

GESTIÓN DE PROYECTOS EN CONTEXTO GRÁFICO. PROGRAMACIÓN TOTAL DEL PROYECTO, COSTES E INGRESOS, RECURSOS Y GENERADORES, EL TETRAEDRO DEL PROYECTO

Josep Tarrés i Turon

Departamento de arquitectura e ingeniería de la construcción. Universitat de Girona

Abstract

This paper presents research in progress which is related to project programming (PP) in a coherent graphical context. First, the different PP levels (task, project, program, portfolio, etc.) are explained as different-sized triangles with inter-level magnitude relations. Then, different types of PP – simple (technical specifications, duration and cost) and resource-based (informative, complete) – are not only proposed, but also shown in an innovative and graphical way through a project triangle: points and a line that link simple PP to complete PP. Furthermore, complete programming is explained: revenues and costs, resources and generators (a concept similar to resources but related to revenues) and the different types of work and material resources (explained in another paper at this congress). These concepts apply to budgets, so examples of different budget types (traditional, by stages and related to duration) are given. Finally, a fourth magnitude, risk, is added to the project triangle to form an project tetrahedron.

Keywords: *project management; project management program; project triangle; project tetrahedron; Microsoft Project*

Resumen

La comunicación expone las investigaciones en curso relacionadas con la programación de proyectos (PP) en un contexto gráfico. En primer lugar, cabe mencionar los diferentes niveles de la PP (tarea, proyecto, programa, portafolio...), su representación gráfica en triángulos de diferente tamaño y la interrelación de las magnitudes interniveles. Luego, se proponen las diferentes formas de la PP: la simple (especificaciones técnicas, duración y coste) y la que incorpora recursos en diferentes modalidades; también se muestra esta clasificación en el triángulo del proyecto de una forma gráfica innovadora: puntos y una línea de unión que va de la PP simple a la PP completa. Relacionado con lo anterior, se muestra la programación total del proyecto basado en la incorporación no solamente de los ingresos y los generadores -como concepto equivalente a los recursos- sino también de los diferentes tipos de recursos de trabajo y materiales. Estos conceptos, se acompañan con su aplicación en los presupuestos (tradicional, etapas y relacionado con la duración) y ejemplos. Finalmente y en un contexto gráfico, se muestra la incorporación del riesgo como la cuarta magnitud de la gestión de proyectos que conforma el tetraedro del proyecto.

Palabras clave: *programación de proyectos; triangulo del proyecto; tetraedro del proyecto; Microsoft Project*

1 Introducción

El *project management* o gestión de proyectos es un sistema de gestión basada en los conceptos técnicos de los proyectos y su encaje con otros sistemas de gestión: gestión total de la calidad, TQM; gestión del cambio; gestión del riesgo; ingeniería simultánea (Kerzner, 1998). Incluye la programación de proyectos como la disciplina que realiza la planificación y seguimiento del proyecto mediante las variables de la gestión de proyectos: especificaciones técnicas (ET o Q), duración (d), coste (C) y recursos.

La estructura del *project management* y la delimitación de sus variables permiten la propuesta de sus contenidos en un contexto gráfico definido como un conjunto de elementos que enmarca y explica conceptos. El presente artículo pretende avanzar en esta dirección y, como trabajo de investigación en curso, muestra algunas propuestas sujetas a revisión y a su integración entre ellas. Por ello, se da énfasis a la representación gráfica y se dan algunas indicaciones que ayuden a su comprensión.

La presente comunicación es una continuación de un trabajo de investigación en curso: Tarrés (2009). Se ha consultado una selección de bibliografía general de gestión de proyectos como Kerzner (1998), Cleland y King (1988); así como diferentes guías mencionadas en las referencias como Stover (2003) y libros específicos como Bustein y Stasiowski (1996) sin encontrar menciones concretas al tema aquí expuesto.

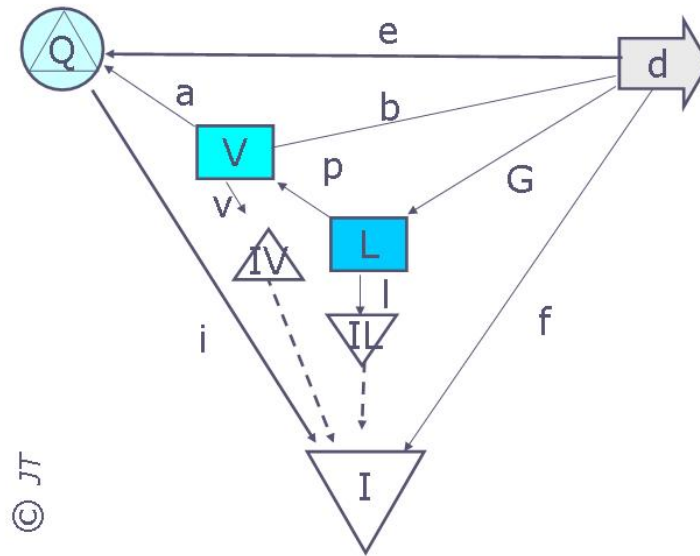
Se complementa con otras comunicaciones recientes como Tarrés (2010a) o en curso como Tarrés (2010b) en la que se señala: "El contexto gráfico es una poderosa herramienta en la didáctica del siglo XXI. Hoy día, las nuevas tecnologías ofrecen una amplia gama de posibilidades para dar respuesta a las necesidades actuales, y el software gráfico permite que un nuevo paradigma se desarrolle. La gestión de empresas, y la gestión de proyectos, es un buen tema para este desarrollo. La didáctica sigue las tradiciones históricas y, en consecuencia, los cambios se dan con dificultad incluso cuando la nueva propuesta gráfica demuestra sus ventajas."

