

CAPÍTULO 6

La gestión de costes en el proyecto

Objetivos del capítulo

En este capítulo se pretende que el lector conozca las actividades, las técnicas y los resultados pertenecientes al grupo de actividades de gestión de costes de un proyecto. Este grupo tiene la misión de organizar, planificar, dirigir y supervisar los costes necesarios para desarrollar cada tarea del proyecto para que se consiga el objetivo final del mismo.

La identificación de los costes que implica el desarrollo de un proyecto y el seguimiento de la ejecución del presupuesto asignado al mismo son claves para el éxito del proyecto. Una gestión deficiente puede hacer que el proyecto se quede sin fondos antes de su terminación, de igual modo que una estimación incorrecta puede hacer innecesariamente caro el proyecto. Por ello este capítulo presenta las herramientas necesarias para planificar, estimar y controlar los costes de un proyecto

La metodología de estudio preferente se ha de basar en la comprensión de las actividades y en el conocimiento profundo de las técnicas que se mencionen, en tanto la relación de actividades está disponible en los manuales de referencia de gestión de proyectos.

1. Introducción al grupo de actividades de gestión de costes en el proyecto

El lanzamiento de un proyecto conlleva obligatoriamente la aprobación de una partida económica para sufragar los gastos en que se incurrirá. El promotor del proyecto suele ser la figura que financia todas las operaciones a realizar, poniendo en manos del jefe de proyecto una cuantía económica equivalente al presupuesto aprobado para el proyecto. El jefe de proyecto tiene la misión de asignar dicho fondo a cada una de las partidas (máquinas, recursos humanos, servicios, entre otras) con el objeto de obtener como retorno un producto o servicio que es el resultado del proyecto. La asignación de dichos fondos a cada uno de los recursos del proyecto es la que posibilita el avance del mismo. Si no alquilamos la máquina, no podremos contar con la misma en el proyecto; si no pagamos a los integrantes del proyecto, no dispondremos de mano de obra; si no compramos consumibles, los dispositivos o máquinas no funcionarán, etc. Por tanto, el objetivo que tiene el jefe de proyecto es asignar adecuadamente estos fondos para obtener el retorno esperado de los mismos. De igual modo, debe supervisar el momento en el que se asignan dichos recursos al proyecto (mediante la gestión del tiempo analizada en el capítulo 5) y supervisar el retorno de los mismos ya sea en forma de producto o servicio (mediante la gestión de la definición del proyecto analizada en el capítulo 4).

Para ello, el grupo de actividades de gestión del tiempo señala un conjunto de actividades de gestión que se deben desarrollar para acometer esta tarea de gestión temporal:

- Identificación de las actividades del área de gestión de costes en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1).
- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5).

Al igual que indicábamos en el capítulo anterior, la importancia de la gestión de costes es clave para el éxito del proyecto. Recordemos que el proyecto pivota sobre tres ejes dependientes de importancia máxima en la evolución del proyecto: alcance-tiempo-coste. Aparte de estos tres existen otros de importancia considerable, como gestión de la calidad o la gestión de los riesgos. Sin embargo, estos tres deben ser considerados por encima de cualesquiera otros. En ese sentido, es fundamental dominar las técnicas y las herramientas que se estudiarán en los siguientes epígrafes.

En cualquier proyecto, antes de acometer las actividades que engloba la gestión de costes es necesario definir una serie de parámetros con el fin de que todos los participantes del proyecto empleen el mismo lenguaje y referencien los conceptos con la misma nomenclatura:

- Unidades de medida. Resulta necesario definir las unidades de medida que se emplearán en todos los cálculos y estimaciones. Esto se puede hacer en el PDP o bien en el plan subsidiario de costes. Un ejemplo de definición de unidades de medida lo encontramos en la siguiente tabla:

■ Tabla 1. Tabla de magnitudes y unidades de medida

Magnitud	Unidad de medida
Esfuerzo	Días-hombre
Coste	Euros (€)
Coste por recurso	Euros-día
Duración	Días
Índices de eficacia	%

- **Precisión.** Es necesario preestablecer cuáles serán las unidades mínimas con las que se valorarán cada una de las magnitudes del proyecto. Por ejemplo, la unidad mínima de coste será de 1 euro (es decir, no se aceptan decimales).
- **Activos de la organización.** Antes de acometer cualquiera de los procesos incluidos en la gestión de costes se deben identificar los procedimientos habilitados internamente en la organización en relación con los asuntos económicos. Dado que el proyecto debe convivir durante su desarrollo con la organización, los procesos y procedimientos establecidos se han de respetar y cumplir en su integridad.
- **Reglas para el cálculo de indicadores.** En numerosas ocasiones habremos de calcular parámetros, indicadores o valores para el proyecto. Es preciso que se conozcan de antemano las reglas aplicables a dichos cálculos. Por ejemplo, la valoración de los avances sobre cualquier actividad se realizará considerando los principios de máxima veracidad y prudencia, entendiendo con esto que se han de reportar los valores de avance más conservadores posibles, minimizando el riesgo de declarar avances no reales.
- **Plantillas para los reportes.** Al igual que sucede con los activos de la organización, se deben identificar las posibles plantillas ya definidas en la organización para el reporte de los costes del proyecto, con el fin de mantener la máxima alineación con los usos y costumbres de la organización.

2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de costes del proyecto

2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de costes del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1)

A) Descripción de la actividad

La primera actividad obligatoria dentro de la gestión de costes del proyecto pertenece a la etapa inicial y consiste en identificar cuáles de las actividades propuestas tienen sentido incorporar en el proyecto. Las diferentes características del proyecto, las diferentes situaciones de cada organización, las peculiaridades de cada proyecto hacen que cada jefe de proyecto

deba obligatoriamente seleccionar qué actividades formarán parte de la gestión de la definición y cómo se van a adaptar al proyecto.

Debe seleccionar de entre la lista de actividades siguiente (no obligatorias):

- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).

No obstante y dado que en el caso de la gestión de costes las actividades a realizar no tienen apenas solape entre ellas –excepto en proyectos muy pequeños– es recomendable acometer las tres actividades GCP2, GCP3 y GCP4.

Es posible que la actividad de estimación del coste se vea reducida a su mínima expresión en el caso de realizar proyectos repetitivos en los que la tasación económica de cada actividad sea plenamente conocida por la experiencia previa.

El resultado de esta actividad es un documento de actividades adoptadas/adaptadas que permitirá la gestión de costes en el proyecto. Asimismo, debemos fijarnos en que la actividad de finalización o cierre de actividades pendientes o pospuestas no se ha incluido, puesto que tiene naturaleza obligatoria.

B) Técnicas. Herramientas

La técnica *juicio de expertos*, ampliamente empleada como se viene observando, considera la inclusión de expertos que nos ayuden a considerar si realmente debemos acometer todas las actividades o alguna de ellas la podemos obviar por sencilla o innecesaria.

