



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y PROSPECCIÓN DE MINAS

MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN “DIRECCIÓN DE PROYECTOS”

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**ESTUDIO COMPARATIVO DE
ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR
GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN**

AUTOR: Héctor González Ortega

DIRECTOR: Francisco Javier De Cos Juez

Índice de contenidos

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVOS DEL TRABAJO	4
3	DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PROYECTOS	5
3.1	Orígenes	5
3.2	Principales métodos.....	9
3.2.1	Diagrama de Gantt	9
3.2.2	Diagrama de Pert.....	12
3.2.3	Scrum.....	14
3.3	Aplicación del control de proyectos.....	16
4	MÉTODO DEL VALOR GANADO	18
4.1	Historia	18
4.2	Fundamentos del conocimiento del valor ganado	19
4.3	Descripción del método.....	20
5	MÉTODO DE LAS ZONAS	27
5.1	Origen del método de las zonas	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Descripción del método.....	27
6	DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS DEL ESTUDIO.	29
7	ESTUDIO DE PROYECTOS COMPARANDO EL MÉTODO EVM Y EL MÉTODO DE LAS ZONAS.	31
7.1	Caso 1: Sistema de telecomunicaciones Agnes.....	31
7.1.1	Certificación 1 – 24 de Mayo de 2011.....	34
7.1.2	Certificación 2 – 20 de Junio de 2011	36
7.1.3	Certificación 3 – 27 de Junio de 2011	40
7.1.4	Certificación 4 – 12 de Julio de 2011	43
7.1.5	Certificación 5 – 29 de Julio de 2011	46
7.2	Caso 2: Construcción de una residencia familiar.....	48
7.2.1	Certificación 1 – 31 de Mayo de 2006.....	52
7.2.2	Certificación 2 – 31 de Julio de 2006	56
7.2.3	Certificación 3 – 31 de Octubre de 2006	59
7.2.4	Certificación 4 – 31 de Enero de 2007	63
7.2.5	Certificación 5 – 28 de Febrero de 2007	66
7.3	Caso 3: Construcción de la estación de tren Antwerpen.....	69

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

7.3.1	Certificación 1 – 24 de Febrero de 2014	72
7.3.2	Certificación 2 – 10 de Marzo de 2014.....	74
7.3.3	Certificación 3 – 13 de Mayo de 2014.....	77
7.3.4	Certificación 4 – 20 de Mayo de 2014.....	80
8	CONCLUSIONES.....	83
9	BIBLIOGRAFÍA.....	85

1 INTRODUCCIÓN

El documento que a continuación se presenta hace referencia al Trabajo fin de Máster, del Máster Interuniversitario en Dirección de Proyectos, impartido en la Universidad de Oviedo.

Se trata de la realización de un estudio comparativo de alternativas al método del valor ganado, y realizar una aplicación práctica sobre algunos proyectos reales concretos.

Este trabajo ha sido realizado por el alumno de la Universidad de Oviedo, Héctor González Ortega, bajo la supervisión de Francisco Javier De Cos Juez, profesor de la ya nombrada Universidad de Oviedo.

2 OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos del presente proyecto, son el análisis de distintas alternativas al conocido método del valor ganado, utilizado para el control del desarrollo de proyectos.

Se pretende explicar y evaluar otros métodos válidos para el control de proyectos, y principalmente analizar si las conclusiones que se obtienen al final del desarrollo son las mismas que a la hora de aplicar el método del valor ganado.

Se busca principalmente, que los métodos alternativos ofrezcan la misma información para la toma de decisiones correspondiente, pero suponga un ahorro significativo de tiempo y trabajo a la hora de analizar los datos del proyecto.

Para obtener estas conclusiones se aplicarán los diferentes métodos en varios proyectos reales de diferentes ámbitos.

3 DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PROYECTOS

3.1 ORÍGENES

Aunque la gestión de proyectos como tal se ha afianzado en los últimos años, la historia del Project Management se remonta al comienzo de la civilización, a la primera mega construcción en el mundo, las pirámides de Gizeh, finalizadas hace más de 4.500 años, las cuales, a pesar de desconocerse las técnicas utilizadas para su construcción, sabemos que hizo falta que una o varias personas se encargaran de la supervisión del proyecto.

La historia de la gestión de proyectos como tal podríamos decir que realmente se inició a finales del siglo XIX cuando el mundo de la empresa empezaba a hacerse más complejo y había que organizar grandes proyectos de forma sistemática. Uno de los proyectos pioneros que se convirtió en la base de la metodología de la administración de proyectos, fue el ferrocarril transcontinental construido en Estados Unidos, donde había que organizar el trabajo de miles de empleados y la logística de materias primas en cantidades nunca vistas hasta ese momento. Hasta 1900 los proyectos de ingeniería civil eran gestionados según criterios arbitrarios, entre los que destacan Vitruvio ejemplo (siglo 1 aC), Christopher Wren (1632-1723), Thomas Telford (1757-1834) y Isambard Kingdom Brunel (1806-1859). A partir de 1950, las organizaciones empezaron a aplicar las herramientas de gestión sistémica de proyectos y técnicas para proyectos complejos.

La administración de proyectos, en su forma moderna, comenzó a afianzarse hace solo unas décadas. A partir de principios de los años sesenta del siglo pasado, las empresas y otras organizaciones comenzaron a observar las ventajas de organizar el trabajo en forma de proyectos. Esta perspectiva de organización centrada en proyectos evolucionó aún más cuando las organizaciones empezaron a entender la necesidad fundamental de que sus empleados se comuniquen y colaboren entre sí al tiempo que integran su trabajo en diferentes departamentos, profesiones y, en algunos casos, industrias completas.

En la actualidad, los preceptos básicos de administración de proyectos están representados por el triángulo del proyecto, un símbolo que popularizó Harold Kerzner en su obra del sistema de administración de proyectos.



ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Entre finales del siglo XIX y principios del XX, Frederick Taylor (1856–1915) comenzó a realizar estudios detallados del trabajo. Aplicó el razonamiento científico y demostró que el trabajo puede analizarse y mejorarse si se centra en las partes fundamentales. Anteriormente, la única manera de mejorar la productividad era exigir a los trabajadores más esfuerzo y más horas de trabajo. Taylor presentó el concepto de trabajar con más eficiencia en lugar de más esfuerzo y tiempo. La inscripción en la tumba de Taylor en Filadelfia avala su lugar en la historia de la administración: "El padre de la administración científica".



Ilustración 1 - Frederick Winslow Taylor (1856-1915)

Uno de los antepasados más conocidos de la gestión de proyectos es Henry Gantt, llamado padre de técnicas de planificación y de control. Henry Gantt (1861 – 1919) estudia detalladamente el orden de las operaciones de trabajo. Creó los diagramas de Gantt, contenedores con barras de tareas y marcadores de hitos, que describen la secuencia y la duración de todas las tareas de un proceso. Son una herramienta analítica tan eficaz que apenas se ha modificado en casi cien años. Uno de sus primeros usos fue para la construcción de la Presa Hoover en 1931.



Ilustración 2 - Henry Laurence Gantt (1861-1919)

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Henri Fayol (1841 – 1925) Para él la administración es un todo y un conjunto de procesos del cual la organización es una de las partes, estática y limitada ya que se refiere a estructura y forma. Conocido por la creación de las 5 funciones de gestión, que constituyen la base de conocimientos relacionados con proyectos y gestión de programas.

1. Planificar: Visualizar el futuro y trazar el programa de acción
2. Organizar: Construir las estructuras material y social de la empresa
3. Dirigir/Mandar: Guiar y orientar al personal
4. Coordinar: Enlazar, unir y armonizar todos los actos colectivos
5. Controlar: Verificar que todo suceda de acuerdo con las reglas establecidas y las órdenes dadas

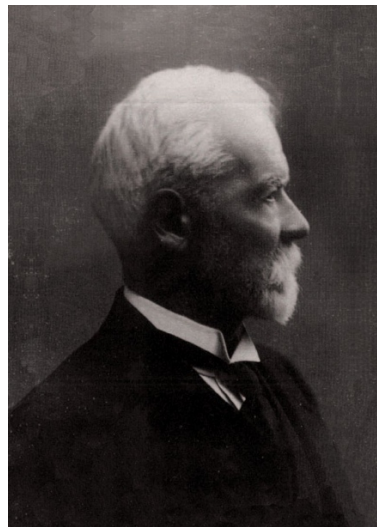


Ilustración 3 - Henry Fayol (1841-1925)

Ambos Gantt y Fayol eran conocidos como los estudiantes de las teorías de Frederick Winslow Taylor de la gestión científica. Su obra es la precursora de las modernas herramientas de gestión de proyectos, incluyendo la estructura de desglose de trabajo, Work Breakdown Structure (WBS) y la asignación de recursos.

La década de 1950 marcó el comienzo de la era moderna en la Gestión de Proyectos, donde la gestión de proyectos fue formalmente reconocida como una disciplina derivada de la gestión. Se empezaron a desarrollar dos proyectos de modelos matemáticos de programación.

- Después de la II Guerra Mundial la Dupont Corporation y Remington Rand Corporation crearon el CPM o Método de Ruta Crítica, una técnica con la que se predecía la duración de un proyecto al analizar las tareas menos flexibles dentro de la planificación. El "Critical Path Method" (CPM), desarrollado para la gestión

de proyectos de mantenimiento de planta ahorró 1 millón de dólares a la compañía el primer año que se implementó.

- En 1958, desarrollado por Booz-Allen & Hamilton, como parte de la Armada de los Estados Unidos aparece el PERT o Técnica de Revisión y Evaluación de Programas, un método que permite analizar el tiempo necesario para completar cada tarea e identificar el tiempo mínimo (óptimo) requerido para concluir el proyecto.

En 1965 se funda la IPMA (International Project Management Association) y cuatro años más tarde el PMI (Project Management Institute) para servir a los intereses de la industria de gestión de proyectos. En 1981, el Consejo de Administración del PMI autorizó el desarrollo de lo que se ha convertido en una guía a la Dirección de Proyectos del Conocimiento (PMBOK Guide), que contiene las normas y directrices de las prácticas que son ampliamente utilizadas en la profesión.

El IPMA, ha experimentado un desarrollo similar y estableció la línea base de competencia del IPMA (ICB). El enfoque de la ICB también comienza con el conocimiento como una fundación, y añade consideraciones sobre la experiencia, las habilidades interpersonales y la competencia. Ambas organizaciones están participando en el desarrollo de un proyecto de gestión estándar de la ISO.

Desde entonces, la gestión de proyectos no ha dejado de evolucionar y profesionalizarse cada día más hasta el punto de convertirse en una de las profesiones con más futuro, más demandadas y que ofrecen más oportunidades a quienes se dedican a ella.

Aunque varios modelos empresariales evolucionaron durante los últimos años, todos comparten una estructura subyacente común: un administrador; administra el proyecto, reúne un equipo y garantiza la integración y comunicación horizontal del flujo de trabajo en los diferentes departamentos.

Existen dos tendencias importantes emergentes:

- Planificación ascendente: Esta tendencia enfatiza el uso de diseños de proyectos más sencillos, ciclos más breves, colaboración eficiente entre los miembros del equipo, participación más sólida de los miembros del equipo y toma de decisiones. Este enfoque se conoce ampliamente como administración de proyectos ágil e incluye varias metodologías relacionadas, como Scrum, Crystal, Extreme Programming, Unified Process y muchas otras.
- Planificación descendente: Esta tendencia se caracteriza por la toma de decisiones en toda la empresa sobre la cartera de proyectos que una organización debería tener y por permitir que las tecnologías de análisis de datos hagan más transparente la información de la cartera.

