



**Capítulo de España**

**1er. Congreso  
de Dirección de Proyectos  
24-Febrero-2004**

Título de la Ponencia: **“La Cadena Crítica en proyectos de software”**



**D. Raúl Moreno.**  
**Responsable de Desarrollo de SP – Grupo SAGE**

I.T. Informática de Gestión por U.N.E.D. Responsable de Desarrollo de SP – Grupo SAGE, empresa fabricante de software estándar de gestión como el Contaplus, habiendo sido desde el año 1994 hasta 2001 Project Manager de Contaplus. Actualmente, participando en la dirección de proyectos de SP, aplicando en el proceso de fabricación del software la ingeniería de procesos, aplicando metodología de TOC, con la CCPM para la planificación y EVMS para la gestión de costes y predicciones del proyecto.

Autor	Raúl Moreno de Juan ( <a href="mailto:rmoreno@gruposp.com">rmoreno@gruposp.com</a> ) Responsable de Desarrollo SP – Grupo SAGE
Título	La Cadena Crítica en proyectos de software
Fuente	1 <sup>er</sup> . Congreso Nacional de Dirección de Proyectos (24 de Febrero de 2004)
Resumen	Es la exposición práctica de la manera de entender la Teoría de las Limitaciones y la aplicación de la CCPM a los proyecto de software basada en la experiencia de la Dirección de Tecnología de SP – Grupo SAGE, los fabricantes de Contaplus.

El seguimiento de un proyecto cuando monitorizamos las tareas que lo componen, los tiempos de cada tarea y los recursos de las mismas, es la actividad que un PMP (Project Management Professional) tiene que repetir con mayor frecuencia. Como resultado del seguimiento hay que analizar los datos para que te informen de la situación del proyecto y su viabilidad, plazos, etc. Responder a preguntas de tipo “¿cuando terminará el proyecto?” o “¿acabará en plazo, coste y calidad establecido al principio del proyecto?” impone el uso de una metodología capaz de generar el conocimiento para que las respuestas tengan un base matemática y no las obtengamos por métodos empíricos.

Utilizar TOC (Theory Of Constrains) aplicando los fundamentos de la “Cadena Crítica” para la gestión de los tiempos de un proyecto o CCPM (Critical Chain Project Management) hace que las respuestas estén basadas en datos cuantificables y sus datos respondan automáticamente a las preguntas que frecuentemente debe hacerse un PMP.

La experiencia vivida en la fabricación del software con la puesta en práctica de la CCPM y los inmediatos beneficios obtenidos es el principal motivo de la realización de este trabajo.

En la gestión de proyecto encontramos que parte de las dificultades del mismo pueden tener su origen en algún problema de fondo de fácil localización y difícil solución. Esta es la razón por la cuál en todos los entornos de gestión de proyectos se suceden una y otra vez los mismos conflictos sin hallar soluciones definitivas. Aplicando los principios de TOC en el sistema, detectando el eslabón más débil, realizando los cinco pasos<sup>1</sup> de la mejora continua y conociendo el objetivo damos solución al problema.

La CCPM es la restricción relevante dentro del ámbito del proyecto. Está compuesta por secciones dependientes de la ruta y secciones dependientes de los recursos disponibles. Diseñada para aquellos entornos donde se comparten recursos, existe mucha incertidumbre y donde cumplir con los objetivos de plazo, presupuesto y alcance se convierte en estratégico. En la CCPM se aplican todos los fundamentos de TOC como son las limitaciones por tarea o recurso, el buffer<sup>2</sup> de proyecto o alimentación, los cuellos de botella, el drum<sup>3</sup>, etc.

Primero se estudiará la aplicación de la CCPM a un proyecto y luego se extrapolará al multiproyecto.