2.2. Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2)

A) Descripción de la actividad

La estimación de costes es una actividad que persigue tener una idea del coste total del proyecto considerando todos y cada uno de los costes que intervienen en el mismo. Esta actividad es una actividad que se realiza en la fase inicial, aunque no debe sorprender que se vaya ajustando y refinando conforme avanza el proyecto y se dispone de más información. Así, por ejemplo, es fácil que en una primera aproximación se establezca un presupuesto con una holgura suficientemente amplia hasta que se van conociendo los detalles del proyecto; en sucesivas aproximaciones se debe ir refinando el cálculo y reduciendo esa holgura a valores cercanos a un $\pm 5\%$. Este porcentaje de aproximación debe estar definido en los parámetros indicados en la tabla 1

Las entradas principales a este proyecto son fuentes de información previas, bases de datos y bases de conocimiento de las organizaciones con información histórica sobre el coste que tuvieron determinadas actividades de otros proyectos.

Además de estas entradas que nos ayudarán a realizar la estimación de costes propiamente dicha, será necesario utilizar otras entradas, como la línea base de definición del proyecto (documento de requisitos) y la estructura de desglose de tareas, pues de ambas podremos obtener el conjunto de tareas del proyecto.

Evidentemente, las plantillas y formatos a emplear se tomarán de los existentes en la organización (llamados activos de la organización).

En este apartado se ha de considerar también el cronograma previamente definido, ya que la incorporación de recursos en un instante u otro puede tener un impacto significativo sobre el proyecto. Por ejemplo, si es necesario realizar una compra de 10.000 kg de cemento en un plazo de seis meses, no tiene el mismo resultado sobre el beneficio del proyecto que la compra se realice en el instante 0 a que se realice en un instante intermedio (sobre todo si existe una inflación considerable).

El resultado de esta actividad se plasma en el documento de estimación de costes de cada actividad, en el que también incluimos las hipótesis sobre las que se realiza dicha estimación. Este documento es importante porque sobre él se construye la línea base de costes que veremos posteriormente.

B) Técnicas. Herramientas

a) *Juicio de expertos*

A la hora de realizar una estimación de costes, resulta conveniente rodearse de personas con experiencia en la elaboración de presupuestos. Conocer las tarifas de mercado, su posible evolución, el coste de los materiales o qué proveedores resultan más baratos, el posible incremento de precios, etc. son aspectos en los que un experto puede ser de suma utilidad.

b) *Estimación por analogías*

Al igual que sucediera en la estimación de tiempos, el uso del método de las analogías resulta útil cuando la semejanza entre proyectos es elevada. Si podemos caracterizar los proyectos por tamaño, complejidad, duración, etc., será posible caracterizar proyectos semejantes y trasladar las estimaciones de uno a otro.

Esta forma de actuar tiene la ventaja de que proporciona una estimación rápida, si bien se paga el precio de la precisión, puesto que en general los márgenes de error son amplios. Por ello se emplea en fases iniciales de los proyectos hasta llegar a disponer de información suficiente para emplear otras técnicas.

c) *Estimación paramétrica*

Los modelos paramétricos emplean una combinación de fórmulas y datos estadísticos. A partir de las fórmulas y de las características del proyecto se calculan una serie de parámetros de la dimensión del proyecto. Posteriormente con estos parámetros de dimensiona-

miento se accede a una base de datos históricos que relaciona dimensionamiento y costes de proyectos, con lo que podemos obtener el coste del proyecto.

En este tipo de estimaciones no se analiza el proyecto tarea a tarea, sino que a partir de las características globales del mismo se estima el coste. Por ejemplo, haciendo uso del método COCOMO (modelo paramétrico) se puede concluir que determinado proyecto informático consistente en una pantalla sencilla con dos botones y una caja de texto se evalúa con 15 puntos-función (dimensión del proyecto). Estos puntos-función sirven para acceder a una base de datos en la que figura que históricamente los proyectos con 14-18 puntos-función tienen un coste de entre 20 kg/euro y 25 kg/euro (base de datos con histórico de proyectos).

En el ejemplo anterior no se ha determinado el coste de cada subtarea para la realización de la pantalla solicitada, sino que se ha realizado una estimación global basándonos en los parámetros globales del proyecto.

d) Estimación bottom-up

Como alternativa a la estimación paramétrica tenemos la estimación *bottom-up*. En este caso se parte de un desglose de tareas lo más detallado posible, de modo que se estima cada tarea en su nivel más elemental. Posteriormente, por agregación se van obteniendo las estimaciones de tareas agregadas de mayor envergadura hasta que se consigue la estimación del coste de la totalidad del proyecto.

Esta técnica es factible en proyectos pequeños. Evidentemente en proyecto muy grandes con miles de tareas es poco recomendable dado que las posibilidades de error son altas: el sobredimensionamiento de las tareas elementales puede derivar en un presupuesto excesivo del proyecto.

e) Análisis de contingencias

Al igual que sucediera con la estimación de tiempos, es frecuente considerar un incremento en el presupuesto del coste final para posibles contingencias: riesgos, imprevistos, errores, etc. No existe una referencia clara de cuánto debe suponer esta cantidad, pero es norma habitual considerar en torno a un 5%-10% de incremento. Este sobrecoste en la estimación debería ir desapareciendo conforme avanza el proyecto y resulta más fácil establecer una línea de costes más fiable.

f) Métodos estadísticos

Es posible que se disponga de varias estimaciones de coste para una misma actividad, por ejemplo, una realizada por expertos, otra con base en un modelo paramétrico y otra mediante un análisis *bottom-up*. En ese caso disponemos de tres posibles costes en función del método de estimación empleado. Una posibilidad para obtener un resultado prorrateado es recurrir a métodos estadísticos.