2 Del proyecto con costes al proyecto con ingresos

La representación gráfica tradicional del proyecto incorpora solamente los costes (C). Sin embargo, cualquier proyecto debe tener en cuenta los ingresos (I) y, de una forma simplificada, los resultados económicos (B) del proyecto como beneficio ($B > 0$) o pérdida ($B < 0$) en base a la sencilla fórmula $B = I - C$.

Por tanto, los ingresos deben tener su correspondiente representación gráfica que se propone de la siguiente forma:

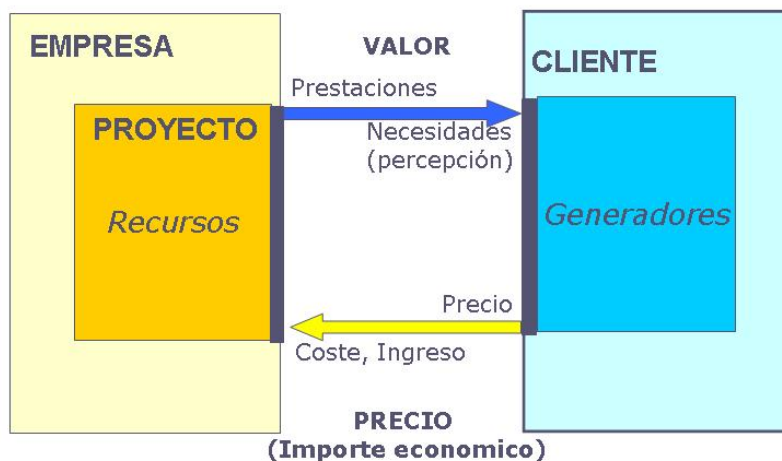
Figura 1. El triángulo de los ingresos del proyecto



Se trata de un triángulo de base horizontal y con el otro vértice por debajo. Este triángulo está compuesto por tres magnitudes: especificaciones técnicas (Q), duración de los ingresos (d) e ingresos (I). Estas magnitudes están interrelacionadas por coeficientes: rendimiento (e), ingreso unitario (i) y factor ingreso tiempo (f).

De la misma manera que los recursos comportan unos costes, se propone el término generadores para indicar la fuente de generación de las necesidades del cliente de acuerdo con el siguiente esquema:

Figura 2. El esquema del proyecto



Desde la perspectiva de la empresa, el proyecto se considera como la respuesta a los generadores de necesidades del cliente que mediante la dedicación de unos recursos se consigue el objetivo (producto del proyecto) con sus prestaciones (especificaciones técnicas y duración) que comportan un coste y dan lugar a un ingreso a la empresa.

De la misma manera que los recursos se dividen en recursos materiales que se consumen en el transcurso de la tarea y en recursos de trabajo que sobreviven al resultado de la tarea,

los generadores se dividen en generadores de venta (GV, V) cuando el producto del proyecto es vendido con el consiguiente ingreso (IV) y en generadores de alquiler (GL, L) cuando el producto es alquilado por el cliente (uso temporal) que proporciona recíprocamente unos ingresos (IL) a la empresa.

Así, por ejemplo, una empresa que gestiona la concesión de venta y alquiler de motos en una isla tiene como proyecto unas especificaciones técnicas (número de motos, limitaciones de uso...) y la duración de la concesión; los costes son básicamente de mantenimiento. Los ingresos pueden venir de dos fuentes: el alquiler de las motos o su venta. El generador "motoalquiler" tiene sus horas de uso (L en días o equivalente en Km) y un precio de alquiler por su uso (l en euros/día o equivalente) que generará un ingreso por alquiler

$$IL \text{ (euros)} = l \text{ (euros/día uso)} * L \text{ (días)}.$$

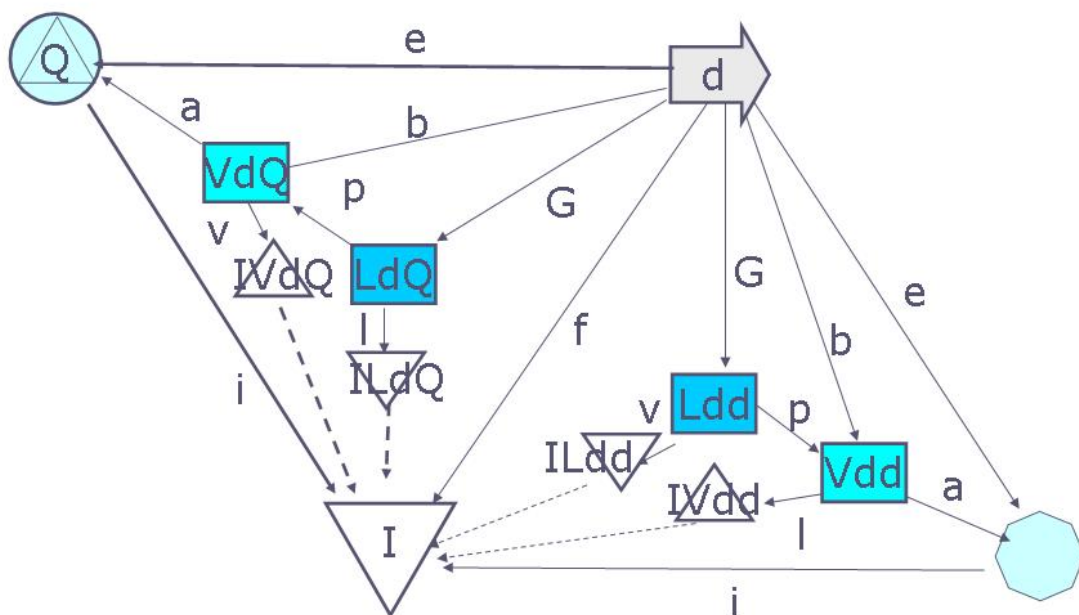
La fórmula del trabajo ($W = R * d$) también es aplicable como ($L = G * d$) es decir el alquiler es el producto de la asignación de generadores por la duración. El ejemplo que mejor explica esta fórmula es el alquiler por horas de la licencia de un software. Hay un cliente que desea hacer uso de 80 días de software con sus ordenadores; de esta forma, con un solo ordenador lo puede usar 80 días y con 10 ordenadores serán 8 días.