Atendiendo a la fase de planificación del calendario del proyecto y tras la identificación de tareas procedentes del WBS (Work Breakdown Structure), se asignan tiempos de tareas con el método PERT (Program Evaluation and Review Technique) para conseguir la duración estadística<sup>4</sup> y su varianza<sup>5</sup>. Es aconsejable disponer las tareas de mayor riesgo lo antes posible. Aquí se propone que si una tarea tiene una duración menor a cinco días, se realicen agrupaciones de tareas en una sola que supere esta

<sup>1</sup> Los cinco pasos del enfoque:

- Identificar la restricción del sistema.
- Decidir como explotar la restricción del sistema.
- Subordinar todo el resto, a las decisiones anteriores.
- Elevar la restricción del sistema.
- No permitir que la inercia se convierta en la restricción del sistema.  
Cuando una restricción se rompa, regrese al paso “a”.

<sup>2</sup> Buffer es el término más propio para llamar a los amortiguadores de la cadena crítica.

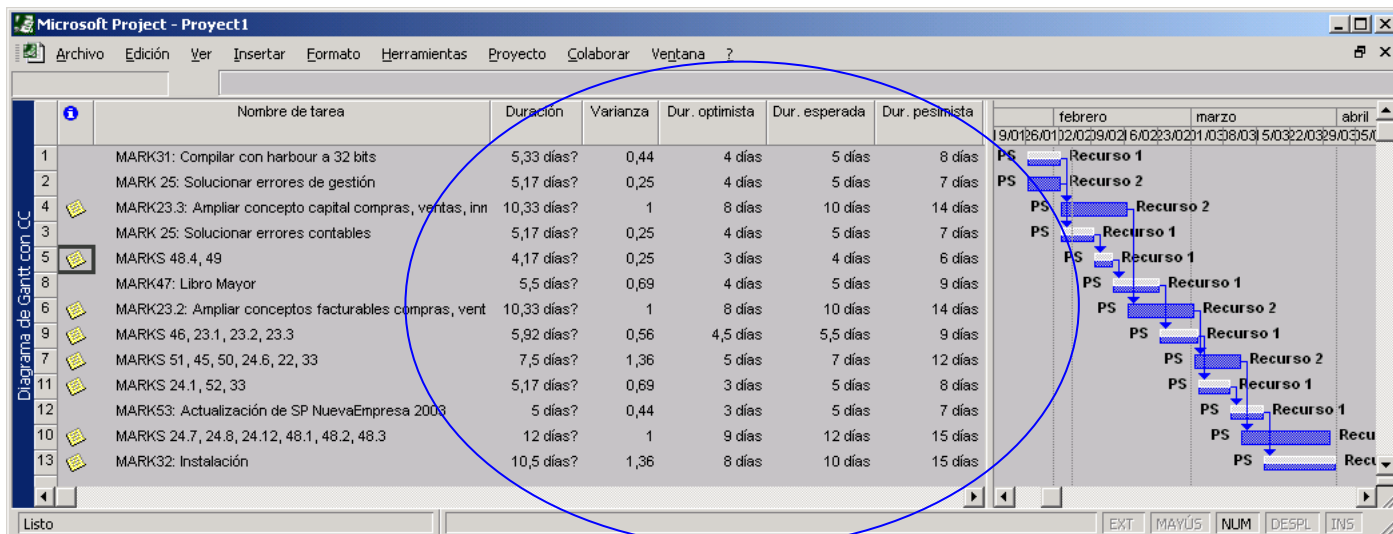
<sup>3</sup> Drum o tambor es quien marca el ritmo de producción, en sí es una limitación del sistema.

<sup>4</sup> Duración estadística es ( Duración Optimista + 4 \* Duración Estimada + Duración Pesimista ) / 6

<sup>5</sup> Varianza es el cuadrado de la desviación típica.

## La Cadena Crítica en proyectos de software

magnitud, nos dará efectividad en el método de cálculo posterior de la CCPM y un seguimiento de tarea que se completará en la medida que se complete cada una de las tareas agrupadas. Se realiza una disposición temporal, conociendo el principio y fin del calendario, se asignan los recursos que van a realizarlas y si no realizáramos nada más, tendríamos una planificación con el método CPM (Critical Path Method) o “camino crítico”.