El primero de ellos asume que la mejor estimación para el coste del proyecto es el promedio de todas las estimaciones:

$$\text{Estimación coste} = \frac{(\text{Mejor estimación} + \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{3}$$

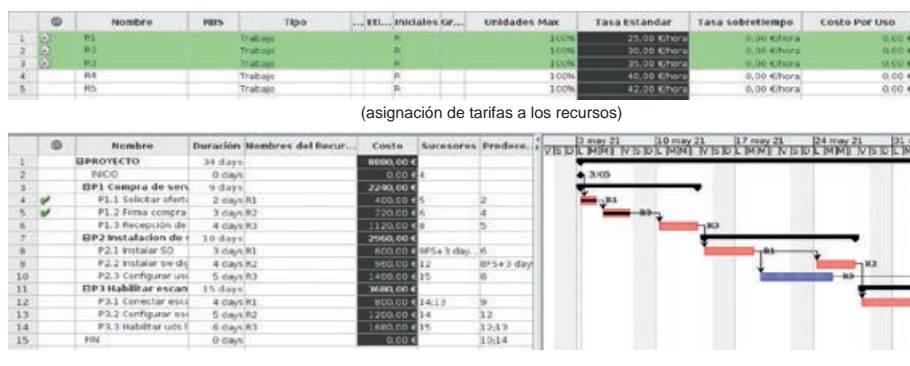
Una segunda técnica estadística confiere más importancia a la posibilidad más realista, aquella que no es la mejor ni la peor, otorgando un mayor peso a dicha estimación de costes:

$$\text{Estimación coste} = \frac{(\text{Mejor estimación} + 4 \cdot \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{6}$$

g) Herramientas de software para el cálculo de costes

Para proyectos pequeños es posible realizar las estimaciones de costes manualmente. Sin embargo, a medida que crece el proyecto esto se hace inviable. Es por ello imprescindible emplear herramientas *software* que calculan el coste del proyecto de forma inmediata ante cualquier modificación que hacemos en el mismo. En el caso del ejemplo que se presentaba en el capítulo 5, se ha asignado una tarifa de coste-día a cada recurso, según las opiniones de un grupo de expertos. Automáticamente el *software* calcula el coste total del proyecto (parte inferior figura 1):

■ Figura 1. Cálculo de costes con Openproj



EJEMPLO

En el proyecto indicado en la figura 1 la aplicación de la técnica de las analogías establece un coste de 2.500, 3.000 y 3.800 euros, para las tareas P1, P2 y P3, respectivamente. Por otra parte, los expertos aseguran que es imposible realizar las tareas por menos de 3.000, 3.000 y 4.000 euros, respectivamente. Se sabe además que el coste de los recursos es el siguiente:

Recurso	Coste hora (€/h)
R1	25
R2	30
R3	35
R4	40
R5	42

Calcular la mejor estimación posible para el coste del proyecto.

Según el desglose de tareas y el cronograma (figura 1) se observa que existen nueve tareas ejecutables en su detalle más elemental, cada una de las cuales tiene asignado un recurso. Siguiendo la técnica *bottom-up*, calcularemos el coste de cada tarea elemental hasta conseguir el coste del proyecto:

Tarea	Duración (días)	Recurso asignado	Coste hora (€)	Coste tarea (€)	Subtotal (€)	Total (€)
P1.1	2	R1	25	400	2.240	
P1.2	3	R2	30	720		
P1.3	4	R3	35	1.120		
P1						
P2.1	3	R1	25	600	2.960	
P2.2	4	R2	30	960		
P2.3	5	R3	35	1.400		
P2						
P3.1	4	R1	25	800	3.680	
P3.2	5	R2	30	1.200		
P3.3	6	R3	35	1.680		
P3						

A partir de esta estimación y siguiendo el método estadístico de tres valores que otorga mayor prioridad al valor intermedio, tendremos un resultado estimado de costes:

$$\text{Estimación coste} = \frac{(\text{Mejor estimación} + 4 \cdot \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{6}$$

$$\text{Estimación coste P1} = \frac{(2.240 + 4 \cdot 2.500 + 3.000)}{6} = 2.540 \text{ euros}$$

$$\text{Estimación coste P2} = \frac{(2.960 + 4 \cdot 3.000 + 3.000)}{6} = 2.993 \text{ euros}$$

$$\text{Estimación coste P3} = \frac{(3.680 + 4 \cdot 3.800 + 4.000)}{6} = 3.813 \text{ euros}$$

2.3. Obtener y aprobar el presupuesto (GCP3)

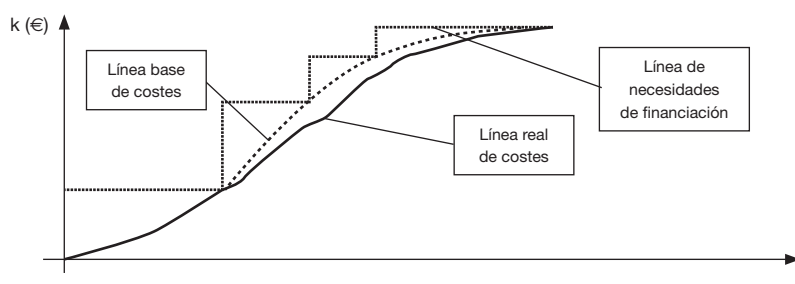
A) Descripción de la actividad

Tras la estimación realizada en la actividad anterior (GCP2) procede acumular el total de los costes estimados de cada tarea desglosada y obtener el total del proyecto. Esta información se debe comparar con el conjunto de tareas identificadas en la definición del proyecto y posterior desglose de tareas para comprobar que están todas estimadas en coste. Asimismo, también se ha de considerar como entrada para esta actividad el cronograma del proyecto con el objeto de verificar que se han considerado todas las entradas en los instantes temporales correctos. Como se observa, las entradas a la actividad de obtención del presupuesto son variadas y están encaminadas a chequear que las estimaciones parciales son correctas y se pueden agregar.

Es importante considerar la variable temporal. En el ejemplo anterior se ha realizado una estimación sin tener en cuenta en qué instante de tiempo se adquiere la obligación del gasto. Si tenemos en cuenta en qué instantes se producen los gastos, el resultado sería que el proyecto va adquiriendo la obligación de desembolsar diferentes cantidades a lo largo de la vida del proyecto. El acumulado de estas cantidades a lo largo del tiempo da lugar a una gráfica que se denomina *línea base de costes*. Esta línea base de costes determina las necesidades de financiación del proyecto, puesto que representa el ritmo de consumo de recursos económicos a lo largo del tiempo. Es decir, si plasmamos en una gráfica los costes acumulados (desde el inicio del proyecto) hasta un instante dado, obtendremos la gráfica denominada *línea base de costes*. Esta línea de costes debe estar soportada por una financiación que respalde el consumo de recursos (humanos, económicos, etc.) Por ello es muy importante esta gráfica, ya que permite conocer las necesidades económicas del proyecto a lo largo de su vida.

La evolución del proyecto puede ser la estimada inicialmente o puede diferir de esta, en cuyo caso existirá una discrepancia entre la línea de costes reales y la línea base de costes, según se aprecia en la figura 2. En cualquier caso, será necesario contar con financiación a lo largo del proyecto para ir satisfaciendo las necesidades económicas durante este (línea de financiación de la figura 2).

■ Figura 2. Línea base de costes



Esta línea base de costes que debe ser financiada requiere de una aprobación formal por parte del promotor del proyecto, que es precisamente el que garantiza la línea de financiación del mismo.

En conclusión, para obtener este presupuesto de gasto partiremos de la línea base con la definición del proyecto o requisitos del proyecto, del cronograma y de la estimación de costes previamente calculada. Como resultado de esta actividad se espera obtener un presupuesto global del proyecto y la aprobación del mismo.