3.2 PRINCIPALES MÉTODOS

3.2.1 DIAGRAMA DE GANTT

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

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

- En el eje Horizontal: Un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.
- En el eje Vertical: Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

Desde su introducción los diagramas de Gantt se han convertido en una herramienta básica en la gestión de proyectos de todo tipo, con la finalidad de representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas como parte de un proyecto o para mostrar una línea de tiempo en las diferentes actividades haciendo el método más eficiente.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

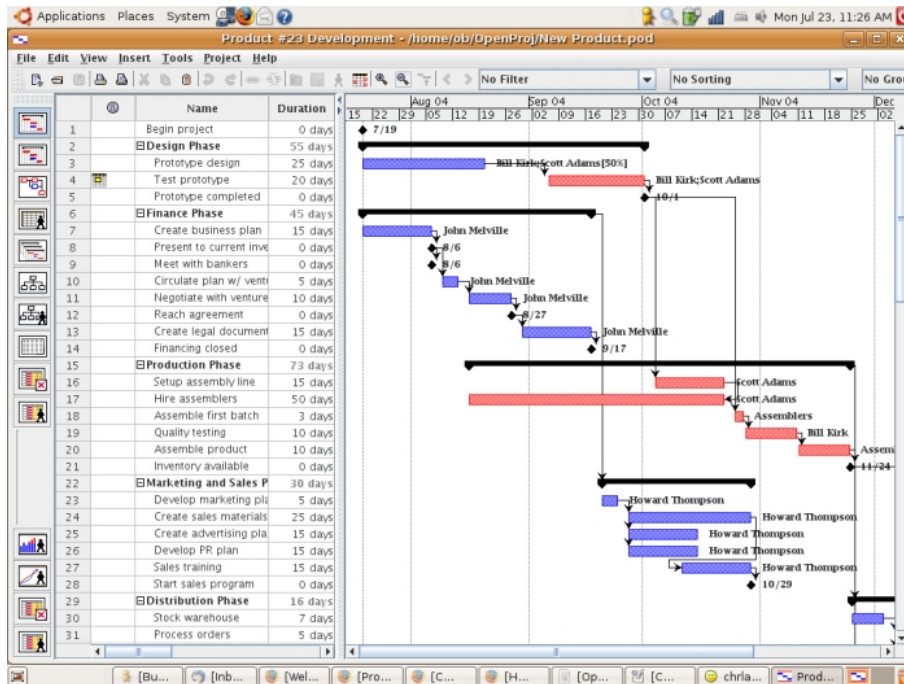


Ilustración 4 - Diagrama de Gantt

3.2.1.1 VENTAJAS DEL DIAGRAMA DE GANTT

1. Se obtiene una imagen relativamente simple de un sistema complejo. Es decir que, de forma muy visual, se nos pone delante una gráfica que refleja la organización de las fases de un proyecto. Aquí la frase “una imagen vale más que mil palabras” es del todo aplicable, ya que la visualización del diagrama de Gantt facilita enormemente la comprensión de todo el proceso.
2. Ayuda a organizar las ideas. Cuando los objetivos y las acciones se dividen en segmentos más pequeños resultan más accesibles, más fáciles de alcanzar. A la vez, se ve más clara su posible complejidad. La construcción de un diagrama de Gantt obliga a seccionar el todo en diferentes partes y crea un cuadro con todas sus piezas.
3. Facilita la consecución progresiva de objetivos. La elaboración del cronograma exige descomponer el proceso en diversas partes que se van estructurando en pequeñas unidades. De esta forma, se establecen las fases y se detallan las acciones necesarias para llevar a cabo el programa. El proyecto se descompone y organiza en pequeñas metas fáciles de alcanzar
4. Demuestra el conocimiento de quien lo crea. Cuando se diseña un diagrama de Gantt bien presentado, con las tareas debidamente organizadas y adecuadamente asignados sus recursos, dice mucho acerca de la profesionalidad del director del proyecto. Se percibe enseguida si éste conoce a fondo las necesidades y objetivos, y resulta un elemento predictor acerca de sus posibilidades de éxito.

5. Contribuye a establecer plazos realistas. Las barras del gráfico indican en qué período se completará una tarea o un conjunto de tareas. Permite tomar una perspectiva temporal adecuada y es útil para la consecución a tiempo de los objetivos fijados. Importante es también tener en cuenta otros eventos de la compañía ajenos al proyecto, que podrían consumir también recursos y tiempo.
6. Resulta de gran utilidad para otros departamentos no involucrados en el proyecto. Como el diagrama de Gantt es una herramienta muy gráfica, cualquier persona puede comprender fácilmente cuáles son las etapas del proceso. Situarlo en un lugar visible y en formato grande, donde todo el mundo pueda verlo, ayudará a que se recuerden los objetivos y se conozca cuándo van a tener lugar las acciones planificadas.
7. Es una eficaz herramienta de comunicación. Este diagrama es un instrumento de comunicación eficaz, pues permite transmitir a las personas implicadas en el proyecto, todas las etapas de forma clara.

3.2.1.2 INCONVENIENTES DEL DIAGRAMA DE GANTT

1. Pueden llegar a ser extraordinariamente complejos. A excepción de los proyectos más sencillos, en general puede que confluyan un gran número de tareas a realizar y múltiples recursos a considerar para poder desarrollarlos de forma eficiente. Existen excelentes aplicaciones de software que facilitan la gestión de las acciones planificadas. Aun así, cuando el proyecto es demasiado complejo, se recomienda que sean varias personas las que se encarguen de administrarlo.
2. La longitud de las barras no indica la cantidad de trabajo, sino sólo la temporalización. Las barras del diagrama de Gantt muestran el período de tiempo durante el cual se completará un conjunto particular de tareas, pero sin informar acerca de la cantidad de recursos que es necesaria. Por ejemplo, una barra corta puede representar más horas de trabajo, es decir, más recursos, que una barra más larga: puede ocurrir que una tarea deba completarse en menos días, pero que requiera más carga de trabajo por día.
3. Se precisa una actualización constante. Durante el desarrollo de un proyecto, las condiciones y situaciones van variando en relación a la previsión inicial. Si se emplea un diagrama de Gantt, es necesario poder modificarlo fácilmente y con frecuencia. Si no se hace así, no resultará útil. En este punto, las herramientas de software son de gran ayuda, sobre todo para directores de proyecto con menos experiencia.
4. Difícil de plasmar en una sola hoja de papel. Generalmente, los diagramas realizados por ordenador están diseñados para ser visualizados en pantalla, divididos en segmentos que se unen para ver el proyecto al completo. Para imprimir el gráfico en papel, se deberá hacer por partes para, después, unirlos entre sí. Si se quiere exponer el diagrama en un lugar visible a todos y mantenerlo

actualizado, este hecho puede ser un auténtico inconveniente por la carga de trabajo que conlleva.

5. Para determinados proyectos puede resultar insuficiente. En proyectos amplios y complejos puede resultar insuficiente pues sólo facilita las tareas generales y la duración de cada una de ellas, sin especificar nada más. Por eso, es necesario combinarlo con otras técnicas, como el CPM o el PERT, que completan la información ofrecida por el primero.

3.2.2 DIAGRAMA DE PERT

El diagrama PERT moderno fue desarrollado por primera vez para la Marina de EE.UU., que se encontraba en medio del desarrollo de una nueva flota de submarinos con armas nucleares y necesitaba una manera de monitorear el progreso del proyecto, asignar recursos y cumplir con los plazos. Todo esto se complica por el hecho de que grandes segmentos del proyecto fueron clasificados, lo que significa que sólo los líderes del proyecto conocían los detalles de todo el trabajo. Tal proyecto complejo exigió un nuevo paradigma de gestión.

Un diagrama de Evaluación del Programa y de Revisión Técnica es una herramienta que se utiliza en escenarios de gestión de proyectos. Los diagramas PERT son útiles para seguir el tiempo y los recursos necesarios para completar un objetivo, así como para mantener en perspectiva la secuencia correcta de todas las tareas. Aunque es menos común que el diagrama de Gantt, que se encuentra en la mayoría de los software de gestión de proyectos, los diagramas PERT son más eficaces en la contabilidad de la incertidumbre en un proyecto, específicamente la incertidumbre de los tiempos.

Gráficamente, un diagrama PERT consiste en nodos rectangulares conectados por líneas continuas. Los nodos se denominan eventos, mientras que las líneas se llaman actividades. Al lado de la línea de actividad hay una declaración asignando un valor numérico a la variable "t" (por ejemplo, $t = 9$). La variable "t" representa el tiempo necesario para completar una determinada actividad. Los eventos marcan el principio o el final de una actividad y, por lo tanto, no tienen tiempo de duración.

En el mundo real, los proyectos pueden tomar más o menos tiempo en completarse que los previstos y los diagramas PERT permiten esta incertidumbre mediante el establecimiento de cuatro tipos diferentes de estimaciones de tiempo. El tiempo optimista (O) representa el tiempo para completar una tarea si todo está funcionando antes de lo previsto. El tiempo más probable (M) es el tiempo necesario de cumplimiento cuando el proyecto está exactamente en la fecha prevista y el tiempo pesimista (P) se aplica cuando el proyecto está retrasado.

El tiempo estimado (TE) es el promedio de estos tres tiempos con el peso adicional en el tiempo más probable. Se expresa por la fórmula $TE = (O + 4M + P)/6$. Finalmente, el

concepto de holgura representa cualquier exceso o deficiencia de tiempo para una actividad. Una vez que un jefe de proyecto descubre que una actividad tiene holgura positiva, éste puede decidir la mejor manera de usar el tiempo extra.

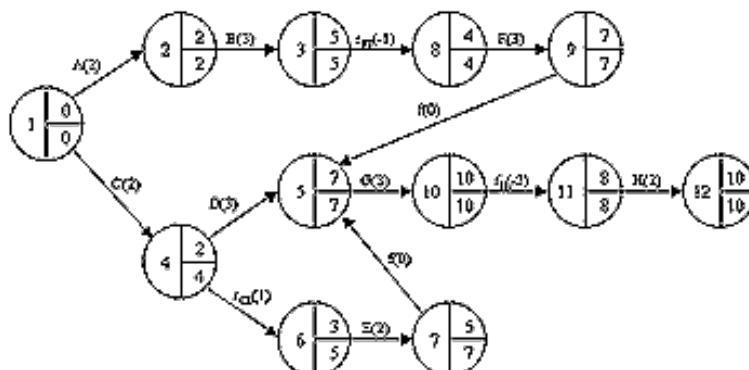


Ilustración 5 - Diagrama de PERT

3.2.2.1 VENTAJAS DEL DIAGRAMA DE PERT

1. Planificación de proyectos grandes: Un gráfico PERT hace más sencilla la planificación de proyectos grandes, de acuerdo a la Escuela de Ciencias de la Información de la Universidad de Pittsburgh. Responde a tres preguntas clave acerca de cada actividad, lo que ayuda a los administradores a identificar relaciones entre tareas y sus dependencias. Estas preguntas involucran cuánto tiempo se necesitará para completar una actividad, y qué otras actividades deben ocurrir inmediatamente antes y e inmediatamente después de esta actividad, para la culminación efectiva del proyecto.
2. Camino crítico visible en todo momento: El camino crítico incluye todas las actividades que no se pueden retrasar sin afectar la fecha de terminación del proyecto. Todas las tareas que no estén en el camino crítico pueden tener cierto tiempo de holgura sin afectar el tiempo de finalización del proyecto. Cuando el administrador del proyecto debe retrasar una tarea para darle más tiempo a otra, la ruta crítica muestra claramente aquellas tareas que no pueden ser aplazadas.

3.2.2.2 INCONVENIENTES DEL DIAGRAMA PERT

1. Gráficos complicados: Los gráficos PERT pueden ser complicados y confusos teniendo cientos o incluso miles de tareas y relaciones de dependencia. Esto es especialmente cierto en proyectos muy grandes. Los diagramas PERT pueden ser caros de desarrollar, actualizar y mantener.
2. Inexactitudes en la predicción: Los gráficos PERT dependen de la habilidad para predecir marcos de tiempo precisos para multitudes de tareas. Los proyectos complicados que involucran muchas actividades y proveedores pueden hacer esta predicción difícil. Los eventos inesperados ocurren, y algunas veces el

tiempo necesario estimado original que se necesita para pasos específicos puede ser inexacto. PERT funciona mejor en proyectos en los que se puede confiar en la experiencia previa para hacer dichas predicciones de forma precisa.