Por otra parte, hay la fuente de ingresos tradicional de la venta (IV) de motos que se consigue con un precio de la tarifa de venta (v) y la cantidad que se vende (V):

$$IV \text{ (euros)} = v \text{ (euros/unidad de venta)} * V \text{ (cantidad de venta)}.$$

Además, los ingresos también se pueden dividir como ingresos determinados por las especificaciones técnicas (IVdQ, ILdQ) o ingresos dependientes de la duración (IVdd, ILdd). Así, en el contrato del alquiler o licencia se especifica las tarifas siguientes: alquiler de software por su uso en cada ordenador (LdQ) y alquiler de servicio de mantenimiento o consulta independientemente del mayor o menor uso del software (Ldd). La representación gráfica es la siguiente:

Figura 3. El doble triángulo del proyecto

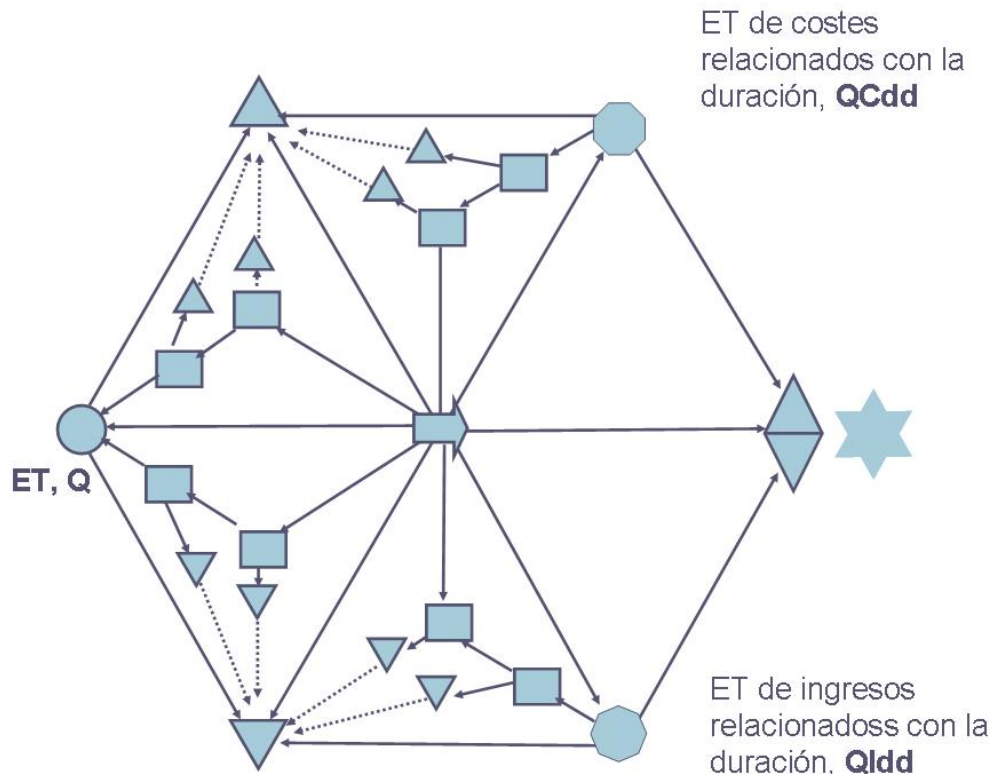


El doble triángulo de los ingresos tiene unas funcionalidades similares a su equivalente en costes.

3 El hexágono del proyecto

La unión de los triángulos de los costes y de los ingresos da forma al hexágono del proyecto:

Figura 4. El hexágono del proyecto

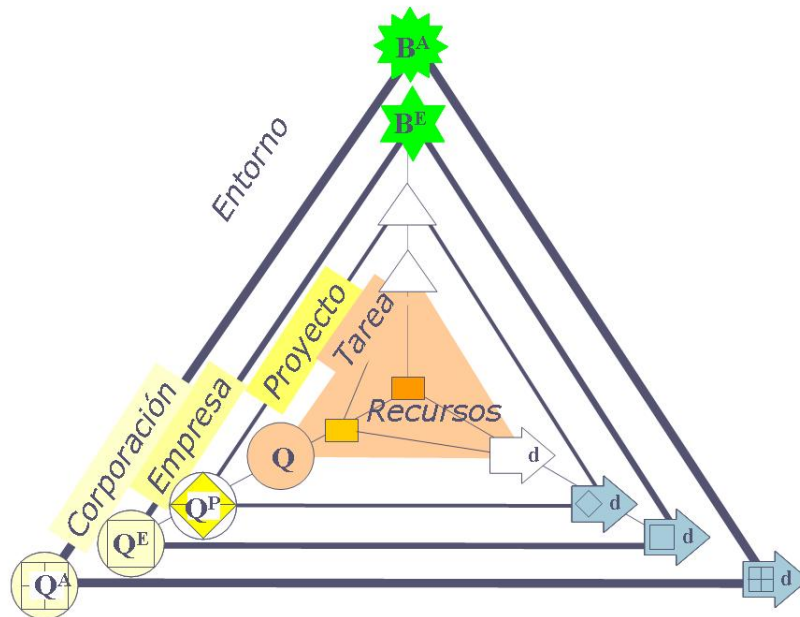


4 Los niveles de la programación de proyectos en un contexto gráfico

La representación gráfica simple de la programación de proyectos toma la forma clásica del triángulo y como elementos centrales se sitúan los recursos (trabajo y material) que quedan englobados en la tarea para formar el proyecto. Esta representación se puede ampliar con otros niveles.

Diferentes proyectos, preferiblemente dentro del mismo sector, se agrupan en el nivel empresa y, finalmente, estos grupos que se podrían denominar programas, quedan englobados en el nivel corporativo. Todo ello queda dentro del entorno.

Figura 5. Los niveles del proyecto



La representación gráfica puede crear una codificación que ayuda a situarse fácilmente en el nivel que le corresponde.

Figura 6. Propuesta de codificación en el proyecto

<p>Forma redondeada</p>	Q Especificaciones Técnicas
<p>Forma triangular Estrellas</p>	C Costes, I Ingresos, B Resultados
<p>Flecha</p>	d duración
<p>Forma rectangular</p>	W,M,L,V Recursos

5 Las diferentes formas de programación de proyectos

Hay diferentes formas de programación de proyectos:

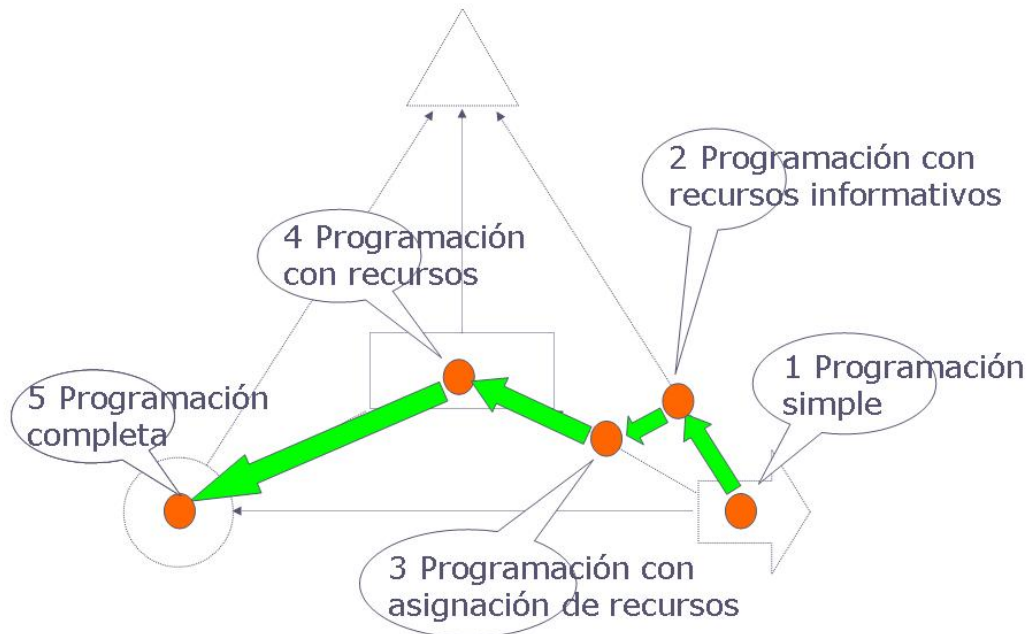
- 1 Programación simple
- 2 Programación con recursos informativos
- 3 Programación con asignación de recursos

4 Programación con recursos

5 Programación completa

El contexto gráfico permite presentarlo de la siguiente manera:

Figura 7. Las formas de programación de proyectos en un contexto gráfico



En la programación simple además de la especificaciones del proyecto, se informa sobre la duración y el coste. No se indica la forma como se realiza el proyecto y se da por buena la combinación de recursos elegida. Esta forma de programación es muy utilizada por su facilidad debido a sus bajos requerimientos de información. En la planificación se dan unos valores de duración y coste (como coste fijo según terminología de Ms-Project) que se van cambiando manualmente en el seguimiento a medida que se disponen de los valores realizados (duración y coste real al 100% según Ms-Project) y de estimaciones de las duraciones y costes pendientes de ejecución o finalización.

La programación con recursos informativos amplía la programación simple con datos en las tareas sobre los recursos que por su relevancia conviene destacar o monitorizar. Así, por ejemplo, se puede informar de las tareas que son subcontratadas (recursos externos) o las tareas que requieren el uso de recursos escasos. La metodología es similar a la programación simple. En el caso de Ms-Project, se recomienda introducir los recursos como dato informativo para que no incida en aspectos preprogramados de los recursos. Así, por ejemplo, la rehabilitación de un edificio antiguo se debe planificar en base a las tareas y sólo con información sobre los recursos ya que probablemente en el transcurso de la ejecución del proyecto se producirán variaciones no sólo en la duración y coste sino también en los recursos planeados. En el caso concreto de la restauración de una pared, la planificación indica el uso de recursos para dejarla a piedra vista; sin embargo, si en el transcurso de la intervención se comprueba la existencia de pinturas antiguas habrá cambios en los recursos (operarios especialistas en recuperar pinturas antiguas...) que incidirán en la duración y coste.