B) Técnicas. Herramientas

a) *Juicio de expertos*

Nuevamente la opinión de expertos que nos ayuden en la agregación de costes es importante. Por ejemplo, pueden ser útiles para detectar costes duplicados, inconsistencias entre unos y otros costes de tareas, etc.

b) *Análisis de contingencias*

A pesar de que cada tarea cuente con su reserva para imprevistos, es habitual contar con una reserva a nivel de proyecto para contingencias o imprevistos no considerados a nivel de tarea. Por ejemplo, ¿qué sucede si el equipo de desarrollo abandona en pleno el proyecto? Evidentemente este tipo de cuestiones solo se pueden prever a nivel de proyecto y no a nivel de tarea, por lo que es necesario un nuevo «colchón» o reserva adicional.

c) *Agregación de costes*

Normalmente la agregación de costes se realiza por suma directa, eso sí, considerando los instantes de tiempo en que tienen lugar para poder obtener la línea base de costes que sirve de referencia al proyecto.

2.4. Monitorización de los costes (GCP4)

A) Descripción de la actividad

La monitorización y el control de los costes es la actividad por la que se verifica y chequea que los gastos incurridos son acordes a lo presupuestado. En muchas ocasiones se tiende a pensar que gastar menos de lo presupuestado es bueno; sin embargo, tal y como veremos, esto no siempre es cierto, ya que influyen otros factores y ese menor coste puede estar ocultando problemas más graves en el proyecto (por ejemplo, bloqueos entre actividades, recursos inadecuados o problemas técnicos en el proyecto).

Por otro lado, es preciso aclarar que el control de costes se puede enfocar desde una doble óptica. Por una parte, se puede pretender controlar los costes sin ninguna otra conside-

ración. Este enfoque se suele realizar por auditores externos al proyecto o por departamentos ajenos al proyecto, de modo que solo se revisa la evolución de los costes y se comprueba que estos están bajo los límites establecidos. Esta visión es sumamente simplista y no considera cómo está avanzando el proyecto. Un segundo enfoque más útil desde el punto de vista de la gestión de proyectos, considera la doble vertiente de evolución de costes y evolución del proyecto y permite obtener conclusiones de mejor calidad acerca del estado del proyecto, pues permite comparar los costes con el rendimiento que se ha hecho de estos en el proyecto. De este modo, un proyecto puede presentar sobrecostes en un momento dado y esto, representar una buena noticia, si el grado de avance con el sobrecoste es muy superior al que se obtendría sin el sobrecoste. De igual modo, permite detectar cuándo un proyecto con costes inferiores a lo planeado está ocultando problemas de retrasos o de otro tipo.

Además, el control de costes y de avances en un instante determinado del proyecto permitirá sacar conclusiones acerca del rendimiento de los recursos y permitirá obtener una estimación del coste del proyecto a su terminación.

Para poder llevar a cabo esta actividad partiremos del PDP, pues contiene la línea base de costes (o necesidades de financiación) y del plan de gestión de costes en el cual figuran las posibles restricciones en términos de financiación (por ejemplo, qué intereses máximos se pueden admitir, con qué entidades se trabaja, etc.).

El resultado de esta actividad es, por una parte, un conjunto de informes referentes al desempeño de los recursos en el proyecto y, por otra, las proyecciones en cuanto a tiempo y coste del proyecto hasta la terminación del mismo. Con esta información se originan solicitudes de cambio en los distintos planes, así como actualizaciones al PDP.

Para poder realizar estos informes, calcular indicadores y obtener proyecciones se pueden emplear varias técnicas. En el siguiente epígrafe estudiaremos el método del valor ganado, pues es el más extendido en el ámbito de la gestión de proyectos.

B) Técnicas. Herramientas

a) *Método del valor ganado*

La técnica del valor ganado se emplea para controlar el avance del proyecto en términos de consecución del objetivo final e incorpora información sobre el instante del proyecto en el que se logra el avance, así como información sobre los costes en que se ha incurrido para lograr dichos avances. Por tanto, la técnica del valor ganado tiene en cuenta costes, alcance o definición del proyecto y tiempo.

Antes de explicar en qué consiste esta técnica es preciso fijar algunas definiciones previas.

Nota. En todas las fórmulas y expresiones emplearemos la notación en inglés, ya que es el estándar de *facto* en el mercado.

1. *Valor planificado*. Entendemos por *valor planificado* (VP o PV en inglés) el presupuesto autorizado en cada instante del proyecto para cubrir los gastos presupuestados necesarios para realizar los avances en el proyecto. Se corresponde con la línea base de costes que se había

calculado previamente. Esta línea de costes o valor planificado es la que se empleará como referencia para determinar las posibles desviaciones del proyecto, tanto en tiempo como en coste. Puede sorprender que esta línea de costes se emplee también para conocer las desviaciones en tiempo, pero efectivamente es así, como veremos posteriormente.

El valor planificado, como se ha indicado, representa la línea de gastos presupuestados para el desarrollo del proyecto. Esto significa que experimenta una evolución temporal a lo largo del proyecto, de modo que el volumen de gastos en cada instante de tiempo no es el mismo. Evidentemente, en la fase inicial o de planificación, el volumen de gasto es mucho menor que en la fase de ejecución. Algo parecido sucede en la fase de cierre, dado que el número de recursos asignados es mucho menor, el presupuesto asignado a dicha fase es muy reducido en comparación con la fase de ejecución. Por ello debemos entender que el valor planificado tiene un valor diferente a lo largo del ciclo de vida del proyecto hasta llegar a su conclusión. El valor final alcanzado por el valor planificado se denomina *presupuesto a la finalización del proyecto* (BAC) y representa el gasto acumulado a lo largo del proyecto.

Si consideramos un proyecto consistente en pintar las cuatro paredes de una nave en un plazo de cuatro semanas y el presupuesto de cada pared asciende a 250 um (unidades monetarias), entonces el valor planificado de cada semana es 250 um y el presupuesto a la finalización del proyecto será 1.000 um.

2. *Coste real* (CR o AC en inglés). Resulta sencillo comprender que la línea base de costes o valor planificado es una referencia cuyo cumplimiento depende de múltiples factores. Por ello, la ejecución de un proyecto puede conllevar desviaciones económicas respecto a dicha previsión. Para analizar estas desviaciones debemos incorporar la medida del coste real del proyecto. Esta magnitud representa los gastos reales del proyecto (gastos de todo tipo) en cada instante. En un proyecto ejecutado según los planes iniciales, la línea de costes reales evoluciona según la línea de valor planificado; sin embargo, lo normal es que existan desviaciones (a favor o en contra). En la figura 3 podemos apreciar lo que estamos indicando. En esta figura los costes reales se sitúan por encima de los costes planificados.