3.2.3 SCRUM

Scrum es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales.

Scrum también se utiliza para resolver situaciones en que no se está entregando al cliente lo que necesita, cuando las entregas se alargan demasiado, los costes se disparan o la calidad no es aceptable, cuando se necesita capacidad de reacción ante la competencia, cuando la moral de los equipos es baja y la rotación alta, cuando es necesario identificar y solucionar ineficiencias sistemáticamente o cuando se quiere trabajar utilizando un proceso especializado en el desarrollo de producto

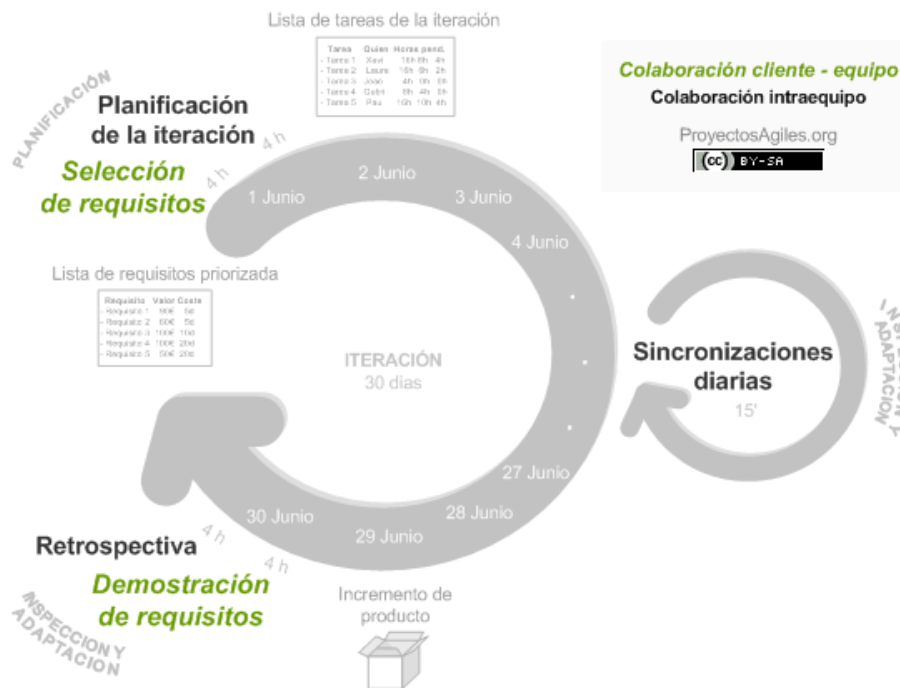


Ilustración 6 - Esquema de trabajo con Scrum

El método Scrum, se divide en las siguientes fases:

1. **Planteamiento:** un proyecto gestionado bajo el modelo SCRUM parte de los objetivos que han trazado con anterioridad el cliente y la empresa. Lo primero es fraccionarlo en entregas parciales, de manera que el cliente pueda replantear aspectos a los que en principio no prestó la importancia debida o que simplemente desconocía. Esos aspectos pueden ser sobre costes, estrategias, producción, etc.
2. **Lista de tareas:** el equipo de trabajo elabora la lista de tareas que debe tener en cuenta para cada entrega de resultados. Es muy importante hacer una estimación del esfuerzo requerido para, de esta manera, fijar plazos proporcionados.
3. **Reuniones:** lo ideal es que cada día el equipo dedique 15 minutos para reunirse y ponerse al tanto de la evolución del plan. En estas sesiones, el líder del proyecto (Scrum Master) debe encargarse de que cada miembro cumpla con las labores que le han sido asignadas y de motivarles para que su productividad no disminuya. En caso de que detecte alguna incidencia dentro del grupo, es necesario que tome las opciones más adecuadas, que pueden ir desde un relevo de la función hasta el nombramiento de miembros de apoyo.
4. **Demostración:** una vez ejecutadas las labores de cada fase, el equipo se reúne con el cliente para mostrar los avances correspondientes. El cliente decide si replantea los elementos del proyecto. Si es necesario, el equipo asume nuevos compromisos.
5. **Retrospectiva:** los miembros del equipo se reúnen para valorar el proceso de entrega de resultados y analizan los factores que podrían mejorar de cara al final del proceso. La función del Scrum Master será eliminar dichos obstáculos.

3.2.3.1 VENTAJAS DEL SCRUM

1. Entregables en tiempo y forma, puedes ir enviando entregables al cliente mientras vas atacando los objetivos más sencillos, eso te hace ganar tiempo para atacar los objetivos más complejos.
2. el Scrum Master tiene el conocimiento necesario para lograr el objetivo primario y secundario por lo cual puede ir controlando el proyecto y delegando roles.
3. Cada persona sabe que es lo que tiene que hacer y no es necesario estar reorganizando una y otra vez los trabajos de cada persona.
4. Se involucra desde un principio y se da un rol a todos los stakeholders

3.2.3.2 INCONVENIENTES DEL SCRUM

1. El cliente siempre va a esperar los informes con la fecha exacta, y muchas veces los va a pedir antes.
2. Demasiadas Reuniones para poco avance, a veces es muy cansado y estresante reunirse demasiadas veces por el mismo tema, algunas personas pueden ir perdiendo el interés en el proyecto.

3. Si una persona renuncia o hay algún cambio es complicado remplazar ese rol ya que es la persona que se lleva el conocimiento específico y afecta a todo el proyecto.
4. No es aplicable a grandes escalas o cuando el sector IT es variado.

3.3 APLICACIÓN DEL CONTROL DE PROYECTOS.

Si hay un apartado importante en la gestión de proyectos es el del control. Una vez que se ha decidido poner en marcha, con la ejecución, el director del proyecto debe asumir la responsabilidad de que cada persona participante cumpla con las tareas que le han sido asignadas y así, asegurar que el proyecto discorra de acuerdo a su planificación.

La idea del control del proyecto es muy simple: se elabora el proyecto con unos objetivos, estudiando los recursos disponibles y elaborando una planificación para conseguir llegar a las metas.

El control es la parte que asegura el cumplimiento de las planificaciones previas, consiguiendo que ningún miembro del equipo se desvíe de la ruta marcada.

Gracias a las labores propias del control, se asegurará la consecución de objetivos tal y como se había definido en la fase de planificación.



Ilustración 7 - Nube de palabras Project Management

Cuando ya se ha planificado el proyecto, conviene poner en marcha el control del mismo. El principal requisito para empezar será que el proyecto esté completamente definido y aprobado por el comité de dirección o la junta de accionistas y, en su caso, por el patrocinador de las acciones que se van a llevar a cabo.

En estas líneas de actuación quedarán señalados los costes, el alcance que tendrá el proyecto y el cronograma que debe seguirse para cumplir los objetivos:

- **Base de costes:** en este apartado se precisan los costes que se van a asumir en el proyecto, con una distribución temporal que irá en consonancia con la ejecución de las tareas en el tiempo. Es muy útil a la hora de comparar las estimaciones con los costes reales.
- **Base del cronograma:** se realizará una línea temporal con los objetivos señalados en cada momento del proyecto.
- **Base de alcance:** formada por las distintas actividades de las que se compone el proyecto y que van a permitir ejecutar los entregables. Todo ello queda reflejado en la WBS que se ha aprobado. Gracias a la base de alcance se puede conocer el avance de cada actividad y cada entregable.

Una vez que se tengan definidas estas líneas de base, es el momento de ponerse manos a la obra con el control del proyecto.

Es muy importante tener en cuenta ciertos aspectos durante la realización de estos trabajos de control:

- **Alcance:** En este punto se controlarán las tareas que debe ejecutar cada uno de los miembros del proyecto, y que el resultado cumple con los requisitos que se habían solicitado. Cuando una tarea no cumple con ellos, se entiende como no ejecutada.
- **Plazo:** Dentro del control de un proyecto, se requiere estar pendiente de su cumplimiento dentro de los tiempos acordados. Es preciso señalar aquí que el primer cronograma se realiza sin tener en cuenta un margen por riesgos. Esto es porque si se tuvieran en cuenta estos márgenes, acabarían utilizándose para otras cuestiones que no encerrarán estrictamente riesgos.
- **Coste:** Son dos los temas que requieren control, el coste total del proyecto y el control de la tesorería.
- **Riesgos:** Es importante tener controlados los riesgos porque si llega a producirse un imprevisto, este va a tener un efecto inmediato sobre la consecución de los objetivos del proyecto.

4 MÉTODO DEL VALOR GANADO

4.1 HISTORIA

El concepto de valor ganado proviene inicialmente de los ingenieros industriales que trabajaron en las primeras fábricas americanas, donde, por necesidades de trabajo y con el fin de controlar los costes en los que incurrían, definieron la variación de costes como la diferencia entre el coste actual gastado con los estándares ganados que alcanzaban. Se puede decir, que esta es la primera definición, básica, que se le dio al término de valor ganado.

El origen de los trabajos de la técnica PERT empezaron formalmente en enero de 1957, en paralelo al inicio del uso de la técnica del CPM, pero su origen fue en el ámbito militar. Se desarrolló en la Oficina de Proyectos Especiales de la Armada de los EEUU, cuando el almirante William. F. Raborn, reconoció que se necesitaba una planificación integrada y un sistema de control fiable para el programa de misiles balísticos Polaris. Con su apoyo, se estableció un equipo de investigación para desarrollar el PERT o “Program Evaluation Research Task”.

Así, la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de los Estados Unidos de América, en colaboración con la división de Sistemas de Misiles Lockheed (fabricantes de proyectiles balísticos) y la consultora Booz, Allen & Hamilton, se plantean un nuevo método para solucionar el problema de planificación, programación y control del proyecto de construcción de submarinos atómicos armados con proyectiles «Polaris», donde tendrían que coordinar y controlar, durante un plazo de cinco años a 250 empresas, 9000 subcontratistas y numerosas agencias gubernamentales.

En julio de 1958 se publica el primer informe del programa al que denominan “Program Evaluation and Review Technique”, decidiendo su aplicación en octubre del mismo año y consiguiendo un adelanto de dos años sobre los cinco previstos.

D. G. Malcolm, J. H. Roseboom, C. E. Clark y W. Fazar, todos del equipo de investigación patrocinado por la Armada, fueron los autores del primer documento publicado sobre el PERT (Malcolm et al., 1959). Este método se basa en la probabilidad de la duración de las actividades. Hoy día se sigue utilizando este método si bien, tal y como apuntan algunos autores la estimación calculada por PERT suele subestimar la duración real de los proyectos.

En 1962, fue introducido el método PERT/Cost, en el que se incluía la variable “valor del trabajo realizado”

En 1965, la Fuerza Aérea Norteamericana tomó la iniciativa de establecer estándares que permitieran ver y evaluar el desempeño de los contratistas. Se llegó a la conclusión

de que no iban a crear un sistema gerencial de control, si no que los propios contratistas deberían cumplir ciertos criterios en sus sistemas de control particulares.

El desarrollo del valor ganado como herramienta para el control de proyectos inicio como parte del sistema de criterios para el control de costos y programación por sus siglas en ingles C/SCSC (Cost/Schedule Control System Criteria). El C/SCSC estaba constituido por 35 criterios o estándares de conformidad requeridos por los sistemas gerenciales para el control de proyectos desarrollados por empresas privadas trabajando para agencias del gobierno de los Estados Unidos; El objetivo principal de la aplicación era lograr consistencia en la presentación de reportes de estado para los proyectos.

Los criterios fueron divulgados por el departamento de defensa de los Estados Unidos (DoD) en diciembre de 1967, y fueron usados de manera consistente como el método de facto para el control de costos en las licitaciones para nuevos sistemas. Desde entonces otros entes gubernamentales, así como gobiernos han adoptado versiones similares de criterios de rendimiento. Por ejemplo, Canadá adopto los criterios y sumo la necesidad de usar el método de la ruta crítica (CPM) como herramienta de programación en proyectos importantes.