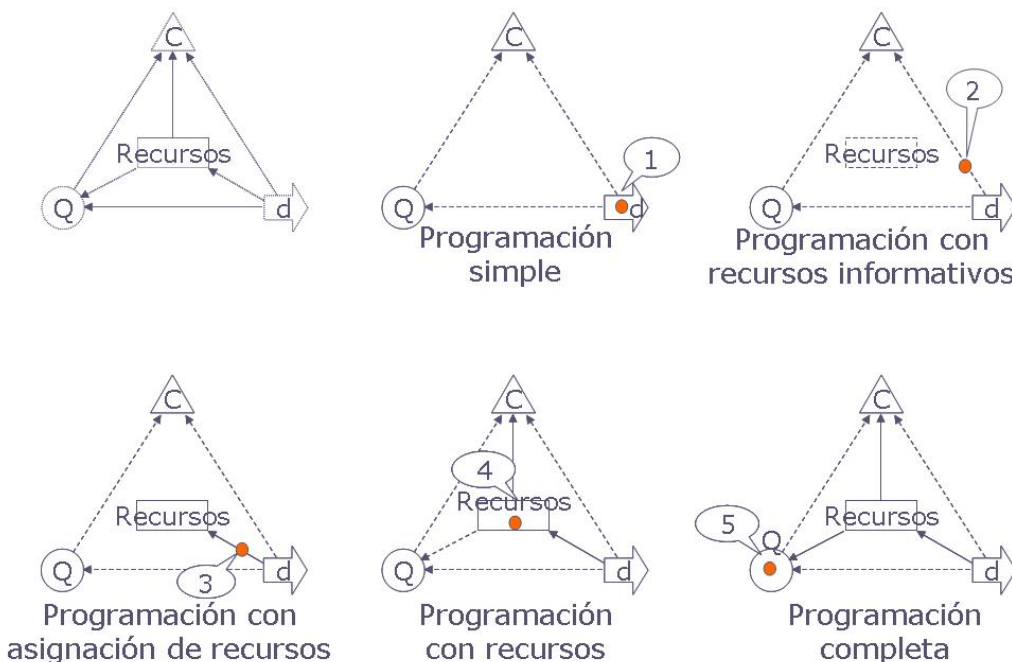
La programación con asignación de recursos da un paso más con la información de los recursos. Es especialmente útil en el caso de los recursos escasos y que, por tanto, son

susceptibles de sobreasignación; es decir su uso simultáneo en diferentes tareas no es posible debido a su poca disponibilidad. Esta programación permite una nueva propuesta del camino crítico y informa sobre el uso de los recursos. Esta forma de programación es muy útil cuando la gestión del proyecto no está preparada para dar información detallada de costes y duraciones de recursos. La praxis indica que su uso debe incidir solo en la variable duración; se recomienda que se introduzcan manualmente los costes de las tareas (como coste fijo según terminología de Ms-Project). Así, por ejemplo, la construcción de una segunda residencia en un entorno rural debe planificarse en base a unas tareas con sus costes y complementado con la asignación de los recursos escasos como podría ser el caso que se disponga solo de un pintor o de una grúa.

La programación con recursos toma como base los recursos como elemento central de la programación para obtener la duración y el coste del proyecto pero relegando en un segundo término la información sobre la productividad de los recursos de trabajo o el aprovechamiento de los recursos materiales. Es el método utilizado por Microsoft Project que parte de una determinación precisa de las especificaciones técnicas del proyecto y para cada tarea asigna una combinación de recursos, con su coste y duración, sin información técnica sobre ellos. Así, por ejemplo, en la construcción de una pared en un pabellón deportivo se determina la cantidad de horas de operarios (albañiles y ayudantes) que se requieren; de esta forma el coste/hora del operario (tasa según terminología de Ms-Project) determina el coste de la tarea y la asignación de más o menos operarios la duración.

La programación completa o total del proyecto busca llenar los aspectos que no han sido cubiertos adecuadamente en los otros métodos. En base al triángulo del proyecto, se da información sobre la productividad de los recursos de trabajo y el aprovechamiento de los recursos materiales. Esta programación que está en fase de investigación y desarrollo puede contemplar la división de los recursos (RdQ y Rdd); la ampliación a los ingresos y generadores; la incidencia de los cambios en las especificaciones técnicas y los ajustes de la técnica del valor ganado en relación a los cambios en la asignación de los recursos.

Figura 8. Representación gráfica de las formas de programación de proyectos



6 Los presupuestos en relación a las variables de PM en un contexto gráfico

El presupuesto es el instrumento de gestión de la variable coste en el *project management*. La versión tradicional del presupuesto contempla una relación de partidas con sus costes organizados por capítulos; estas partidas pueden ser desglosadas como recursos de trabajo y recursos materiales. La versión de los presupuestos por etapas consiste en una ampliación de la versión tradicional con la división del proyecto en etapas más o menos homogéneas y la inclusión de sus correspondientes partidas.

La versión avanzada de los presupuestos debe tener en cuenta tanto los costes como el tiempo (presupuesto relacionado con la duración). En primer lugar, el reparto de los costes y el momento en que se ejecutan; así, por ejemplo, el presupuesto de una vivienda debe tener en cuenta de una forma diferenciada la vivienda y los otros edificios separados. En segundo lugar, conviene separar las partidas que dependen directamente de la duración del proyecto; este sería el caso del servicio de vigilancia. En definitiva, el presupuesto debe acercarse a la metodología de la gestión de proyectos incorporando, en la medida de lo posible, las costes por tareas y sus recursos asociados.

