciones Marymar.

(10) En BID (1990) figura 61, página 331.

Gantt y PERT / CPM: La técnica de redes vista anteriormente permite dar una nueva dimensión al diagrama de Gantt convencional. En este sentido han sido de gran ayuda las herramientas informáticas desarrolladas en los últimos años. Tales programas utilitarios han permitido fundir, en un único conjunto elementos, el gráfico de barras tradicional con los conceptos de la red PERT / CPM de la precedencia y los eventos. Es el caso del conocido programa PROJECT de Microsoft.

Al iniciar una sesión con este utilitario se recomienda seleccionar la **Vista de Diagrama de Gantt**. Una vez seleccionada, se desplegará ante el usuario un cuadro en el que se especifican en columnas conceptos tales como:

- ✓ Nombre de la tarea ó Descripción de la actividad
- ✓ Duración
- ✓ Comienzo
- ✓ Fin
- ✓ Predecesoras
- ✓ Nombre del recurso

A continuación de las columnas se despliega un calendario, cuya escala temporal puede ser seleccionada por el usuario (minutos, días, semanas o meses).

Como primer paso se recomienda **especificar la fecha de inicio** de las tareas y dejarla fija a lo largo de la programación. A continuación se deberán especificar, en el campo **Nombre de la Tarea**, todas las actividades que se desarrollarán en el marco del proyecto en el orden en que éstas deberán ocurrir.

Luego, introduzca en el campo **Duración** el tiempo estimado para realizar la actividad en la unidad de medida seleccionada previamente, generalmente se utilizan días o semanas. No obstante, esa definición dependerá de la naturaleza del proyecto. No especifique fechas en los campos Comienzo o Fin para las Tareas. A partir de la fecha de inicio del proyecto y con las duraciones introducidas MsProject calculará automáticamente dichos campos.

Una vez que haya completado la lista de Tareas, deberá comenzar a introducir los **Hitos o Eventos del proyecto**. Éstos se agregan insertando filas en el listado de tareas significando la finalización o inicio de alguna fase del proyecto. La forma de agregarlos es, de nuevo, describir el evento en el campo Nombre de la Tarea y asignarle una duración de cero días (0d). Esta especificación convertirá automáticamente cualquier actividad en un evento. Los hitos aparecerán en el diagrama, junto a las

barras que representan las tareas, como un rombo relleno.

Posteriormente se deberá proceder a **Vincular las tareas**. MsProject efectúa tal vinculación de manera automática, simplemente se deberán seleccionar aquellas tareas que se desea vincular y seleccionar en el menú Edición / Vincular Tareas. El programa respetará el orden en que fueron seleccionadas las tareas por el usuario y las vinculará por defecto siguiendo la lógica "Fin a Comienzo", es decir, una vez finalizada la tarea 1 comenzará la tarea 2.

Esta dependencia predeterminada puede ser fácilmente modificada. El programa también permite asignar recursos a cada actividad o grupo de actividades e incluso estimar los costos asociados. Finalmente, si se han cubierto todos los pasos necesarios, el programa permite simplemente cambiando la Vista, obtener el diagrama PERT / CPM que se ha estudiado en párrafos anteriores.

El utilitario comentado es uno de los más utilizados en la programación y seguimiento de proyectos de mediana complejidad. Posee una profusa ayuda disponible mientras el usuario se encuentra trabajando, la cual recomendamos consultar para ahondar los conceptos desarrollados en estas notas y otros que puedan ser de interés.

A lo largo de las distintas unidades se han ido respondiendo una importante variedad de preguntas en torno a nuestro proyecto. Comenzando por el ¿qué hacer?, ¿cómo hacerlo? y ¿quién lo hará?, hasta el ¿cuánto se tardará en hacerlo?, ¿cuál es el orden de precedencia? y ¿en qué fecha comenzará y en cuál finalizará nuestro proyecto?. Será de suma importancia responder a todas y a cada una de ellas si es que se quiere tener una adecuada planificación, una eficiente programación y un eficaz control del proyecto.

Síntesis de la Unidad

A lo largo de estas notas se abordaron las distintas técnicas relacionadas con los cronogramas y las redes para planificar, programar y controlar proyectos.

Se repasaron algunos conceptos importantes tales como:

Planificar: Establecer la secuencia lógica de los acontecimientos. Es visualizar el orden en que deben producirse.

Programar: Se trata de aplicar el calendario al plan seleccionado. Ello nos permite visualizar cómo deberían distribuirse los recursos.