Con el uso de los criterios del valor ganado durante el proyecto “Minute Man Missile Program”, en el año 1967 se consagra el uso del valor ganado como una doctrina formal del Project Management.

En diciembre de 1996, la Subsecretaria de defensa para adquisiciones y tecnología del DoD, aceptó treintaidós criterios industriales del valor ganado, que habían sido discutidos y revisados en el sector privado, para adaptarlos a la situación de aquel entonces.

En julio de 1998, se aprobó como parte de la norma ANSI/EIA 748 (American National Standards Institute/Electronic Industry Association), el uso de los treintaidós criterios del valor ganado (Earned Value Management, EVM).

En la actualidad se continúa trabajando en el uso de la metodología del valor ganado para el control de proyectos y conseguir aprovechar todo el conocimiento y experiencia que se ha generado durante todos estos años de continuo estudio.

4.2 FUNDAMENTOS DEL CONOCIMIENTO DEL VALOR GANADO

1. El empleo de un sistema único de control que provee datos exactos, consistentes, fiables, y a tiempo a todos los niveles de control, permitiendo monitorear el desempeño de todos los proyectos o trabajos de producción dentro de la empresa.

2. Un acercamiento gerencial que integra el alcance técnico del trabajo con los compromisos de tiempo y los recursos autorizados, permitiendo así la medición integral de la productividad a través de la vida del proyecto o del curso de la producción.
3. Documentación de evidencia empírica de 700 contratos del DoD, que emplearon la gestión de valor ganado, y reflejan un modelo consistente y predecible de desempeño histórico.
4. La utilidad y estabilidad del índice de Productividad del Coste Actual (Cost Performance Index, CPI) acumulativo, que muestran la relación entre el avance físico del trabajo realizado frente al costo gastado para realizar dicho trabajo y permite monitorear continuamente las tendencias de desempeño del proyecto.
5. La utilidad del índice de efectividad sobre la planificación realizada (Schedule Performance Index, SPI), que presenta la relación entre el avance físico del trabajo realizado frente al trabajo inicialmente programado, en orden de monitorear y controlar el cronograma para completarlo.
6. La utilidad del CPI acumulativo para predecir estadísticamente el coste final para concluir el proyecto.
7. La utilidad del CPI acumulativo cuando es usado conjuntamente con el SPI acumulativo para predecir estadísticamente el rango máximo del coste para concluir el proyecto.
8. La utilidad del Índice de Desempeño para Completar (TCPI) para monitorear el trabajo remanente del proyecto contra las metas financieras específicas de la gerencia.
9. La utilidad de Índice de Desempeño del Coste (TCPC) para monitorear los resultados de desempeño para la producción o trabajo de tipo repetitivo.
10. El uso de los principios de la Gerencia por Excepción (MBE, Management by Exception) para enfocar la atención de la gerencia en las excepciones significativas a un plan autorizado, permitiendo que el gerente monitoree efectivamente los aspectos críticos de productividad, y desarrollar y aplicar a tiempo las acciones correctivas.

4.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

La gestión del valor ganado (Earned Value Management), es un método que se utiliza para la medición del desempeño en proyectos. El objetivo principal de este método es ayudar al equipo de dirección a evaluar y medir tanto los costes como el avance de los proyectos.

Es una técnica que requiere la constitución de una línea base integrada con respecto a la cual se pueda comparar la situación en cada momento en el que se encuentra la ejecución del proyecto.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

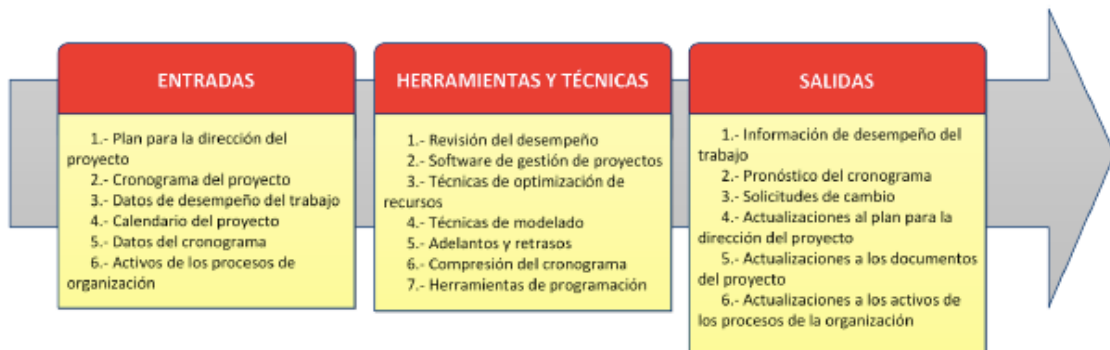


Ilustración 8 - Proceso método EVM

En el método EVM, se involucrarán principalmente cuatro factores importantes:

- **BCWS – Budgeted Cost of Work Scheduled – Coste presupuestado para el trabajo planificado.**

Curva de costes acumulados que representa los costes según el presupuesto del proyecto por unidad de tiempo para las tareas según han sido planificadas al inicio de ejecución de la obra.

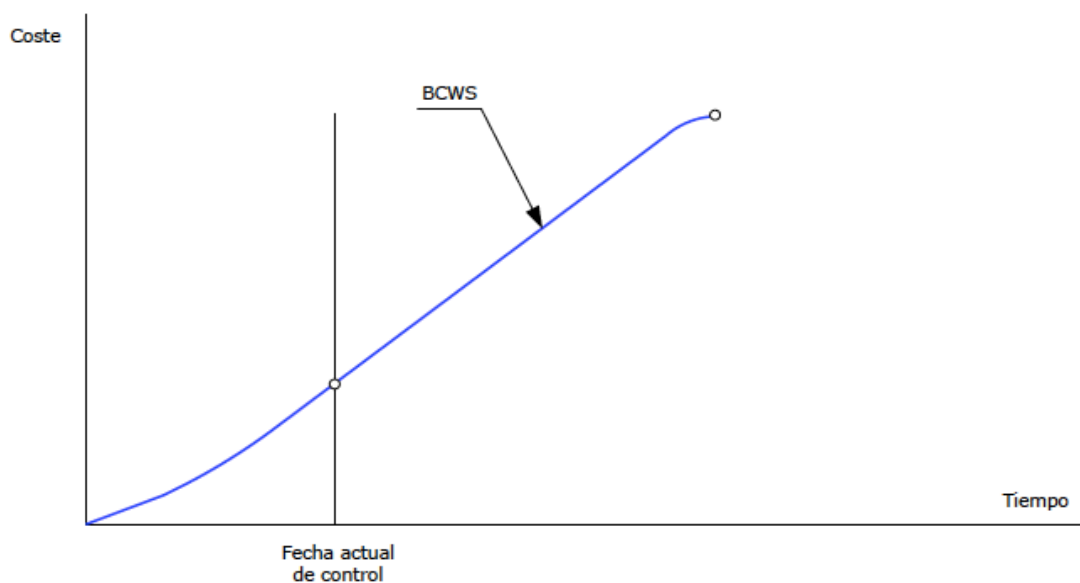


Ilustración 9 - Curva BCWS

- **ACWP – Actual Cost of Work Performed – Coste actual para el trabajo ejecutado.**

Curva de costes acumulados que representa los costes en los que se ha incurrido realmente para llevar a cabo las tareas en las unidades de tiempo consideradas.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

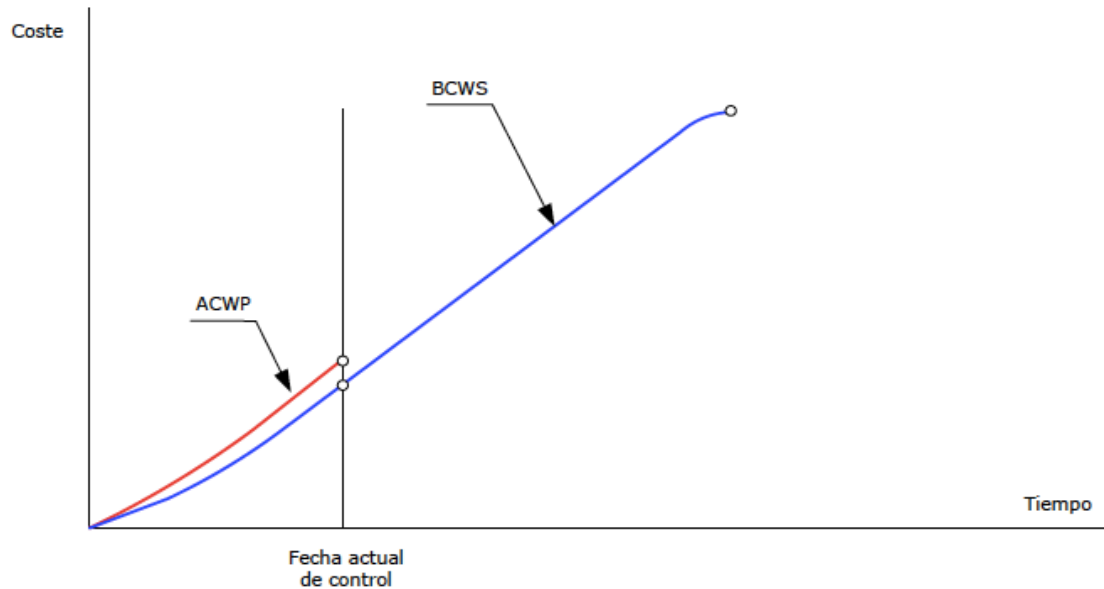


Ilustración 10 - Curva ACWP

- **BCWP – Budgeted Cost of Work Performed – Coste presupuestado del trabajo realizado o valor ganado.**

Curva de costes acumulados que representa los costes planificados y aprobados para las tareas que se van completando en un periodo de tiempo dado.

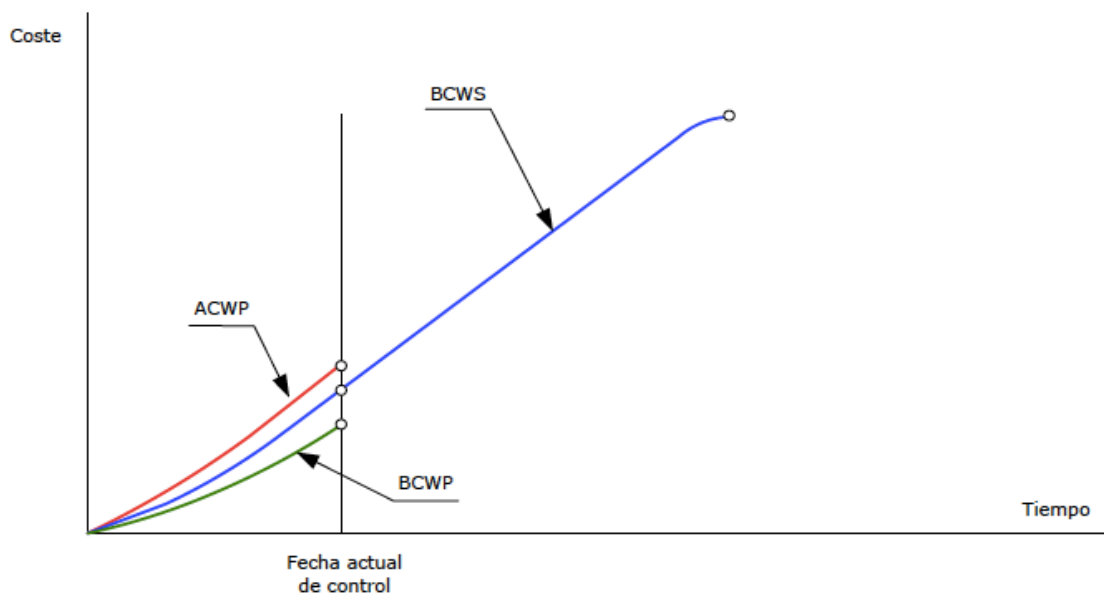


Ilustración 11 - Curva BCWP

BAC – Budget At Completion – Presupuesto a la finalización.

Se trata del coste total planificado del proyecto.