A continuación se propone una descomposición del presupuesto que tiene en cuenta los aspectos anteriormente citados:

Capítulos por bloques de tareas-tiempo

Partidas por tareas. Para cada tarea relevante del presupuesto:

- El trabajo (CWdQ). El trabajo en horas de recurso (hR) multiplicado por su tasa (euro/hR) como coste de los recursos de trabajo determinados por las especificaciones técnicas de la tarea
- Los materiales (CMdQ). Las unidades de material (um) multiplicado por su coste de suministro (euro/um) como coste de los recursos materiales determinados por las especificaciones técnicas
- El trabajo que depende de la duración de la tarea (CWdd)
- Los materiales que dependen de la duración de la tarea (CMdQ)

De una forma simplificada:

El presupuesto del proyecto consiste en información de los costes de sus tareas. El coste del proyecto (CP) es la suma de los costes de las tareas agrupadas en bloques ($\sum CB$). Cada tarea tiene su coste (CT) que agrupa los costes: trabajo determinado por las especificaciones técnicas (CWdQ), material determinado por las especificaciones técnicas (CMdQ), trabajo dependiente de la duración (CWdd), material dependiente de la duración (CMdd).

$$CP = \sum CB$$

$$CB = CWdQ + CMdQ + CWdd + CMdd$$

Y de una forma gráfica:

Figura 9. Ejemplo de bloques de tareas-tiempo

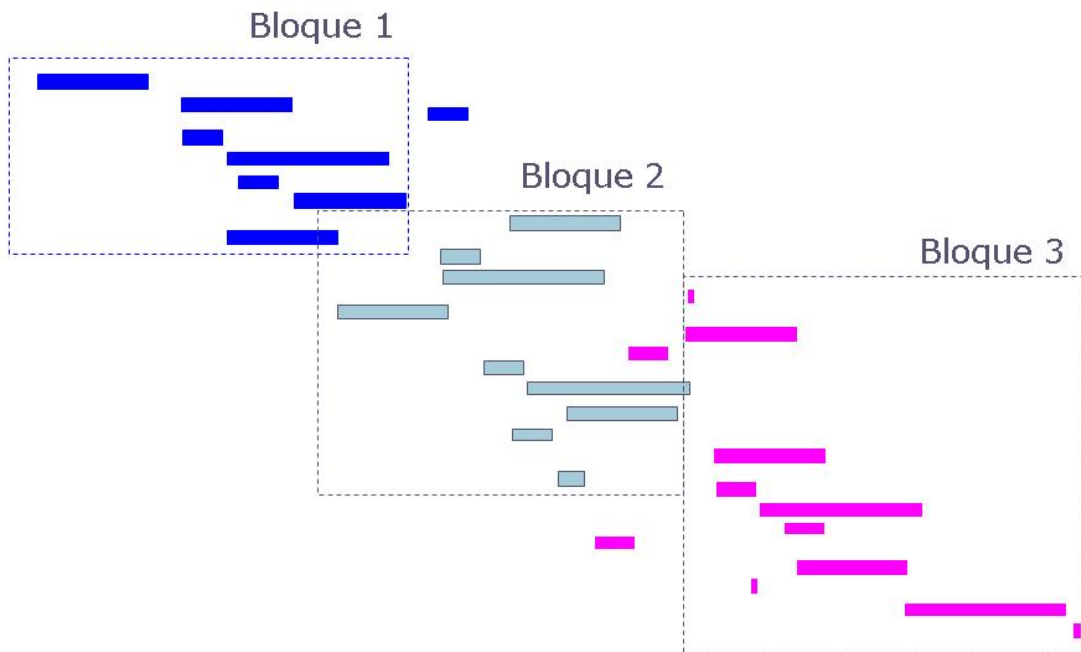
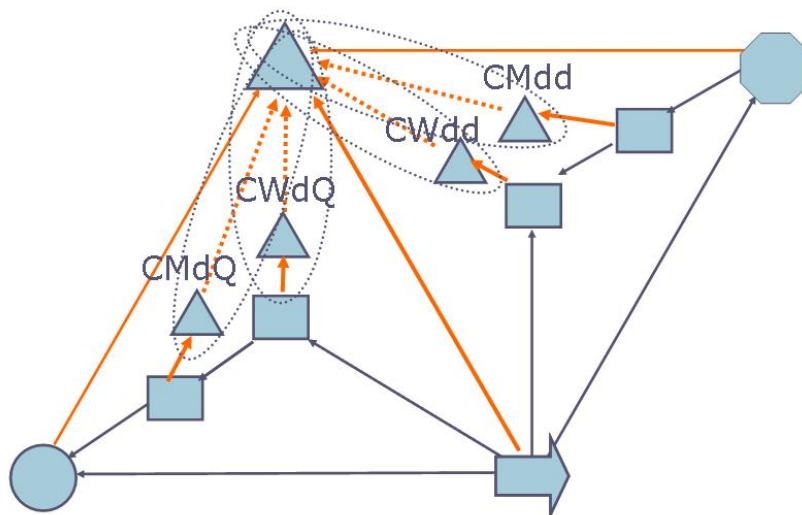


Figura 10. Los costes de los recursos (CMdQ, CWdQ, CWdd, CMdd)