Planificación con PERT y CPM. (en blanco)

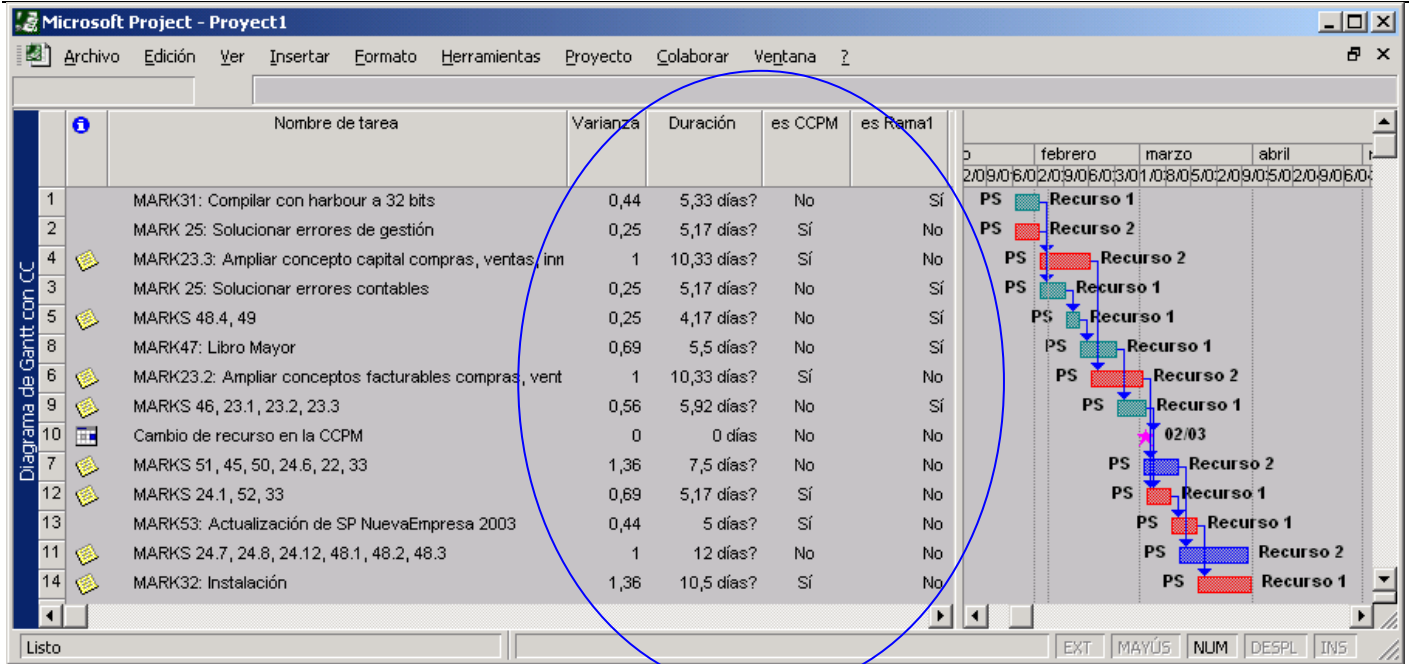
Es en este momento cuando empezamos a aplicar la metodología de la “Cadena Crítica”.

Lo primero a realizar es la visualización de cada tarea por el perfil del recurso que la va a realizar. Este es un punto importante ya que es necesario tener definido el perfil al ser una limitación del sistema, que la identificación de la CCPM en una planificación es asignada a recursos que pertenezcan al mismo perfil.

El siguiente paso es elegir las tareas que componen la CCPM empezando desde la tarea que termina la última en fecha, ésta es obligatoria, hasta la que comienza primero por perfiles de recursos homogéneos. El criterio a cumplir es que dos tareas que pertenecen a la CCPM no se solapen en el tiempo y sean dependientes temporalmente una de otra. En este momento el PMP aplica el criterio de asignación por perfiles homogéneos a las tareas que formarán la CCPM y criterios específicos del proyecto para su identificación. Según sea la herramienta utilizada para la gestión de proyectos, se recomienda aplicar una dependencia temporal de comienzo a fin a las tareas de la Cadena crítica.