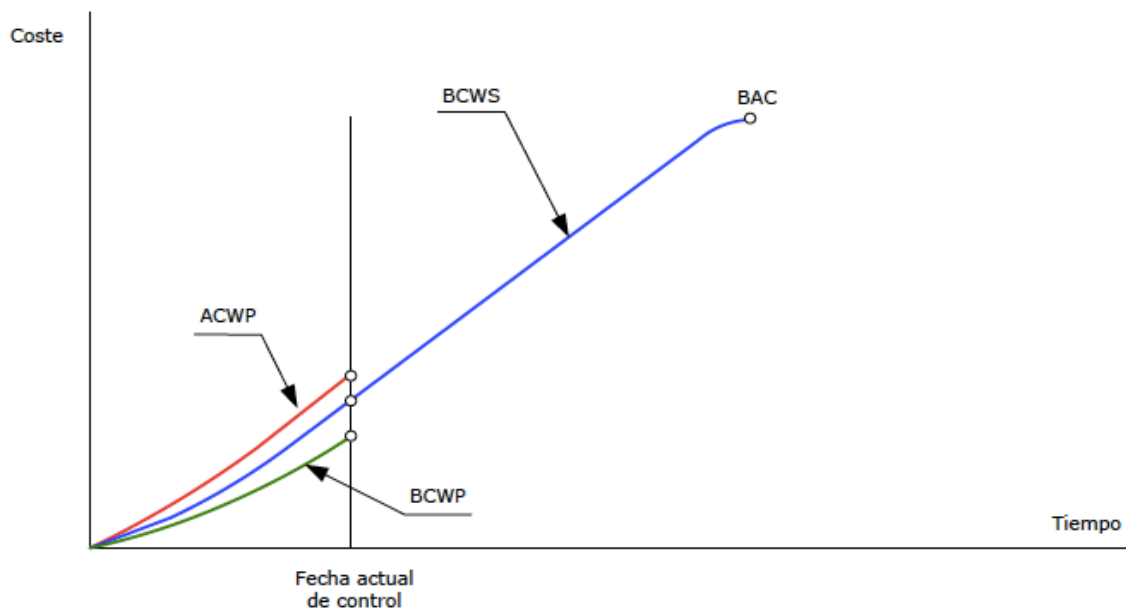


Ilustración 12 - Curva BAC

Existen otros factores importantes, que serán de gran ayuda a la hora de realizar los análisis del estado del proyecto.

Mediante una serie de cálculos y análisis, se consigue hacer una “radiografía” del estado actual del proyecto, la cual permita la toma de decisiones de una manera rápida y acertada, cuyo fin principal es mantener el proyecto dentro de los valores óptimos en el futuro más inmediato.

En primer lugar se han de analizar las desviaciones en las que incurre el proyecto durante su desarrollo, para ello se aplican las siguientes operaciones.

SV – Schedule Variance – Variación en plazo.

Es la diferencia entre el coste presupuestado del trabajo realizado y el coste presupuestado del trabajo planificado

$$SV = BCWP - BCWS$$

Un SV mayor que cero, indica un comportamiento favorable desde el punto de vista de la planificación, en el caso de ser este negativo indica un retraso respecto a la planificación.

Para realizar esta comprobación mediante porcentaje, tenemos la siguiente fórmula

$$SV\% = \frac{SV}{BCWS}$$

CV – Cost Variance – Variación en coste.

Es la diferencia entre el coste presupuestado del trabajo realizado y el coste actual para el trabajo realizado.

$$CV = BCWP - ACWP$$

Un CV positivo indica un comportamiento favorable desde el punto de vista de los costes del proyecto. En el caso de que este CV sea inferior a cero, tendremos un comportamiento desfavorable.

Para realizar esta comprobación mediante porcentaje, tenemos la siguiente fórmula

$$CV\% = \frac{CV}{BCWP}$$

VAC – Variance At Completion – Variación al finalizar el proyecto.

Es la diferencia entre el presupuesto planificado a la finalización del proyecto y el coste estimado real a la finalización del proyecto.

$$VAC = BAC - EAC$$

Para realizar esta comprobación mediante porcentaje, tenemos la siguiente fórmula

$$VAC\% = \frac{BAC}{EAC} \times 100$$

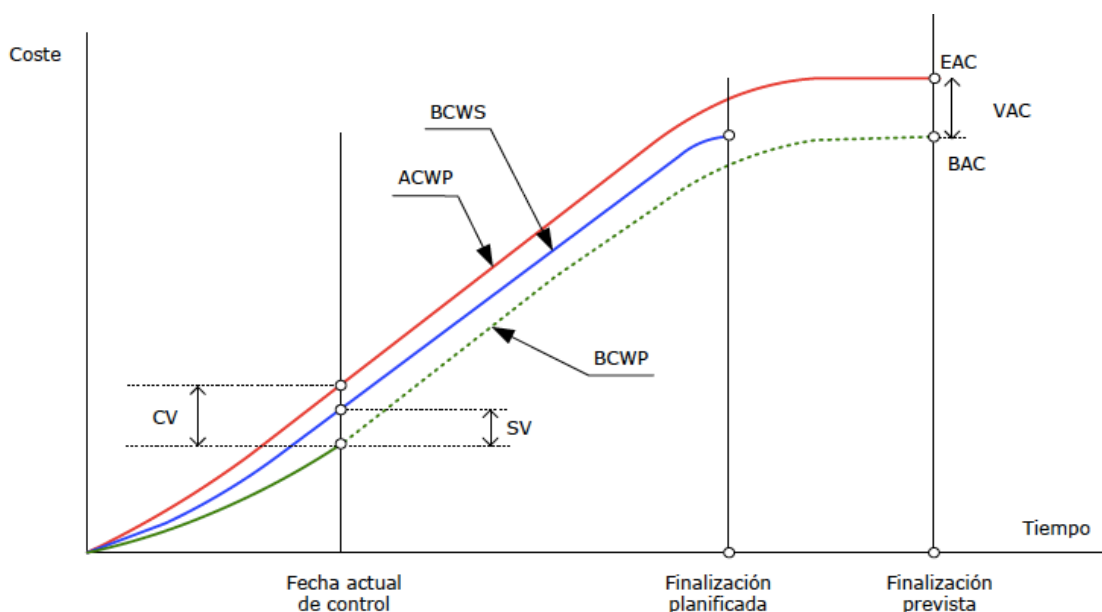


Ilustración 13 - Gráfico de desviaciones del EVM

También se deben tener en cuenta a la hora de controlar los proyectos, los denominados índices de ejecución. Son los siguientes:

Percent Completed - Porcentaje completado

$$\text{Percent complete} = \frac{BCWP}{BAC} \times 100$$

Planned Percent Completed – Porcentaje completado planeado

$$\text{Planned Percent complete} = \frac{BCWS}{BAC} \times 100$$

Percent Spend – Porcentaje gastado

$$\text{Percent Spend} = \frac{ACWP}{BAC} \times 100$$

Schedule Performance Index – Índice de ejecución en plazo

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

Un SPI igual a la unidad indica que el proyecto se ajusta en plazo al cien por cien respecto a lo que se había planificado en el inicio. En el caso de que el SPI sea positivo indica que el proyecto va adelantado respecto al tiempo planificado, en caso contrario el proyecto irá retrasado respecto a la planificación.

Coste Performance Index – Índice de ejecución en coste

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$$

Un CPI igual a la unidad indica que el proyecto se ajusta en coste al cien por cien respecto a lo que se había planificado en el inicio. En el caso de que el CPI sea positivo indica por cada euro gastado en el proyecto se ha ejecutado un trabajo por valor superior a un euro, por lo que el proyecto está ahorrando en costes, en el caso contrario el proyecto estaría incurriendo en costes más elevados de los planificados en el inicio.

Para el correcto control de los proyectos, los directores deben realizar unas estimaciones, para saber cual es la previsión a la hora de finalizar el proyecto, y así tomar decisiones de la manera más acertada y lo más pronto posible, para finalizar el proyecto de forma adecuada.

Entre estas estimaciones se encuentran:

Factores Pf – Índice compuesto

$$SCI = SPI \times CPI$$

EAC – Estimate At Completion – Estimación a la finalización.

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

$$EAC = ACWP_{CUM} + \frac{(BAC - BCWP_{CUM})}{SCI}$$

TCPI – To Complete Performance Index

$$TCPI_{EAC} = \frac{BAC - BCWP_{CUM}}{EAC - ACWP_{CUM}}$$

$$TCPI_{BAC} = \frac{BAC - BCWP_{CUM}}{BAC - ACWP_{CUM}}$$

Este índice es una herramienta para valorar la razonabilidad de la estimación del EAC.

Un TCPI superior a la unidad, indica que la eficiencia desde este momento hasta la finalización del proyecto debería ser superior a la planificada, si es negativo aparece el caso contrario, se podría incurrir en una eficiencia menor a la planificada sin que el resultado final del proyecto difiera de lo planificado.

5 MÉTODO DE LAS ZONAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El método de las zonas fue desarrollado como una alternativa al método del valor ganado, para gestionar los proyectos de la mejor manera posible cuando estos no admiten la carga de todos los trabajos administrativos que hay que realizar.

El método de las zonas utiliza únicamente dos variables, **horas de trabajo** y la **programación de eventos**.

La programación de eventos se define como la medida del comienzo o final de una actividad. Las horas de trabajo hacen referencia a las horas que se determinan al inicio del proyecto, los directores de proyecto saben que los costes pueden estimarse mediante las horas de mano de obra.

Mediante estas dos variables se pueden revelar las desviaciones, en coste y plazo, que se producen respecto a la planificación que se había propuesto al inicio del proyecto. Para realizar esta tarea, se deben comparar los costes y eventos planeados con los que actualmente forman el proyecto.

Para hacer este método aún más rápido y visual se ha ideado la representación de las variables en un gráfico, dividido en cuatro zonas diferentes.

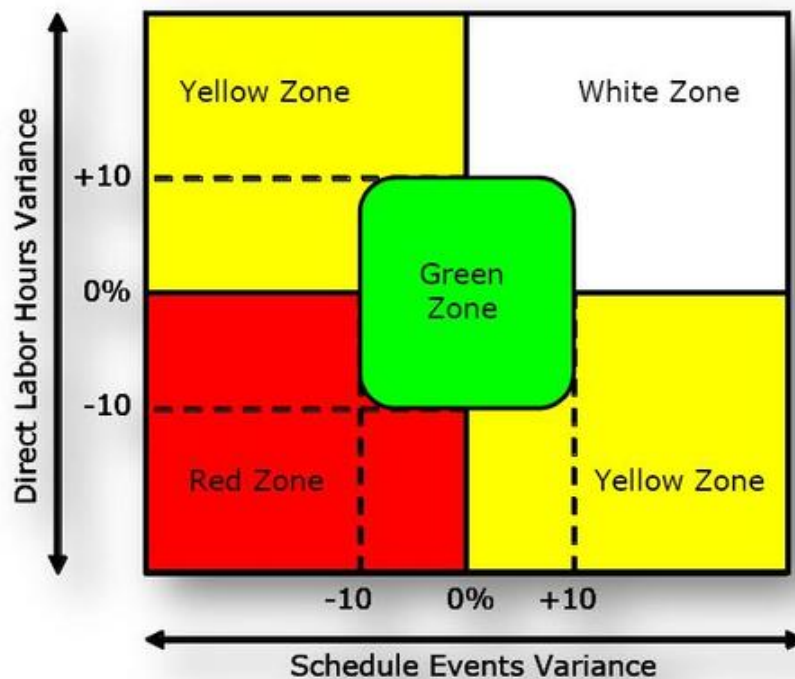


Ilustración 14 - Gráfico de análisis del método de las zonas

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

En este gráfico se representará tanto los costes positivos como negativos en el eje Y, y los plazos positivos y negativos en el eje X.

Cada uno de los cuadrantes representados con colores, hacen referencia a un estado diferente del proyecto, una vez que se haya completado al menos un 15% del total del proyecto.