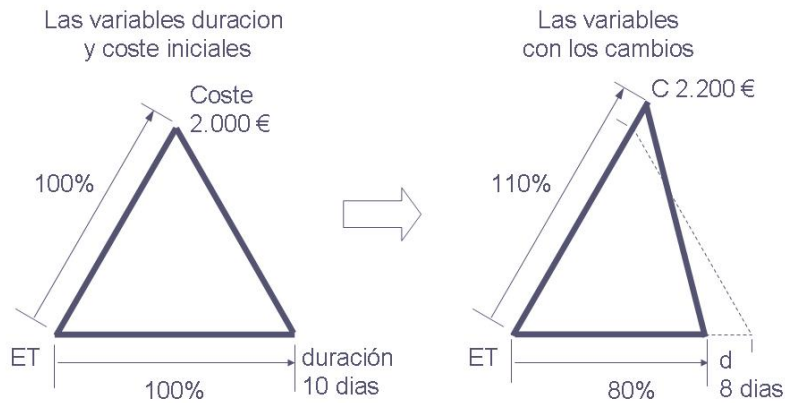
7 El tetraedro del proyecto

El triángulo del proyecto es un concepto ampliamente utilizado. Diferentes autores dan definiciones parecidas con representaciones gráficas diferentes. Además, algunos autores amplían el concepto al tetraedro del proyecto con la ampliación a una variable adicional. El

presente artículo pretende avanzar en una propuesta coherente de gestión de proyectos en un contexto gráfico. Por ello, se dan las siguientes indicaciones.

El triángulo del proyecto lo forman las variables clásicas de especificaciones técnicas (ET), duración (d) y coste (ET); las ET también se denominan calidad, alcance... La representación gráfica del triángulo del proyecto permite una buena interpretación bidimensional de los cambios que se producen en las magnitudes de estas variables.

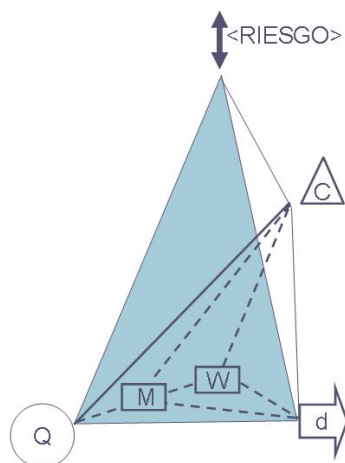
Figura 11. Cambios en el triángulo del proyecto



El triángulo simple del proyecto se puede ampliar con los recursos de trabajo (W) y materiales (M) configurando un triángulo compuesto con dos elementos centrales. Otra representación gráfica podría ser la del tetraedro compuesto por cuatro magnitudes: especificaciones técnicas (ET), duración (d), coste (C) y recursos (trabajo, W, o material, M); se configura así dos tetraedros unidos en el triángulo del proyecto.

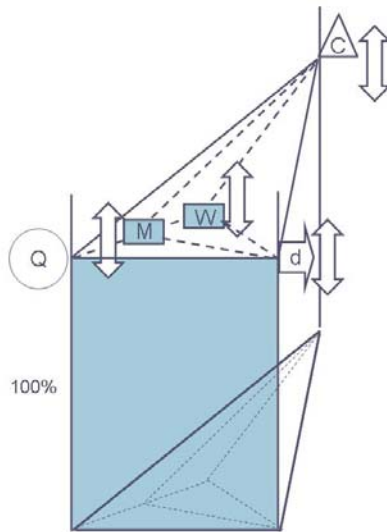
Pero se propone la representación gráfica del tetraedro del proyecto con tres vértices las magnitudes clásicas (ET, d y C) como base del tetraedro y el cuarto vértice el riesgo.

Figura 12. El tetraedro del proyecto



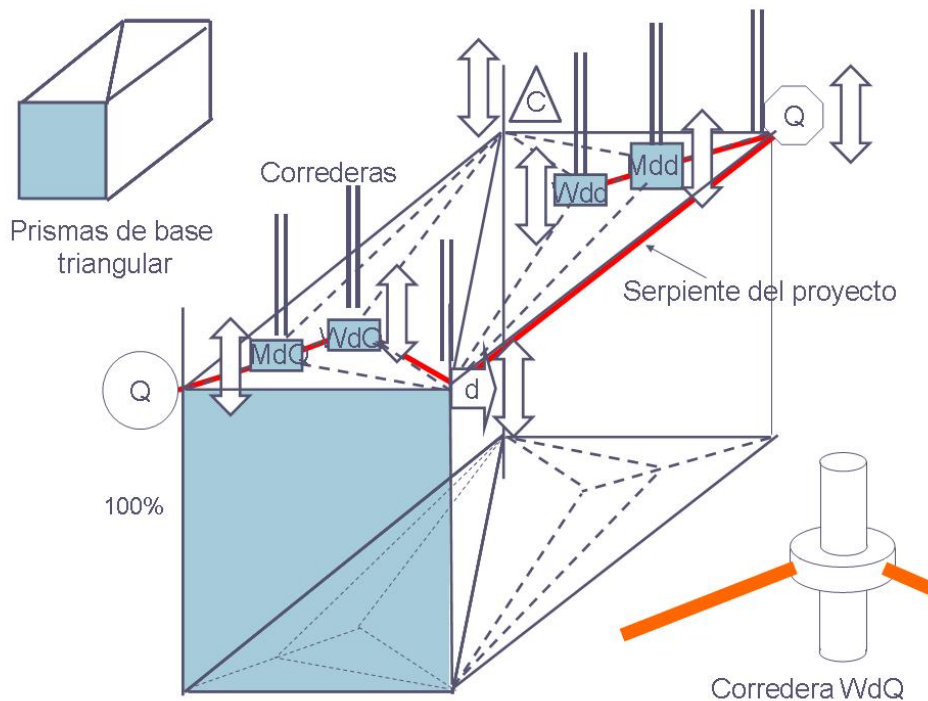
De esta forma se integran la variabilidad de las magnitudes del proyecto permitiendo el análisis gráfico tridimensional de los cambios mediante la representación de un prisma triangular.