3. *Valor ganado* (VG o EV en inglés). El valor ganado representa la valoración económica de los trabajos desarrollados hasta el momento. Otras técnicas de valoración del avance miden el desarrollo del proyecto en porcentaje o en días de avance. En la técnica del valor ganado el valor ganado representa el avance económico del proyecto, es decir, cuál es el valor de lo que se ha desarrollado hasta el momento. Para entender mejor este concepto debemos considerar que el valor ganado representa la fracción de valor planificado que realmente se ha ejecutado en el proyecto.

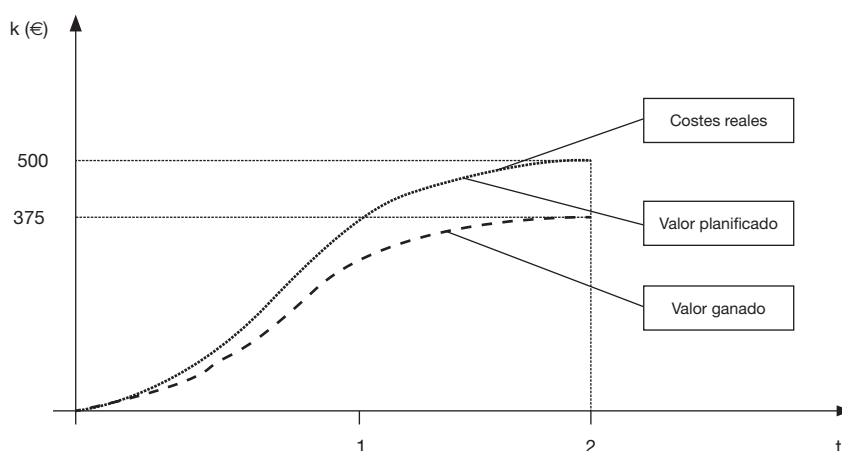
Por ejemplo, supongamos nuevamente que tenemos que realizar una tarea consistente en pintar cuatro paredes de una nave industrial con un valor planificado total de 1.000 um. Estas 1.000 um representan la línea base de costes del proyecto, es decir, el valor planificado. Esto significa que al terminar el proyecto el valor ganado se ha de corresponder con el valor planificado, es decir, 1.000 um. Por tanto, al finalizar el proyecto se habrá incluído en un gasto de 1.000 um y a cambio se tendrá un producto o servicio (en este caso la nave pintada) por un valor de 1.000 um. En conclusión, al término de la tarea el valor ganado debe corresponderse con 1.000 um. Supongamos también que se dispone de cuatro semanas para

realizar la tarea, la cual se distribuye uniformemente entre todas las semanas. Imaginemos que hacemos un chequeo de la situación en la semana dos del proyecto. En ese momento se espera que se haya gastado la mitad del gasto total asignado (es decir, del valor planificado a la conclusión del proyecto) y que el valor ganado sea también el 50% del valor ganado al final del proyecto (esto es, 500 um). Pues bien, si en la semana dos hacemos el chequeo del avance de las tareas y observamos que se ha pintado una pared entera y la mitad de otra, podemos concluir que el avance logrado o valor ganado es de 250 um + 125 um. Evidentemente el valor ganado de la pared pintada es de 250 um y el valor ganado de media pared pintada es de 125 um. Concluimos entonces que el valor ganado es de 375 um.

Si para el proyecto inicial de pintar la nave se dispone de dos recursos que deben finalizar la tarea en cuatro semanas, tal y como se indicó anteriormente, entonces afirmamos que el coste de los dos recursos durante cuatro semanas era de 1.000 um, ya que este era el valor planificado para los costes del proyecto (por simplicidad se ha excluido el coste de la pintura, utensilios, etc. Solo se considera el coste de los recursos humanos). Siguiendo con el ejemplo, dado que no se indica nada en sentido contrario, los pintores han estado trabajando durante dos semanas, con lo cual el coste incurrido asciende a 500 um. Esto significa que el coste real asciende a 500 um.

En conclusión, tenemos un proyecto en el que los dos recursos asignados han generado un coste real de 500 um y han generado un avance en el proyecto de 375 um. La figura 3 ilustra esta situación.

■ Figura 3. Línea base de costes y valor ganado



4. *Desviación en tiempos*. También denominada *variación del cronograma* (VT o SV en inglés). Es una medida del trabajo desarrollada respecto al trabajo que se había planificado, el cual debía estar desarrollado a una fecha determinada. En el caso del ejemplo que venimos desarrollando en esta exposición, el trabajo planificado al término de la semana dos es de 500 um. Dado que los avances representan 375 um, existe una desviación en tiempos de -125 um.

La expresión para calcular la desviación en tiempos es:

$$SV = EV - PV$$

Si aplicamos esta expresión al ejemplo anterior:

$$SV = EV - PV = 375 - 500 = -125 \text{ um}$$

5. *Desviación en coste.* La *desviación en coste* (VC o CV en inglés) representa la variación en los costes incurridos respecto a los costes en que se debería haber incurrido para lograr el EV alcanzado. La expresión para calcular la desviación en coste es:

$$CV = EV - AC$$

Es preciso y muy importante aclarar este punto. La variación en coste NO mide la desviación en costes respecto al valor planificado en un instante de tiempo, sino que mide cuánto hemos gastado en el proyecto respecto a cuánto deberíamos haber gastado para lograr el EV que en realidad hemos alcanzado. Para entenderlo volvamos al ejemplo del proyecto de pintar la nave. En dicho proyecto el valor planificado al cabo de la segunda semana era de 500 um. Eso significa que se debía haber generado un gasto de 500 um para lograr un valor ganado de 500 um. Sin embargo, tal y como vimos anteriormente, se ha producido un avance real de 375 um, pero se ha generado un gasto de 500 um (coste real). Por tanto, existe una variación en coste de -125 um.

La variación en coste mide por tanto cuánto nos hemos gastado en el proyecto (de más o de menos) respecto a lo que nos deberíamos haber gastado para el avance logrado. Se tiende a confundir este concepto fácilmente, puesto que efectivamente el gasto puede seguir la tendencia planificada inicialmente y por tanto no existir sobrecoste ni ahorro respecto a dicha planificación. En el caso del ejemplo que estamos desarrollando, el gasto asciende a 500 um, que está en línea con lo presupuestado, por lo que se podría pensar que no existe sobrecoste; sin embargo, dado que solo se ha avanzado por valor de 375 um con un coste de 500 um, debemos admitir la existencia de dicho sobrecoste.