Ahora será el momento de cambiar el perfil de un recurso por el nombre del recurso e identificar los puntos en donde el recurso asignado a la CCPM cambia por otro. Esto es importante porque hay que identificar qué tareas de cada recurso nos crean una “rama” que desembocará en la CCPM y nos está determinado el número de *buffers de alimentación* que van a proteger a la CCPM. Aquí es recomendable crear un hito de aviso de cambio de recurso en la CCPM que también servirá de alerta para monitorizar los correspondientes buffers de alimentación.

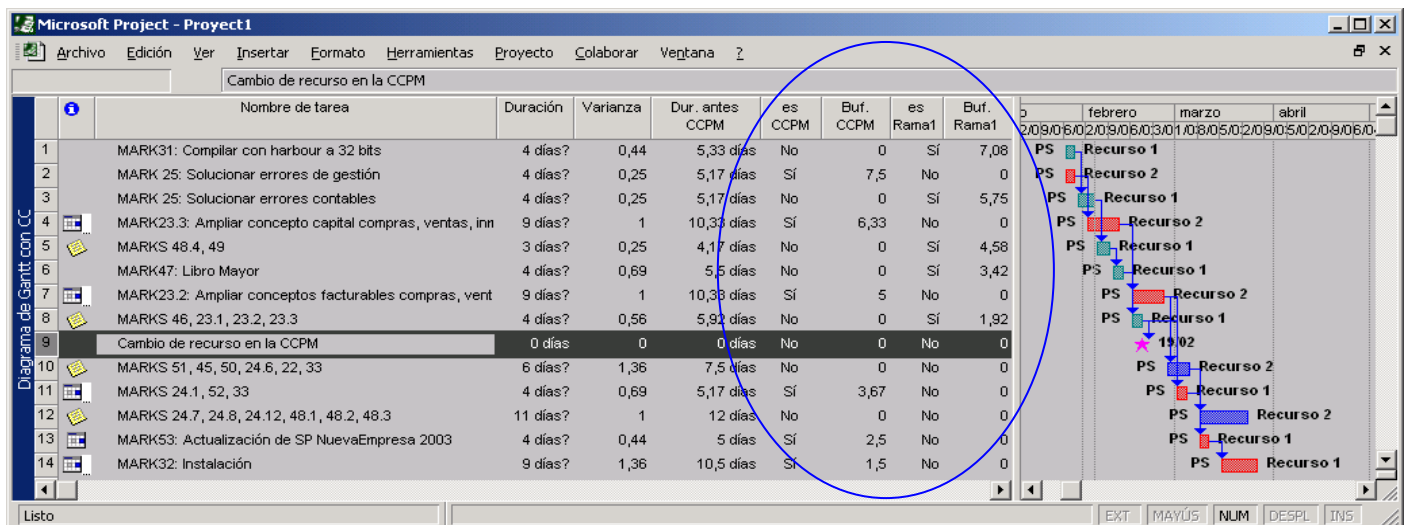
## La Cadena Crítica en proyectos de software



Identificación de la CCPM. (en rojo)

El siguiente proceso a realizar ya va a empezar a cambiar la fisonomía de la planificación. Atendiendo a la metodología TOC, nos dice que todas las tareas las reduzcamos a la mitad de tiempo y esa merma de tarea se acumulará en el buffer de proyecto y luego se dividirá entre dos. Si analizamos este paso, hemos redistribuido la duración de las tareas, hemos creado un buffer de proyecto que es un tercio del mismo y la duración del proyecto es menor que cuando la calculamos con el método CPM. Sabemos que en las planificaciones, instintivamente, nos protegemos frente a los retrasos y en las estimaciones se da la Ley de Murphy, la Ley de Parkinson<sup>6</sup> y en las tareas el Síndrome del Estudiante<sup>7</sup>.

Aquí, la Dirección de Tecnología de SP aplica un criterio más particular de reducción de tiempo de tarea como método de cálculo de reducción de tarea, que es que a cada tarea se le recalcula su duración restándole la varianza y la parte decimal que tenga, y acumulando esta diferencia en el buffer de proyecto. Una vez completado el buffer, éste se divide por la mitad y aquí ya si se nota que el tiempo de proyecto por el método de la CCPM es menor que por el método CPM, con la garantía de que hemos tratado las limitaciones del sistema. Este método de cálculo es menos agresivo y proporciona ventajas en los tiempos de cambio metodológico hasta que la aceptación de la CCPM haga que se pueda aplicar el método estándar.