Figura 13. El prisma de base triangular del proyecto



La representación del triángulo ampliado del proyecto es estática y no nos da ninguna indicación de lo que sucede cuando hay un cambio en alguna magnitud o coeficiente. El doble prisma triangular del proyecto y la serpiente del proyecto (Tarrés 2010a) permiten una visualización rápida de los cambios cuando se utiliza una maqueta con correderas en cada una de las magnitudes. En su caso, las nuevas tecnologías permiten la creación del software adecuado que facilite la didáctica de la fórmula del trabajo.

Figura 14. Elementos de análisis del doble prisma del proyecto



8 Conclusión

Como trabajo de investigación en curso, el presente artículo debe complementarse con aportaciones académicas y, en especial, de modelos estáticos y dinámicos que ayuden a avanzar en el desarrollo de una mejor didáctica de la gestión de proyectos acorde con las necesidades pedagógicas del siglo XXI.

La experiencia didáctica del autor en programación de proyectos en alumnos universitarios de ingeniería industrial y arquitectura técnica así como la práctica profesional indica que la incorporación del contexto gráfico permite una mayor comprensión de esta disciplina técnica. De hecho, las nuevas tendencias pedagógicas señalan que la enseñanza en el siglo XXI debe estar basada en elementos visuales y dinámicos. Las metodologías didácticas clásicas basadas en lo textual, para estímulo de la inteligencia lingüístico-verbal, y en lo numérico, para estímulo de la inteligencia lógico-matemática, deben dar paso a una metodología espacial con la incorporación de formas geométricas, espacios de diferentes dimensiones, simetrías, elementos dinámicos, codificaciones... El proceso cognitivo de los alumnos del siglo XXI pasa no solamente por el estímulo del pensamiento rápido basado en la intuición sino también por la experimentación.

La disponibilidad de potentes herramientas de hardware con su sofisticado software incentivan su uso rápido que debe comportar una nueva didáctica lejana a las clases magistrales propias de épocas pasadas. Así, el autor ha experimentado una mejora sustancial en el conocimiento cualitativo y cuantitativo de los alumnos de programación de proyectos cuando se utilizan técnicas basadas en el estímulo "interior" del alumno como la aplicación práctica de "Piensa, aprende y equivócate". Los cambios de la sociedad actual son demasiado intensos, sobrepasan la potencialidad educativa del profesor que debería cambiar su nombre por el de "conductor pedagógico". La gestión de proyectos en un contexto gráfico apunta en las direcciones brevemente mencionadas.

Las principales aportaciones de la comunicación son las siguientes:

- La clasificación de los ingresos del proyecto como de alquiler (el producto del proyecto no se transmite al cliente) o de venta (el producto del proyecto cambia de propietario) con la consiguiente conceptualización de los generadores de alquiler o venta como equivalentes a los recursos determinados por las especificaciones técnicas o dependientes de la duración.
- La ampliación del triángulo del proyecto al hexágono, la estructuración por niveles y su codificación como elementos didácticos en un contexto gráfico. La representación tridimensional del triángulo del proyecto como tetraedro.
- Propuesta de diferentes formas de programación de proyectos y presupuestos coherentes con su representación y codificación gráfica.

Al mismo tiempo, se abren una serie de posibilidades como:

- Desarrollo de un contexto gráfico para la gestión de proyectos como propuesta didáctica del siglo XXI.
- Realización de una maqueta con correderas para la visualización de las variabilidades de las diferentes magnitudes de la gestión de proyectos y su interrelación. O bien, desarrollo de la correspondiente aplicación informática.

Referencias

- Burstein, D., & Stasiowski, F. (1996). *Project management: manual de gestión de proyectos para arquitectos, ingenieros e interioristas*, Barcelona: Gustavo Gili.
- Cleland, D., & King, W. (1988). *Project management handbook*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. Versión española del Project Management Body of Knowledge (3ª ed) (2004)*. Zaragoza: Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO)
- Kerzner, H. (1998). *Project Management, a systems approach to planning, scheduling and controlling*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Microsoft Project 98 paso a paso (1998)*. Aravaca, Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España
- Stover, T. (2003). *Guía completa de Microsoft Project Versión 2002 Running+*. Madrid: McGraw Hill
- Tarrés, J. (2009). Programación de proyectos. Un avance de propuesta gráfica. En A. Marcos, E. Martínez & F. López (Ed.) *Actas del XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Badajoz: AEIPRO (Asociación Española de Ingeniería de Proyectos)
- Tarrés, J. (2010a). Programación de proyectos mediante recursos determinados por las especificaciones técnicas y recursos dependientes de la duración. En *Actas del XIV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Madrid: AEIPRO
- Tarrés, J. (2010b). Business management: didactics through a graphical context. A preliminary innovative proposal. En *EDULEARN10 Proceedings CD. International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona

Correspondencia

Josep Tarrés i Turon
Departamento de arquitectura e ingeniería de la construcción
Escola Politècnica Superior. UNIVERSITAT DE GIRONA
Campus de Montilivi
E-17071 Girona
Correo electrónico: josep.tarres@udg.edu
Mòbil 606006024