Justo en el centro del gráfico se encuentra la **zona verde**, en esta zona encajan proyectos “perfectos” los cuales no tienen desviaciones superiores al 10% en ninguna de las dos variables.

Si el proyecto se desvía más de un 10% en cualquiera de las direcciones las probabilidades de finalizar con éxito el proyecto disminuyen mucho.

Existen dos **zonas amarillas**, en una de ellas la desviación en costes excede en 10% marcado, en la segunda zona, en cambio, son los plazos los que sobrepasan el 10% límite.

Son zonas en las que el director de proyecto deberá tomar parte, estudiar el porqué de estas desviaciones e intentar solucionarlas antes de que pasen a la **zona roja**, zona en la que resultará prácticamente imposible recuperar el proyecto, debido a que tenemos desviaciones superiores al 10% en ambas variables, costes y plazos.

En la **zona blanca** tenemos desviaciones en costes y plazos, pero en este caso positivas para el proyecto. En este caso, el proyecto no corre peligro de finalizarse de una manera exitosa, pero el director de proyecto deberá analizar detenidamente porque nos encontramos en esta zona, debido a que en la mayoría de los casos refleja un error en la planificación.

6 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS DEL ESTUDIO.

Para la realización de este estudio era necesario disponer de toda la información posible, la cual permitiese que el análisis de los proyectos fuese lo más realista posible.

Para ello, se ha contactado con varias empresas, con el fin de conseguir acceso a la documentación disponible sobre los proyectos que habían llevado a cabo, sin importar la fecha de ejecución, únicamente se buscaba que los datos fuesen suficientemente claros y abundantes para realizar un buen análisis del proyecto, y que permitiese sacar unas conclusiones lo más realistas posibles.

Debido a la dificultad para conseguir el acceso a esta información (privacidad, estrategia empresarial, etc). Comenzamos a buscar información sobre el control de proyectos, leyendo diversos artículos, entre los que destacan:

1. *Pieter Leyman, Mario Vanhoucke – “Capital and resource-constrained Project scheduling with net present value optimization” – Año 2015.*
2. *Harvey Levine – “You don’t have time for Earned value Management? Try EVM the easy way”.*
3. *Martin Vaughan – “Gate value Method” – Año 2009.*
4. *Mario Vanhoucke – “A Scatter search heuristic for maximizing the net present value of a resource-constrained project with fixed activity cash flows” – Año 2008.*
5. *Michael D. Taylor – “An alternative to EVM: The zone method” – Año 2008.*

Nos pusimos en contacto con algunos de estos autores, con el fin de obtener más información sobre sus estudios, y finalmente, Mario Vanhoucke, profesor en la Universidad de Ghent (Bélgica), en la Escuela de Negocios Vlerick y fundador de “Operations and research Scheduling”, no solo respondió a todas nuestras preguntas, si no que nos facilitó una amplia base de datos con proyectos de diversos ámbitos totalmente documentados para utilizar en nuestro trabajo.

De todos estos datos disponibles, hemos seleccionado tres proyectos de ámbitos diferentes, para su análisis:

- CASO 1: Sistema de telecomunicaciones Agnes.
- CASO 2: Construcción de una residencia familiar.
- CASO 3: Construcción de la estación de tren Antwerpen, en Amberes (Bélgica).



Ilustración 15 - Estación de tren, Antwerpen, Amberes (Bélgica)

Para cada uno de estos tres casos, con los datos facilitados por el Profesor Mario Vanhoucke, se han realizado todos los cálculos correspondientes para aplicar tanto el método del valor ganado (EVM) como el método de las zonas, como método alternativo al EVM.

Todos estos cálculos están recogidos en los siguientes anexos:

- Anexo I: Caso 1 Sistema de telecomunicaciones Agnes.
- Anexo II: Caso 2 Construcción de una residencia familiar.
- Anexo III: Caso 3 Construcción de la estación de tren Antwerpen.

7 ESTUDIO DE PROYECTOS COMPARANDO EL MÉTODO EVM Y EL MÉTODO DE LAS ZONAS.

El objetivo de este estudio, es comprobar si es posible la utilización de un método alternativo al método del valor ganado (EVM), obteniendo las mismas conclusiones y líneas de acción durante el proyecto, pero simplificando notablemente los cálculos realizados y disminuyendo considerablemente la cantidad de trabajo y el tiempo invertido para el control de los proyectos.

Para ello se detalla a continuación los principales puntos del análisis detallado de cada uno de los proyectos descritos anteriormente, sin entrar detalladamente en el tipo de trabajo realizado y tipos de recursos utilizados, centrándonos únicamente en los datos de coste y duración de las actividades junto con sus correspondientes índices e indicadores.

7.1 CASO 1: SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES AGNES.

Para el sistema de telecomunicaciones Agnes, se realiza un cronograma compuesto por 21 capítulos de trabajo independientes.

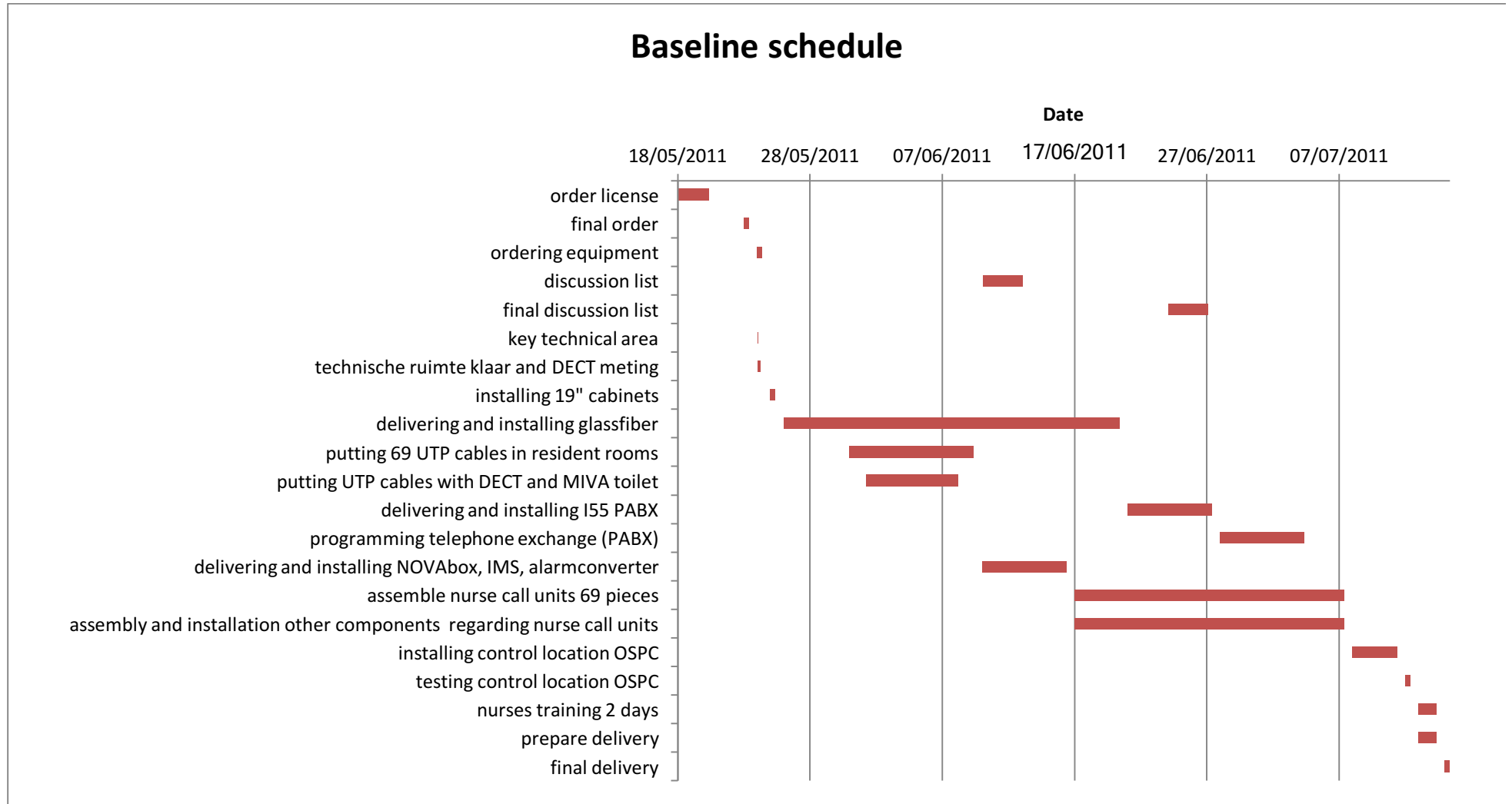
Una vez que se acuerdan las correspondientes relaciones de dependencia entre los diferentes capítulos, se establece la fecha de inicio del proyecto, 18 de Mayo de 2011, y como fecha de fin, según el cronograma, tenemos el 15 de Julio de 2011, teniendo en cuenta que sábados y domingos no son días laborables, la duración total estimada para desarrollar el proyecto es de 43 días laborables.

En cuanto a los costes, se establece un presupuesto total de 180485,27€, divididos de la siguiente forma en los diferentes capítulos del proyecto.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

ID	DURACIÓN	COSTE
C	43	180485,27€
C1	3d	2400,00€
C2	1d	800,00€
C3	1d	440,00€
C4	1d	800,00€
C5	1d	800,00€
C6	1h	1,00€
C7	4h	9885,64€
C8	1d	8826,60€
C9	18d	20750,05€
C10	8d	11012,40€
C11	5d	6660,00€
C12	5d	14027,28€
C13	5d	4550,00€
C14	5d	15825,00€
C15	15d	42642,00€
C16	15d	29760,00€
C17	2d	5881,30€
C18	1d	1008,00€
C19	2d	1280,00€
C20	2d	2336,00€
C21	1d	800,00€

Para el desarrollo del proyecto, se ha elaborado el siguiente cronograma.



ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Se han analizado diversas certificaciones a lo largo del proyecto, con el fin de realizar un control de los costes y los plazos en los que se ha incurrido hasta ese punto.

En cada uno de estos puntos de control, se ha realizado un análisis del estado del proyecto mediante el método del valor ganado y el método alternativo de las zonas, los cuales se han explicado con anterioridad, con el fin de analizar si ambos ofrecen la misma visión del estado del proyecto, y nos llevan a tomar las mismas decisiones para continuar la ejecución del proyecto.

Para este caso, tenemos un total de cinco certificaciones a lo largo del cronograma.

7.1.1 CERTIFICACIÓN 1 - 24 DE MAYO DE 2011

Nos centramos en los costes en los que el proyecto ha incurrido hasta la fecha. Y en el estado de las tareas en dicho momento.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	2400,00	Finished
C2	800,00	Finished
C3	440,00	Finished
C4	0,00	Not Started
C5	0,00	Not Started
C6	1,00	Finished
C7	9885,64	Finished
C8	0,00	Not Started
C9	0,00	Not Started
C10	0,00	Not Started
C11	0,00	Not Started
C12	0,00	Not Started
C13	0,00	Not Started
C14	0,00	Not Started
C15	0,00	Not Started
C16	0,00	Not Started
C17	0,00	Not Started
C18	0,00	Not Started
C19	0,00	Not Started
C20	0,00	Not Started
C21	0,00	Not Started
	13526,64	

Hasta este momento no ha transcurrido demasiado tiempo, por lo que los avances tampoco son demasiado significativos como para sacar conclusiones importantes para el desarrollo del proyecto.

7.1.1.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Una vez que se han realizado todos los cálculos correspondientes para el análisis mediante el método del valor ganado, como se ha indicado en apartados anteriores, obtenemos la siguiente gráfica.