CCPM con la nueva distribución temporal y buffers calculados

<sup>6</sup> Ley de Parkinson: toda tarea se dilata indefinidamente hasta ocupar todo el tiempo disponible para su realización.

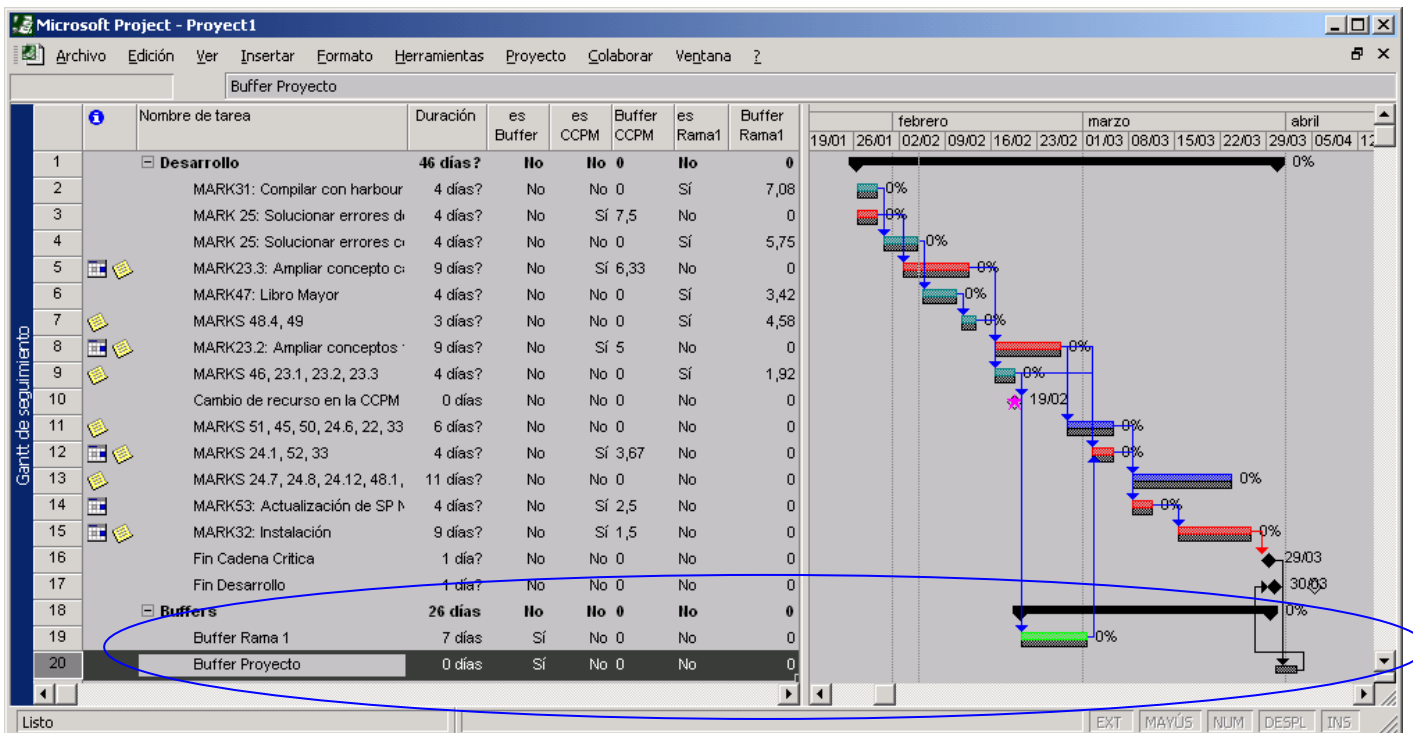
<sup>7</sup> Síndrome del Estudiante: la intensidad del esfuerzo dedicado a una actividad se concentra justo antes del tiempo de entrega prometido.