Para terminar de exponer este concepto supongamos ahora que el proyecto al cabo de dos semanas presenta un avance de 375 um (es decir, se mantiene una pared y media pintadas), pero que para lograr dicho avance fueron precisos dos pintores la primera semana y un pintor la segunda semana (el otro pintor estuvo de baja). En ese caso se ha incurrido en un coste de $250 + 125 = 375$ um. Pues bien, si calculamos la desviación en tiempos, veremos que el dato no ha variado:

$$SV = EV - PV = 375 - 500 = -125 \text{ um}$$

lo cual significa que el proyecto va retrasado. Esto es así porque efectivamente sigue existiendo un retraso respecto al valor planificado. Sin embargo, para lograr dicho avance «solo»

han sido necesarias 375 um, es decir, para lograr un avance de 375 um (por debajo de lo previsto) se han necesitado 375 um (en línea con el coste previsto), por tanto no son esperables desviaciones en coste:

$$CV = EV - AC = 375 - 375 = 0 \text{ um}$$

6. *Índice de eficiencia en tiempos.* La eficiencia en tiempos, también denominado *índice de desempeño del cronograma* (SPI) es una medida normalizada del avance del proyecto. El inconveniente de la variación del cronograma es que es una medida que depende del tamaño del proyecto. Por ejemplo, una variación del cronograma de valor 5.000 um puede ser muy importante en un proyecto con un presupuesto a la finalización del proyecto = 10.000 um. Sin embargo, puede resultar despreciable en un proyecto de 1MM um. Para evitar este efecto de dependencia del tamaño del proyecto, se emplea la eficiencia en tiempos: mide el valor ganado en el proyecto en un instante de tiempo determinado respecto al valor planificado en dicho instante de tiempo. Su expresión es:

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

El desarrollo de un proyecto está en línea con lo planificado cuando el índice de eficiencia en tiempos = 1; está retrasado cuando el EV es inferior al planificado, es decir, el índice de eficiencia en tiempos < 1 y avanza más deprisa de lo planificado cuando el índice de eficiencia en tiempos > 1.

7. *Índice de eficiencia en costes.* El índice de eficiencia en costes (CPI), también denominado *índice de desempeño de costes*, es una medida normalizada del nivel de costes soportado en el proyecto referido al avance logrado. Al igual que anteriormente, la desviación en costes es una medida que no considera el tamaño del proyecto. Para poder disponer de una medida que no se vea afectada por el tamaño del proyecto, debemos considerar el índice de eficiencia en costes, cuya expresión es:

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

El desarrollo de un proyecto está en línea con los costes planificados cuando el índice de eficiencia en costes = 1; tiene sobrecoste cuando AC es superior a EV, es decir, el índice de eficiencia en costes < 1 y va por debajo del coste planificado cuando el índice de eficiencia en costes > 1 (avanza más rápido el EV que los costes incurridos AC).

Es importante resaltar que el índice de eficiencia en costes mide el EV logrado respecto al nivel de costes soportado en un instante; es decir, no se comparan los costes con los planificados inicialmente, sino que los costes son referidos a los que deberían existir para el grado de avance EV logrado.

La combinación de los parámetros índice de eficiencia en tiempos e índice de eficiencia en costes nos da una idea de la situación del proyecto.

La figura 4 ilustra las diferentes posibilidades que nos podemos encontrar.

■ Figura 4. Combinaciones posibles entre índice de eficiencia en costes-índice de eficiencia en tiempos

	CPI < 1	CPI = 1	CPI > 1
SPI < 1	Retraso respecto planificado. Sobrecoste para EV ejecutado.	Retraso respecto planificado. Según LB coste.	Retraso respecto planificado. Ahorro respecto EV ejecutado
SPI = 1	Según LB tiempo. Sobre coste para EV ejecutado	Según LB tiempo. Según LB coste.	Según LB tiempo. Ahorro respecto EV ejecutado.
SPI > 1	Adelantado respecto planificado. Sobrecoste para EV ejecutado	Adelantado respecto planificación. Según LB coste	Adelantado respecto planificado. Ahorro respecto EV ejecutado

Para comprender mejor estos conceptos, retomemos el ejemplo anterior de pintar la nave. Supongamos que al cabo de la segunda semana los pintores han estado trabajando de modo que ambos estuvieron juntos la primera semana, pero durante la semana dos solo estuvieron ambos el primer día. Los otros cuatro días solo estuvo pintando uno de los pintores. Igualmente, al finalizar la semana dos se observa que hay una pared y media pintada.

En estas condiciones podemos calcular el valor ganado:

$$EV = 375 \text{ um}$$

Por otra parte, dado que el valor planificado = 1.000 um, podemos obtener el coste de cada pintor por día:

$$\text{Coste pintor día} = \frac{1.000}{2 \text{ pintores} \cdot 4 \text{ semanas} \cdot 5 \text{ días}} = \frac{1.000}{40} = 25 \text{ um}$$

Por tanto, el coste total será:

$$\text{Coste total} = 25 \cdot 2 \cdot 6 + 25 \cdot 1 \cdot 4 \text{ um} = 400 \text{ um}$$

Por último, al cabo de las dos semanas se sabe que el valor planificado = 500 um.

Así, tendremos:

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{375}{500} = 0,75$$

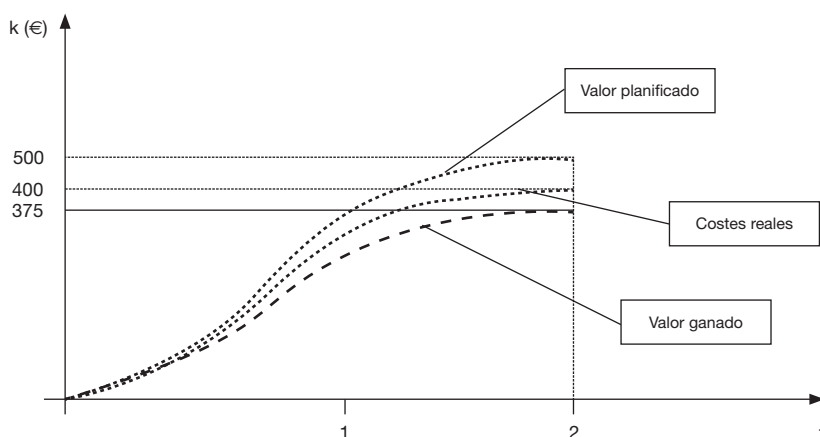
lo cual significa que el proyecto va retrasado respecto a lo que se había planificado. Y por otra parte:

$$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{375}{400} = 0,94$$

lo cual significa que para el avance de 375 um nos hemos gastado más de lo debido. Esto es, si nos hubiéramos gastado solo 375, el proyecto iría retrasado pero en línea con los costes establecidos, pero como nos hemos gastado 400 um, no solo va retrasado, sino que además tiene sobrecoste para el avance logrado.