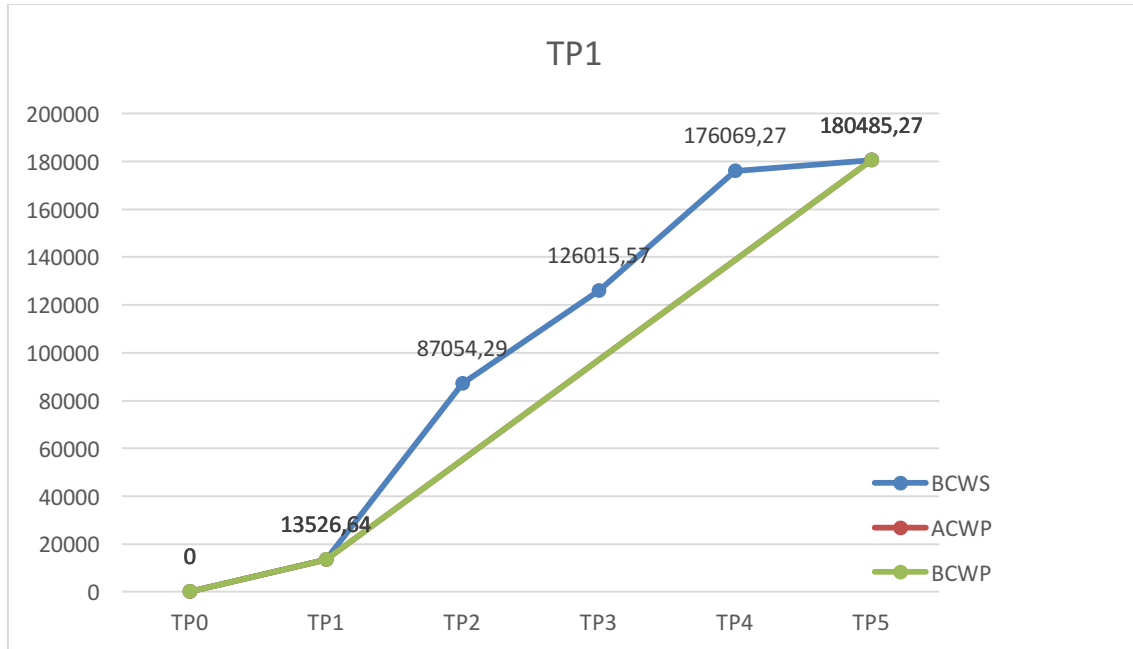


Ilustración 16 - Gráfica EVM Caso 1 TP1

En esta gráfica se pueden apreciar todos los costes que toman parte en el desarrollo del proyecto hasta el momento actual, como se puede ver, hasta la certificación TP1, la gráfica de los costes planeados (BCWS) y los costes actuales del proyecto (ACWP), no difieren. Esto es debido a que esta certificación se ha realizado en una fecha muy próxima a la de inicio del proyecto.

En los cálculos realizados, no obtenemos desviaciones en el proyecto, por lo que las estimaciones realizadas nos indican que el proyecto está siguiendo el camino adecuado, de acuerdo con la planificación, por lo que el coste al final del proyecto estimado coincide con el coste presupuestado.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

7.1.1.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

Al observar el gráfico de las zonas, no muestra ningún tipo de desviación, ni en coste ni en plazo.

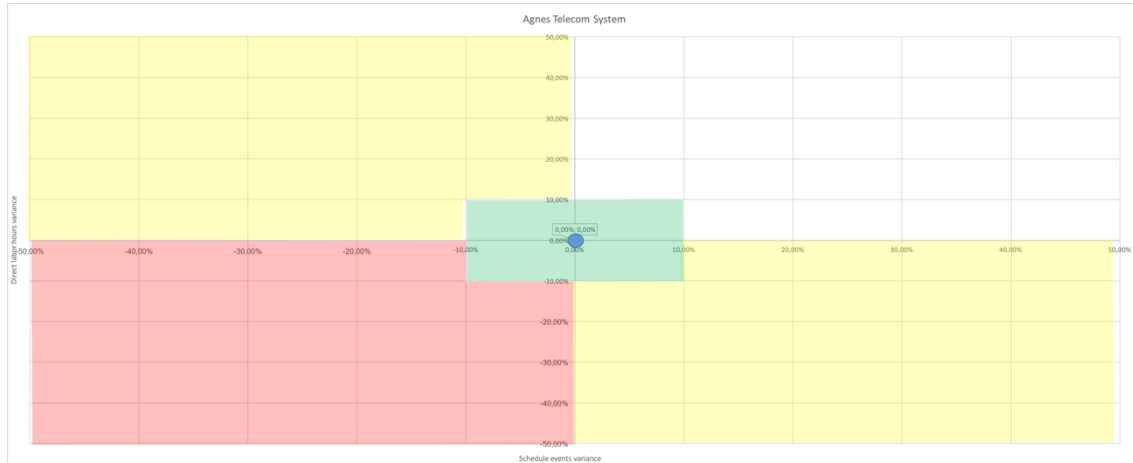


Ilustración 17 - Gráfico Zonas Caso 1 TP1

7.1.1.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Según los análisis de los métodos, observamos que no existe ningún tipo de desviación, por lo que el equipo de dirección del proyecto no debe ejercer ningún tipo de acción correctiva.

7.1.2 CERTIFICACIÓN 2 – 20 DE JUNIO DE 2011

En la segunda de las certificaciones realizadas en el proyecto del sistema de telecomunicaciones Agnes, nos encontramos con que el proyecto está en el siguiente punto.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	2400,00	Finished
C2	800,00	Finished
C3	440,00	Finished
C4	800,00	Finished
C5	0,00	Not Started
C6	1,00	Finished
C7	9885,64	Finished
C8	8826,60	Finished
C9	20750,05	Finished
C10	11012,40	Finished
C11	6660,00	Finished
C12	0,00	Not Started
C13	0,00	Not Started
C14	15825,00	Finished
C15	25419,60	Started
C16	12537,60	Started
C17	0,00	Not Started
C18	0,00	Not Started
C19	0,00	Not Started
C20	0,00	Not Started
C21	0,00	Not Started
	115357,89	

En este punto, llevamos un 64% completado aproximadamente. Por lo que es muy necesario realizar un control más elevado del proyecto, ya que cada vez el tiempo de reacción es menor. Una desviación en este o sucesivos puntos puede ser muy difícil de solventar, por lo que hay que detectarlo lo antes posible.

7.1.2.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

En la segunda de las certificaciones del proyecto del sistema de telecomunicaciones Agnes, volvemos a realizar todos los cálculos correspondientes al método del valor ganado.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Obtenemos la siguiente gráfica de la evolución del proyecto.

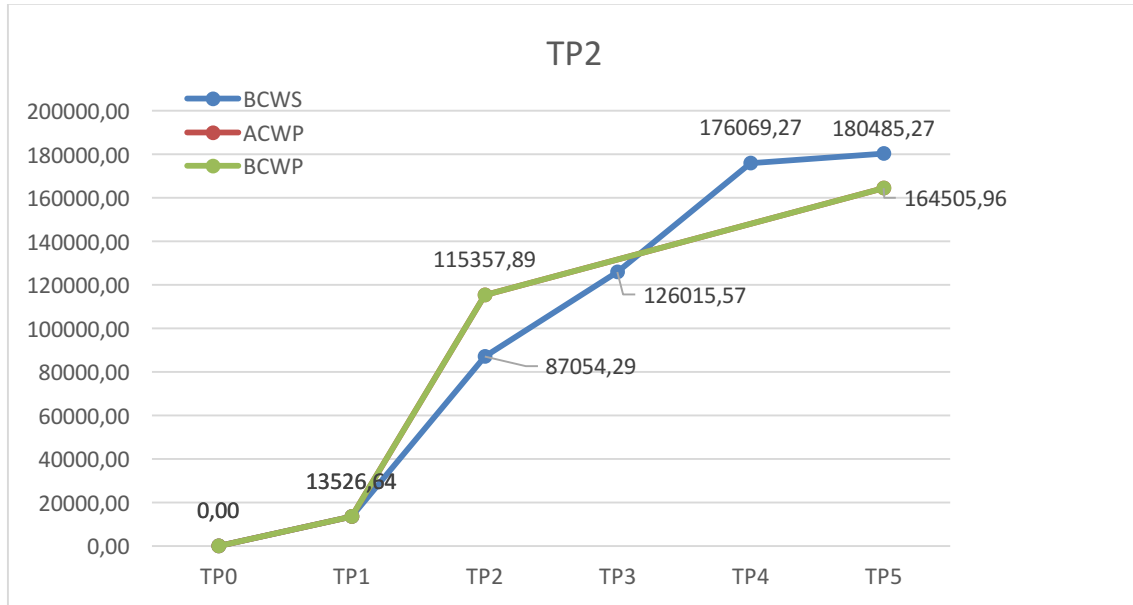


Ilustración 18 - Gráfica EVM Caso 1 TP2

En este punto del proyecto, al contrario que en la certificación anterior, ya se pueden observar diferencias entre los valores actuales y los planeados.

En la gráfica, podemos observar como en punto correspondiente a la TP2, llevamos un coste mayor al planificado, 115357,89€, frente a los 87054,29€ que estaban contemplados al inicio del proyecto.

No podemos quedarnos únicamente con este dato, ya que ese sobrecoste, puede que no sea un sobrecoste real, si no que se hayan ejecutado más trabajos de los planificados y por eso el coste ha sido mayor.

Comprobamos entonces las desviaciones y obtenemos que tenemos una desviación en los plazos, por lo que el desarrollo de las tareas está siendo distinto de lo planificado al inicio.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	28303,60	0,33	1,00	1,33	1,33

Como se muestra en la tabla tenemos una desviación positiva en el valor SV, y un índice de ejecución en plazo superior a la unidad, por lo que la desviación en costes que tenemos en el proyecto es debido a que llevamos más trabajos ejecutados de los que estaban planificados, por lo que se ha tenido que gastar más para desarrollarlo.

Las estimaciones nos dan un ahorro considerable si tenemos en cuenta la que se obtiene calculando con los valores correspondientes a los plazos. En la estimación basada en

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

costes, al no tener desviación, el gasto a la finalización sigue siendo el mismo que el planificado.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180485,27	164505,96	164505,96

En cuanto al porcentaje de trabajo completado, podemos verlo en la tabla siguiente.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
63,92%	48,23%	63,92%

7.1.2.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

En el punto actual en el que se encuentra el proyecto, el gráfico de zonas indica que nos estamos ajustando perfectamente a las horas de trabajo planificadas al inicio.

También podemos ver una desviación en los plazos, en este caso positiva, la cual indica que estamos realizando más trabajo del planificado.

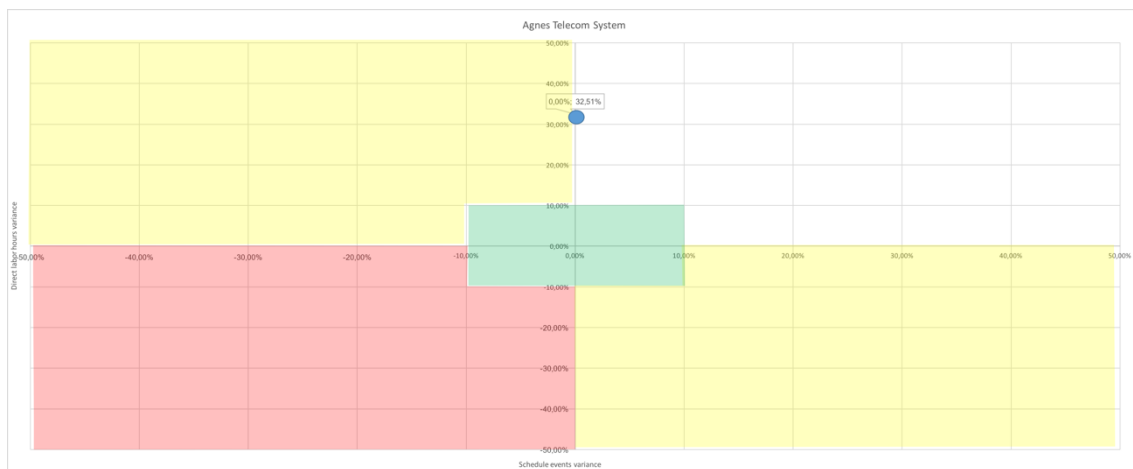


Ilustración 19 - Gráfico zonas Caso 1 TP2

7.1.2.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Al realizar el análisis del proyecto, se ha detectado una desviación en los plazos, pero en este caso es positiva, por lo que es una buena noticia para el resultado parcial del proyecto, ya que se está realizando una cantidad de trabajo mayor de la que se había planificado.