Controlar: Una vez definido el Plan y el Programa de ejecución se debe verificar si los acontecimientos se producen en fecha, con retraso o con adelanto.

Se verificó que en los emprendimientos de poca envergadura, la tarea de planificación se realiza de manera intuitiva, sin aplicación de método ni técnica alguna que avale los cursos de acción seleccionados. Simplemente, la utilización de la memoria y el buen criterio del planificador serán suficientes para captar todas las interdependencias entre las actividades y el orden en que éstas se deben realizar.

Sin embargo, a medida que se avanza en complejidad y en tamaño, se hace necesaria la aplicación de técnicas que optimicen los procedimientos y reduzcan al mínimo posible los grados de discrecionalidad del administrador del proyecto. En ese contexto se introdujeron las técnicas de construcción de Cronogramas y de Redes.

En primer término, se pasó revista al Diagrama de Gantt o Cronograma de Barras, que permite visualizar gráficamente la duración de las etapas de un trabajo y determinar sus fechas de iniciación y terminación. Este dispositivo procura resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el período de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación y el tiempo total requerido para la ejecución del trabajo.

Se describieron 3 tipos básicos de Gráficos Gantt (GG):

- ✓ GG para la distribución de actividades
- ✓ GG para seguir la marcha de actividades
- ✓ GG para el control de la carga de trabajo

Más tarde, se procedió a analizar el método del Camino Crítico. Este método, ó más genéricamente las Técnicas de Redes, fueron surgiendo a medida que los proyectos se tornaron más complejos y los Cronogramas o Diagramas de Barra se volvieron insuficientes.

A través de los distintos conceptos, se puso de manifiesto la idea de que entre las actividades de un proyecto existe una relación de dependencia y que a partir de dicha relación, se pueden construir los eslabonamientos que darán como resultado un gráfico semejante a un diagrama de flechas que será la base para la construcción de la Red o PERT. Dicha Red es la que pone de manifiesto la **secuencia de actividades** y sus **interrelaciones**.

A continuación, se dieron algunas definiciones básicas comenzando por el significado y los orígenes de estas técnicas. Así, se dijo que las siglas PERT responden a los términos en idioma inglés Program Evaluation and Review Technique, que traducido al castellano significan Evaluación de Programas y Técnicas de Revisión. De manera similar, las siglas CPM responden a los términos Critical Path Method, Método del Camino Crítico.

Asimismo, el CPM surge a mediados de la década del '50 en el ámbito de la empresa privada; por su parte, el PERT surge a finales de esa misma década como solución a los problemas de planificación y control de la ejecución, que estaba teniendo el famoso Proyecto Polaris de la Marina de los EEUU.

El CPM puso énfasis en las evaluaciones deterministas y en las cuestiones de Costo, mientras que el PERT lo hizo en los aspectos vinculados al Tiempo y en las técnicas probabilísticas para estimar la duración de cada actividad.

En general, se puede afirmar que ambas técnicas son semejantes y no han resistido los intentos para mantenerlas en campos separados. Actualmente, ambos sistemas se encuentran integrados de tal manera que es común designarlos con las siglas conjuntas PERT / CPM, como un sistema único cuyas diferencias carecen de importancia.

Se pasó revista a los conceptos y elementos más importantes que integran el método. Así, se repasaron los elementos que integran el gráfico de la red, es decir, los círculos y las flechas para designar los distintos tipos de eventos y las actividades que se deberán realizar en el marco del proyecto.

Sobre la base de esos elementos se procedió a describir el Esquema Clásico de Red y se comentaron las principales tareas que se deberán ejecutar para la construcción del diagrama PERT / CPM: Listar las actividades, señalar la precedencia entre actividades, introducir y numerar los eventos de la red, establecer la duración de las actividades, determinar la fecha más temprana y finalmente seleccionar el camino crítico.

Por último, se comentó la difusión que ha tenido la aplicación integrada de los dos métodos analizados, el Gantt y el PERT / CPM, a través de una única herramienta multidimensional que incorpora lo mejor de ambas técnicas de programación. A efectos de ilustrar este punto, se procedió a realizar una brevísima introducción a la utilización del difundido programa de computación "Project" de la familia de productos de Microsoft.

Palabras Clave

Planificar	Actividad Fantasma
Programar	Actividad Predecesora
Controlar	Actividad Subsiguiente
Cronograma de Barras	Duración de la Actividad
PERT / CPM	Evento Fantasma
Círculo	Correlación de Actividades
Flecha	Estimación Determinista
Evento	Estimación Probabilística
Evento Inicial	Fecha más Temprana
Evento Final	Camino Crítico
Actividad	