Observemos cómo los costes reales son inferiores a la línea de valor planificado, lo cual nos podría hacer pensar que estamos ahorrando. Sin embargo, esta perspectiva, como se ha indicado, es errónea, porque el sobrecoste se ha de valorar respecto a lo que de verdad se ha avanzado y en ese sentido el coste es superior al avance, como se observa en la figura 5.

■ Figura 5. Valor planificado, costes reales y valor ganado



Para terminar de presentar la técnica de valor ganado, se debe estudiar cómo realizar proyecciones a futuro. Es decir, a partir de la situación de un proyecto en un instante dado, aparte de analizar cómo se ha comportado, resulta más interesante saber qué puede suceder en el futuro considerando cómo ha venido comportándose el proyecto hasta ese momento.

Para poder evaluar cómo terminar el proyecto, se puede recurrir a varios modelos de cálculo. Cada jefe de proyecto puede considerar diversas formas de calcular cómo va a terminar el proyecto esgrimiendo distintas hipótesis de trabajo. Se puede asumir que ya no habrá más sobrecostes, que el equipo trabajará al mismo ritmo que hasta ahora, que el equipo mejorará el ritmo de trabajo, etc. Esto dará lugar a distintos cálculos y por ello a distintos resultados.

No obstante, aquí presentaremos los tres métodos de cálculo más empleados:

- 1.º El proyecto no presentará ningún sobrecoste a partir del instante actual hasta finalizar el mismo. Esta hipótesis de trabajo supone que ya hemos incurrido en todos los sobrecostos posibles y que a partir de este instante la evolución de costes y valor ganado seguirá la planificación establecida. Para saber cuánto costará realmente el proyecto se emplea una medida que es la *estimación a la finalización del proyecto* (EAC, *estimation at completion*). Dicha medida se calcula como la suma de los costes ya incurridos (es decir, costes reales a la fecha de cálculo) más la valoración de los trabajos que quedan por realizar:

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

Si nos fijamos en esta expresión, AC representa los costes ya incurridos y BAC-EV representa el trabajo que falta por realizar (es decir, el total presupuestado inicialmente menos lo que ya se ha realizado). Esta forma de calcular la estimación de costes a la finalización del proyecto es sumamente optimista porque considera que a partir de un instante dado el proyecto se ajustará de forma milimétrica a lo planificado y no considera retrasos ni sobrecostos a partir de dicho instante.

- 2.º El proyecto mantendrá una eficiencia en costes constante e igual a la que ha desarrollado hasta el momento. Es decir, el único parámetro que permanece constante hasta finalizar el proyecto es la eficiencia en costes, por lo que si el proyecto ha tenido sobrecoste seguirá incrementando el sobrecoste de forma proporcional en el tiempo que le resta; y si el proyecto ha tenido ahorro en costes, dicho ahorro se incrementará también proporcionalmente. En este caso, el valor de la estimación a la finalización del proyecto será:

$$EAC = BAC/CPI$$

Observemos que en este caso el presupuesto inicial se ve corregido en su totalidad por el factor eficiencia en costes (ya sea al alza o a la baja).

- 3.º El proyecto mantendrá una eficiencia en costes y en en tiempos constante e igual a la que ha desarrollado hasta el momento. En este caso se asume que el proyecto mantiene intactos todos los ratios hasta su finalización. El coste final será el que ya tuviese el proyecto hasta determinado instante más el coste del trabajo por realizar hasta la terminación del proyecto corregido por el factor eficiencia en coste y por el factor de eficiencia en tiempos:

$$EAC = AC + (BAC - EV)/(CPI \cdot SPI)$$

En el ejemplo que estamos siguiendo, y considerando la última de las hipótesis señaladas (los dos pintores coinciden seis días y durante cuatro días hay solo un pintor; el valor ganado es de 375 um) los valores estimados a la finalización del proyecto calculados según los tres criterios presentados serán:

$$1.^\circ \text{ EAC} = \text{AC} + (\text{BAC} - \text{EV}) = 400 + (1.000 - 375) = 1.025 \text{ um}$$

$$2.^\circ \text{ EAC} = \frac{\text{BAC}}{\text{CPI}} = \frac{1.000}{0,94} = 1.063 \text{ um}$$

$$3.^\circ \text{ EAC} = \text{AC} + \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{CPI} \cdot \text{SPI})} = 400 + \frac{625}{(0,94 \cdot 0,75)} = 1.286 \text{ um}$$

Como se ha indicado al inicio de la exposición de previsiones, algunos jefes de proyecto pueden definir sus propios métodos de estimación de costes totales. Por ejemplo, se podría considerar que el coste final se obtiene manteniendo constante el ritmo de trabajo, en cuyo caso:

$$\text{EAC} = \frac{\text{BAC}}{\text{CPI}} = \frac{1.000}{0,75} = 1.333 \text{ um}$$

Pero como se indicaba, los métodos más empleados son los tres presentados en este manual.

8. *Estimación de la eficiencia necesaria* (o índice de desempeño de trabajo por completar, conocido por sus siglas IOTC o TCPI en inglés). Del mismo modo que se ha calculado una previsión de los costes al finalizar el proyecto considerando diferentes alternativas, puede resultar interesante conocer cuál es el ritmo de trabajo que se ha de mantener para cumplir con el presupuesto al final del proyecto inicial o con una estimación a la finalización del proyecto realizada en un instante cualquiera del proyecto.

Este índice representa el ritmo de trabajo que ha de tener el equipo para conseguir el objetivo del presupuesto a la finalización del proyecto o el objetivo de la estimación a la finalización del proyecto. En el primero de los casos la expresión empleada es:

$$\text{TCPI} = \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{BAC} - \text{AC})}$$

Esta expresión relaciona el trabajo por hacer (BAC-EV) con el presupuesto restante (BAC-AC). Dado que empleamos el presupuesto a la finalización del proyecto, el resultado será el ritmo de trabajo necesario para satisfacer el presupuesto a la finalización del proyecto inicial.

Si en vez del presupuesto a la finalización del proyecto inicial se pretendiera alcanzar una nueva estimación a la finalización del proyecto estimado (por ejemplo, si ya se considera inalcanzable en el presupuesto a la finalización del proyecto inicial, puede resultar interesante conocer a qué ritmo hay que trabajar para al menos alcanzar la estimación a la finalización del proyecto estimado), la expresión sería:

$$\text{TCPI} = \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{EAC} - \text{AC})}$$

b) Herramientas software de control de proyectos

Como podemos imaginar fácilmente, la realización de estos cálculos de forma manual es factible en casos sencillos. Para casos de proyectos reales es preciso recurrir a herramientas *software*, pues dichos cálculos se realizan en innumerables ocasiones a lo largo de la vida del proyecto.