## La Cadena Crítica en proyectos de software

En este momento, a todas las tareas se les han reducido su tiempo, unas pertenecen a la cadena crítica, otras son ramas de un recurso que desembocará al final en la cadena crítica, generando un buffer de alimentación que acumula todas las diferencias restadas y que no se divide. Existen otras tareas que no pertenecerán ni a la cadena ni a ninguna rama en las que solamente las controlaremos con el seguimiento.

Ahora es el momento de situar los buffer en el calendario del proyecto. El *buffer de proyecto* lo situamos a continuación de la finalización de la última tarea de la CCPM aplicando una dependencia temporal y nos da la fecha planificada de finalización de proyecto. Los *buffers de alimentación* de cada rama se colocan después de la última tarea de la rama y antes de la tarea de la CCPM que el recurso de la rama tiene asignada. Así se protege la CCPM de los posible retrasos del recurso que va a formar parte de las misma, o lo contrario, adelantamos el proyecto al empezar más tempranamente las tareas de la CCPM que monitorizan el proyecto.

Lo último de la fase de planificación es generar la *línea base* del proyecto para poder realizar las distintas labores de seguimiento como es poder cuantificar la desviación en tiempo, costes, y especialmente, la desviación del seguimiento del consumo de los buffer. En la metodología de SP, una vez generada la línea base, cambiamos la duración del buffer de proyecto, asignándole un valor cero, para luego calcular la magnitud del mismo de forma dinámica con las actividades del seguimiento.



Planificación previa al primer seguimiento

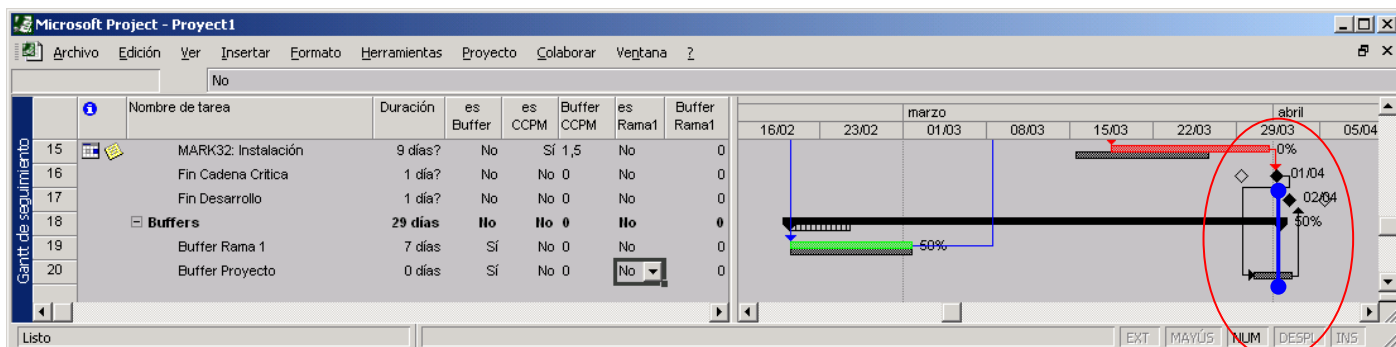
En la fase del seguimiento, se utilizan métodos estándar de medición como es la asignación de la fecha de comienzo real, fecha de fin real o la de horas trabajadas en la tarea y porcentaje de finalización. Hacer referencia a las tareas de agrupación de tareas, que para realizarlas su seguimiento, se las asigna el porcentaje de trabajo completado cuando una tarea que contenga se complete en su totalidad estando previamente descrito el valor a asignar. Para combatir los retrasos de tareas, el recurso asignado a la tarea tiene que comunicar lo más tempranamente posible al PMP tanto su comienzo como fin de tarea. El conjunto de tareas no proporcionará el porcentaje de proyecto completado.

El seguimiento de los buffers de alimentación se realizan de forma tradicional, pero el del buffer de proyecto se realiza calculando el solapamiento temporal de la fecha de finalización de la última tarea de la CCPM comparándola con la línea base del buffer del proyecto. El valor de corte es el consumo de buffer en horas o días, en la fecha de seguimiento. Se pueden dar tres situaciones:

- que el corte se produzca antes del inicio de buffer, con lo que el proyecto está adelantado.

## La Cadena Crítica en proyectos de software

- que el corte se produzca dentro del buffer, con lo que el proyecto cumple la estimación en calendario.
- que el corte se produzca después del buffer, con lo que el proyecto está atrasado.



Seguimientos de los buffers: alimentación 50% y de proyecto corta en el 2º día de la línea base, es 50%

Ya se puede empezar a tener los primeros datos del análisis, con un criterio matemático, que nos dé la sensibilidad del proyecto, como es el PBI (Performance Buffer Index)<sup>8</sup>. Es el ratio del porcentaje de proyecto finalizado dividido entre el porcentaje de buffer consumido. Si el valor es inferior a 1 hay que tomar medidas correctoras en el proyecto y si es mayor que 1 el proyecto está bien en plazo. Lo más importante es analizar la tendencia del buffer en las distintas fechas de seguimiento para poder pronosticar sobre el futuro del proyecto. Cuando el buffer supera el 66% de tarea completada, se entra en situación de adoptar medidas correctoras, antes de que se desborde. Es importante focalizar la toma de decisión sobre las tareas que pertenezcan a la Cadena Crítica.

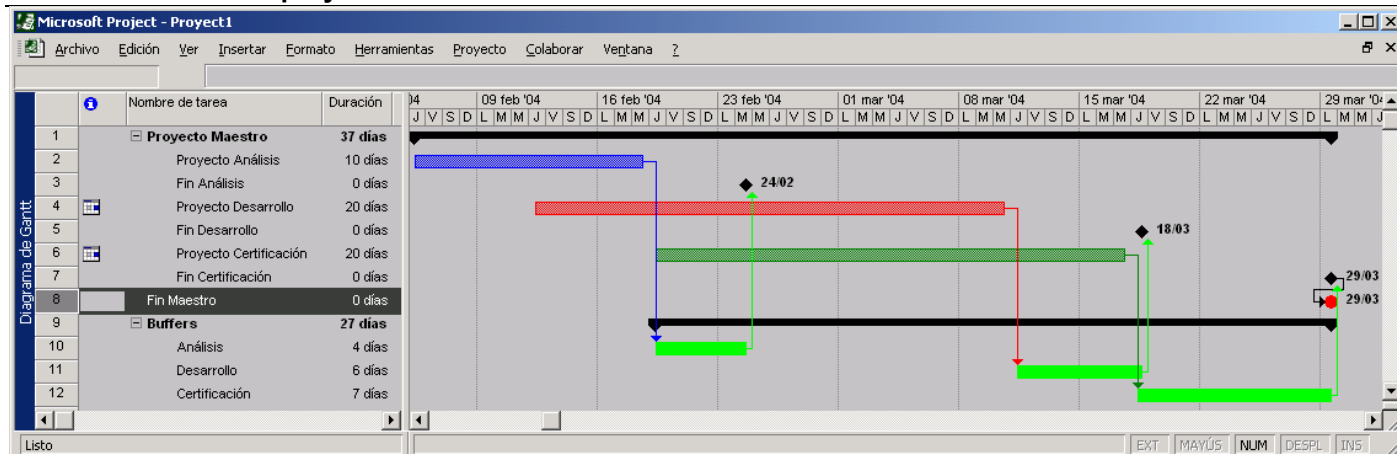
Dentro de la fabricación del software se va a exponer un caso real que es la metodología de la Dirección de Tecnología de SP perteneciente al GRUPO SAGE, fabricantes de software de gestión como el Contaplus. La organización de esta dirección se compone de tres áreas como son las de Análisis, Desarrollo y Certificación, y el proceso de producción del software pasa por todas las áreas. En este caso, un *proyecto maestro* tiene un comportamiento de multiproyecto, siendo el proyecto de cada área autónomo en sí mismo y dependiente del proyecto maestro, aquí ya se ven características de TOC como el drum, las limitaciones de tareas y recursos.