2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5)

A) Descripción de la actividad

Eventualmente se pueden haber iniciado actividades o modificaciones que posteriormente no han sido concluidas, pues se ha observado que no conducían a resultados relevantes o que no aportaban al proyecto. El cierre de todas estas actividades subsidiarias y almacenar las lecciones aprendidas de su emprendimiento son tareas que se acometen en esta actividad de cierre de actividades abandonadas o pospuestas. Las entradas son el listado de actividades iniciadas respecto al área de gestión de costes y la salida viene dada por la certificación del cierre formal de todas las actividades pospuestas y/o abandonadas. El único producto es el documento que certifica el cierre de dichas actividades no concluidas.

B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

3. Aplicación del método del valor ganado a un ejemplo

Para mostrar la aplicación de las expresiones anteriores, mostramos a continuación la resolución completa de un ejemplo.

Enunciado. Un despacho de abogados ha solicitado los servicios de un jefe de proyecto para el proyecto de digitalización documental (para los documentos en tamaño y papel habituales) que quieren poner en marcha, dentro de su estrategia denominada «Papel0 para eClients». Han estimado el escaneado de unos 20.000 documentos y para ello han planificado dos personas durante sesenta días de trabajo con un coste día persona de 300 euros. Al cabo de diez días se observa que llevan 3.000 documentos escaneados, para lo cual han realizado 20 horas extra a razón de 40 euros/hora por recurso. Calcular las desviaciones en tiempo y plazo, así como los índices de eficiencia en costes, en tiempos y la estimación de coste a la terminación del proyecto, manteniendo constante el ritmo de costes y trabajo.

Solución. En primer lugar calculamos el valor planificado al cabo de los diez primeros días. Para ello empleamos el coste de los recursos durante dichos días:

- Valor planificado: $PV = 2 \cdot 10 \cdot 300 = 6.000$ euros.

Por otra parte, el presupuesto total del proyecto será:

- Presupuesto total: $BAC = 2 \cdot 60 \cdot 300 = 36.000$ euros.
- Valor ganado: $EAC = 6.000 \cdot \left(\frac{3.000}{(20.000/60) \cdot 10} \right) = 5.400$ um
- Coste real: $AC = 6.000 + (20 \cdot 2 \cdot 40) = 6.000 + 1.600 = 7.600$ euros

Por tanto:

$$SV = EV - PV = 5.400 - 6.000 = -600 \text{ euros}$$

$$CV = EV - AC = 5.400 - 7.200 = -2.200 \text{ euros}$$

Y en cuanto a los índices:

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{5.400}{6.000} = 0,9$$

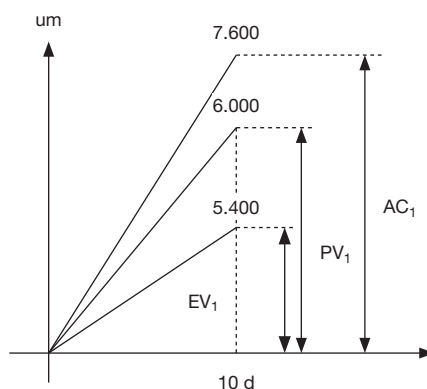
$$CPI = \frac{EV}{AV} = \frac{5.400}{7.600} = 0,71$$

Por tanto, avanzo más despacio de lo previsto y para dicho avance he gastado más de lo previsto. Para calcular la estimación de costes a la finalización del proyecto emplearemos la expresión que tiene en cuenta los índices de eficiencia en costes y en tiempos:

$$EAC = AC + \frac{(BAC - EV)}{(CPI \cdot SPI)} = 7.600 + \frac{(36.000 - 5.400)}{(0,9 \cdot 0,71)} = 55.484 \text{ um}$$

La figura 6 ilustra la situación en que se encuentra el proyecto. Vemos cómo el AC no solo es superior al EV, sino que incluso supera el valor planificado inicial en el instante de proyecto considerado.

■ Figura 6. Valor planificado, costes reales y valor ganado para el ejemplo



Conceptos básicos

En este capítulo hemos analizado las actividades correspondientes a la gestión de costes de un proyecto. Este conjunto de actividades comienza con la realización de una estimación o presupuesto de costes. Esta estimación se emplea como referencia a lo largo de todo el proyecto, tanto para la evolución del indicador «valor ganado», que es una medida del trabajo realizado como para los costes incurridos.

Hemos visto las diferentes técnicas de estimación: paramétrica, por analogía, *bottom-up*, etcétera y se ha profundizado en el estudio del método del valor ganado. Este método parte de la base de una línea de costes o presupuesto y a partir del ahí calcula las discrepancias en coste y en plazo con los parámetros SV (variación en tiempo) y CV (variación en coste). Estas discrepancias se deben normalizar para evitar la influencia del tamaño de los proyectos y así se presentan los indicadores SPI y CPI, que representan los índices de eficiencia en tiempo y en coste del equipo de trabajo.

A continuación se ha revisado cómo hacer estimaciones a futuro y se han expuesto las tres posibilidades más empleadas:

- Sin considerar ni índice de eficiencia en costes ni índice de eficiencia en tiempo.
- Considerando solo el índice de eficiencia en costes.
- Considerando índice de eficiencia en costes e índice de eficiencia en tiempo.

El conjunto de actividades de este grupo está conformado por:

- Identificación de las actividades del área de gestión de costes en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1).
- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5).

Ejercicios voluntarios

Una empresa de *software* desarrolla un proyecto con cuatro actividades en ocho semanas:

- A1. Toma de requisitos.
- A2. Estudio comparativo de soluciones CRM.
- A3. Compra del CRM.
- A4. Parametrización del CRM.

El presupuesto de costes estimado se muestra en la tabla 2.

■ Tabla 2. Valor planificado de cada actividad en cada semana

T1 (k€)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
A1	4	2						
A2			4					
A3				10	10	10	40	
A4								20

El coste real y el avance sobre total actividad se muestran en la tabla 3 justo al concluir la semana 6 (S6).

■ Tabla 3. Coste real y avance acumulado de cada actividad en cada semana

T2 (k€)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
A1	4 50 %	2 100 %						
A2			4 100 %					
A3				10 20 %	15 40 %	20 60 %		
A4								

1. Calcular el valor planificado acumulado en cada semana hasta concluir el proyecto.
2. Calcular el AC y EV acumulado en cada semana hasta la sexta semana inclusive.
3. Partiendo del valor planificado, EV y AC acumulados, calcular la desviación en costes y la desviación en tiempo en cada semana hasta concluir la semana 6.
4. Calcular el índice de eficiencia en costes y el índice de eficiencia en tiempo hasta el fin de la semana 6. ¿Qué podemos decir acerca de la situación del proyecto?
5. Calcular las tres posibles estimaciones a la finalización del proyecto. Representar en una gráfica la evolución temporal del valor planificado, EV, AC y la estimación a la finalización del proyecto desde la semana 1 hasta la semana 6, inclusive.