En SP la forma de tratar la planificación de un proyecto maestro es la de un multiproyecto, siendo una variación del método estándar que propone TOC. Si bien se pueden dar dichas circunstancias como que un recurso pertenezca a varios proyectos y sea este un drum del multiproyecto, lo que suele ocurrir es que cada área de la dirección por la que pasa un proyecto maestro realiza su propia planificación con todas las características de la Cadena Crítica. Es un proceso secuencial en los que los proyectos parciales se solapan en el tiempo, creando una distribución de proyectos asociados en forma de escalones. La forma de asignar las limitaciones del sistema se resuelven aplicando las limitaciones de tareas homogéneas en fases distintas, es decir, para cumplir un requisito se asocian con limitaciones de fin a comienzo sus tareas de análisis, desarrollo y certificación, sabiendo que cada una de ellas es de un proyecto distinto. Estas tareas pueden pertenecer o no a la Cadena Crítica. Hay que vigilar los cuellos de botella para que una tarea no comience antes que su predecesora en otro proyecto.

Aquí el seguimiento de los buffer de proyecto juega un papel determinante, si bien para cada proyecto autónomo nos regimos por los criterios de seguimiento individuales de un proyecto, el buffer de proyecto importante es el último, el que pertenece a la certificación, pues es el que tiene la sensibilidad del proyecto maestro. Hay que hacer un seguimiento de los buffers de proyecto anteriores al del proyecto que uno maneja, pues éste se convierte en un drum que hay que monitorizar para gestionar cada proyecto autónomo. El buffer del proyecto anterior se puede catalogar como drum o como uno de alimentación a la Cadena Crítica.

<sup>8</sup> El índice del rendimiento de buffer de proyecto.

## La Cadena Crítica en proyectos de software



Ejemplo de planificaciones multiproyectos

Hay otros aspectos complementarios a la CCPM que debemos tener en cuenta para completar todas las labores del un buen PMP, como es medir el tiempo y coste. Métodos hay muchos, pero efectivos para las planificaciones con Cadena Crítica es el EVMS (Earned Value Management System), método que además de ser un soporte del coste de proyecto, es capaz de cuantificar métricas sobre el calendario del proyecto.

Para poder aplicar el método hay que asignar el coste por hora de cada recurso del proyecto, y así saber el presupuesto individual de cada tarea y colectivo del proyecto. A los buffers también hay que asignarles un recurso especial virtual. Como el buffer es de todos, elegir el coste por hora parece complicado. Hay varios métodos de imputación de coste al recurso del buffer, se recomienda imputar el coste más elevado de todos los recursos que intervienen en el proyecto. Aunque sea una visión más cara de la planificación, se nos antoja como la más realista. En este punto se pueden fijar distintos criterios según el proyecto.

Atendiendo al BPI que proporciona la CCPM y al Índice del SPI (Schedule Performance Index)<sup>9</sup> se pueden manejar métricas con fundamento científico, analizarlas y realizar pronósticos sobre los plazos y costes de un proyecto.

Para complementar este tema se remite al artículo de María Jesús de la Fuente. (2004). "Earned Value, el sistema de gestión operativa en proyectos de software". 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Dirección de Proyectos organizado por el Project Management Institute Capítulo de España. que trata los costes de un proyecto y su gestión con EVMS.

Las empresas que están implantando cadena crítica, obtienen, entre otras, las siguientes mejoras:

- Planificaciones realistas que se cumplen.
- Conocimiento preciso del impacto de la aceptación de un nuevo proyecto.
- Planificación objetiva del inicio o lanzamiento de nuevos proyectos.
- Conocimiento de forma permanente del estado de los proyectos y no cuando se ha incumplido o finalizado.
- Priorización clara en la asignación de tareas a los recursos, tanto en el seno de un proyecto como en situaciones de multiproyectos.
- Reducción del tiempo de producción para poder comercializar el producto o servicio.
- Los PMP tendrán una herramienta efectiva para tomar decisiones sobre los proyectos, basados en las prioridades de los mismos y en la capacidad de la organización, aprovechando las capacidades del sistema para sincronizar los proyectos.

<sup>9</sup> Índice del rendimiento del calendario