El equipo de dirección y control del proyecto, únicamente pueden analizar el porqué de este avance.

7.1.3 CERTIFICACIÓN 3 – 27 DE JUNIO DE 2011

La situación para la tercera de las certificaciones del proyecto es la siguiente.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	2400,00	Finished
C2	800,00	Finished
C3	440,00	Finished
C4	800,00	Finished
C5	800,00	Finished
C6	1,00	Finished
C7	9885,64	Finished
C8	8826,60	Finished
C9	20750,05	Finished
C10	11012,40	Finished
C11	6660,00	Finished
C12	0,00	Not Started
C13	0,00	Not Started
C14	15825,00	Finished
C15	32043,60	Started
C16	19161,60	Started
C17	0,00	Not Started
C18	0,00	Not Started
C19	0,00	Not Started
C20	0,00	Not Started
C21	0,00	Not Started
	129405,89	

En este punto, aproximadamente, se ha ejecutado un 72% del total del proyecto. El tiempo de reacción antes imprevistos o errores sigue siendo cada vez menor.

7.1.3.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Analizando este punto mediante el método del valor ganado obtenemos la siguiente gráfica.

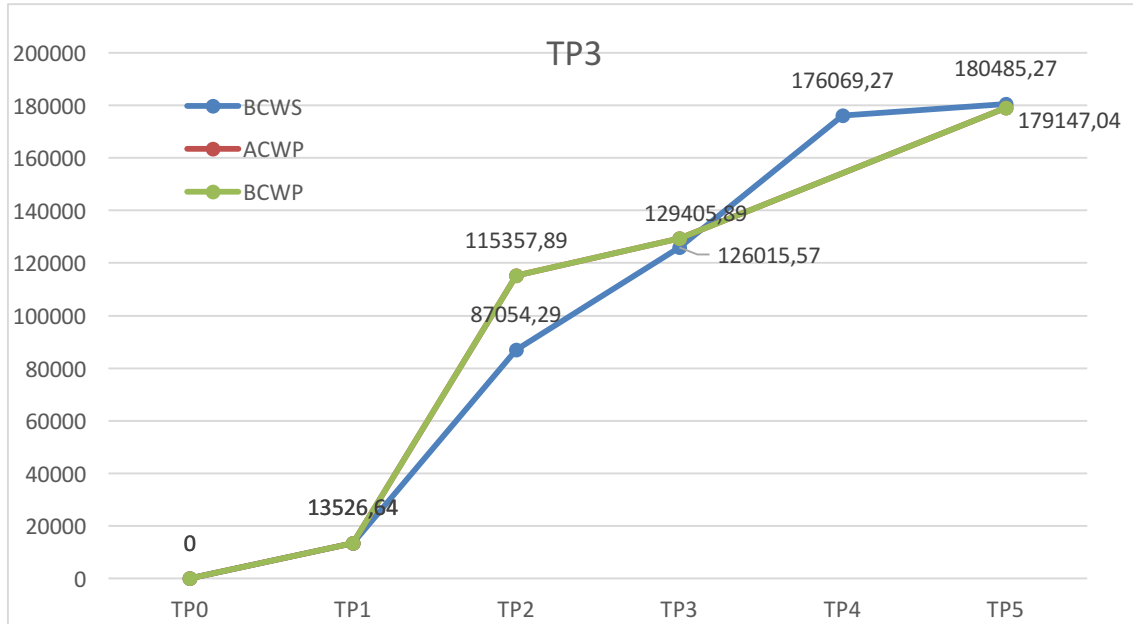


Ilustración 20 - Gráfica EVM Caso 1 TP3

El coste actual, de nuevo, vuelve a estar por encima del coste planificado, por lo que de nuevo debemos analizar cuál es la causa de esta diferencia.

Observamos de nuevo las desviaciones, para poder sacar alguna conclusión.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	3390,32	0,03	1,00	1,03	1,03

Estamos en el mismo caso que en el apartado anterior, solamente que esta vez en un grado mucho menor, antes teníamos casi un 33% de avance por encima del planificado, en este caso el proyecto ronda el 3% de adelanto sobre lo planificado.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180485,27	179147,04	179147,04

Aún continuamos con una previsión de terminar el proyecto con unos costes inferiores a los planificados en el inicio, pero actualmente el ahorro no es tan elevado como en la certificación anterior.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
71,70%	69,82%	71,70%

Aquí se puede comprobar el adelanto que lleva actualmente el proyecto.

7.1.3.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

Aplicando el método de las zonas observamos lo siguiente.

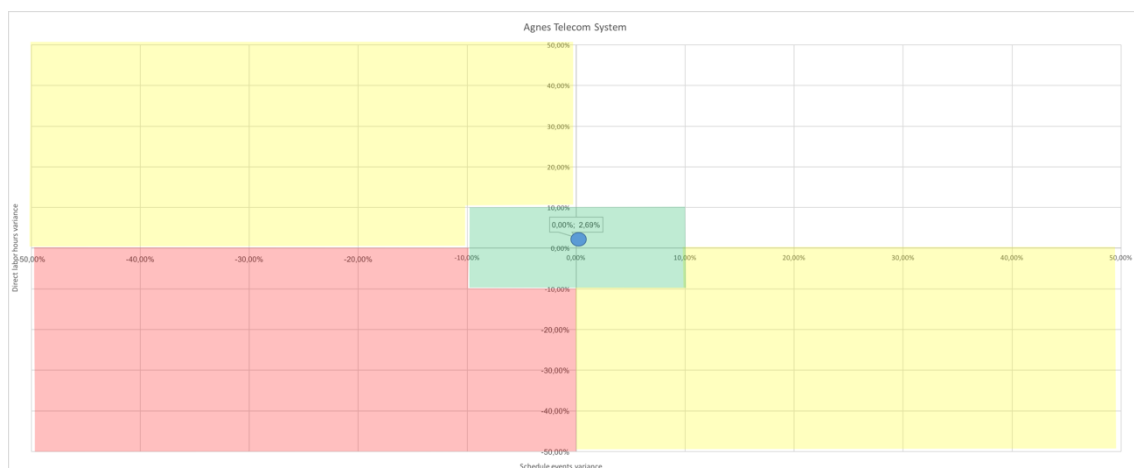


Ilustración 21 - Gráfico zonas Caso 1 TP3

En este caso, el proyecto se ha situado en la zona óptima (zona verde), donde deberían desarrollarse todos los proyectos, con variaciones tanto en horas de mano de obra como en eventos inferiores al 10%.

No tenemos variación en costes, se ajustan perfectamente a los planificados, y aún seguimos teniendo un avance ligeramente superior al planificado

7.1.3.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Al igual que en el caso anterior, ambos métodos reflejan el mismo estado del proyecto, se trata de un estado muy positivo para el desarrollo del proyecto, ya que se avanza más deprisa de lo planificado en el inicio.

En este momento, no es necesario realizar ninguna acción por parte de la dirección de proyecto, pero sí que sería conveniente descubrir el porqué de la variación de la estimación del coste a la finalización entre esta certificación y la anterior.

7.1.4 CERTIFICACIÓN 4 – 12 DE JULIO DE 2011

La situación del proyecto el 12 de Julio de 2011 es la siguiente.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	2400,00	Finished
C2	800,00	Finished
C3	440,00	Finished
C4	800,00	Finished
C5	800,00	Finished
C6	1,00	Finished
C7	9885,64	Finished
C8	8826,60	Finished
C9	20750,05	Finished
C10	11012,40	Finished
C11	6660,00	Finished
C12	14027,28	Finished
C13	1990,00	Started
C14	15825,00	Finished
C15	42642,00	Finished
C16	29760,00	Finished
C17	0,00	Not Started
C18	0,00	Not Started
C19	0,00	Not Started
C20	0,00	Not Started
C21	0,00	Not Started
	166619,97	

La situación del proyecto ha cambiado bastante, está a tres días de la fecha de fin, y se ha desarrollado un 92% de los trabajos totales. Lo que a estas alturas y con tan poco tiempo de margen para corregir lo necesario, se hace difícil terminar en el plazo establecido.

Esto lo veremos en el análisis que se realiza a continuación.

7.1.4.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Analizamos la cuarta certificación mediante el método del valor ganado.

La grafica de estado del proyecto es la siguiente.

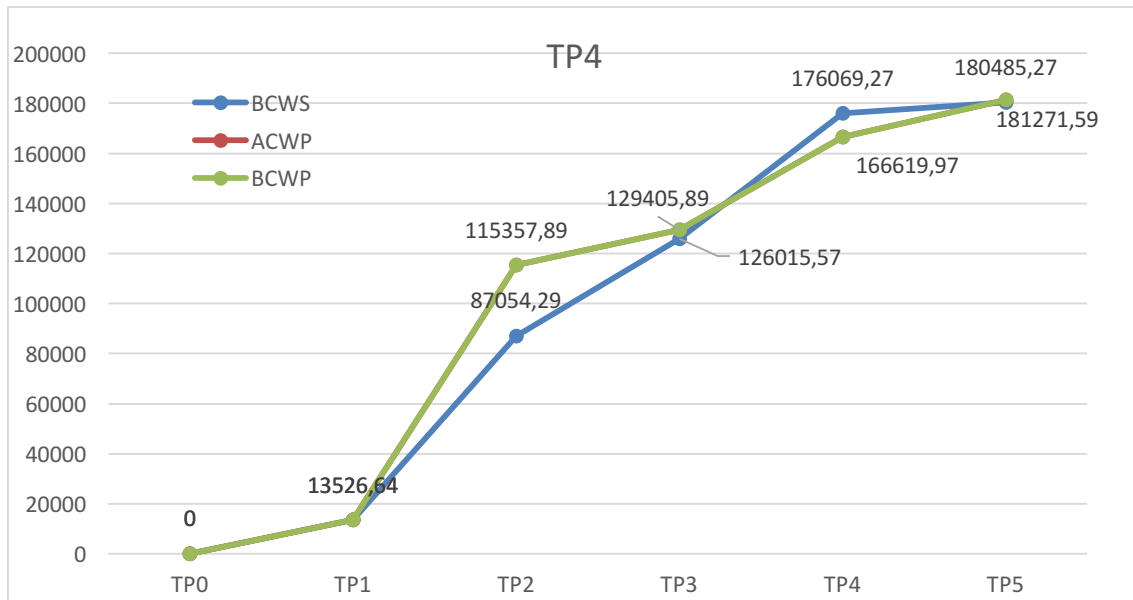


Ilustración 22 - Gráfica EVM Caso 1 TP4

En este caso, los costes de la ejecución real son menores que en la planificación, pero al igual que en casos anteriores con el sobrecoste, esto no quiere decir que estemos ahorrando en el proyecto.

Si analizamos los indicadores, vemos que tenemos una desviación en plazo del 5% aproximadamente, en este caso negativa, y un SPI menor de la unidad, por lo que nos está indicando, que tenemos menores costes de los planificados, debido a que se ha desarrollado menos trabajos que los contemplados en el cronograma.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	-9449,30	-0,05	1,00	0,95	0,95

En cuanto a las estimaciones, ya no son tan optimistas como anteriormente.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180485,27	181271,59	181271,59

En este caso, debido a los retrasos, se espera finalizar el proyecto con un coste superior al planificado, 181271,59€.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Este retraso se ve reflejado en el siguiente cálculo, según el plannig, deberíamos haber completado el 97,55% de los trabajos, en cambio, realmente se ha completado solamente el 92,32%

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
92,32%	97,55%	92,32%

7.1.4.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

Aún seguimos moviéndonos en la zona óptima, pero las cosas están cambiando.

Actualmente, no tenemos sobre coste, el problema es que ahora mismo los trabajos van más despacio, y se trabaja más lento de lo planificado en el inicio, lo que se traduce en un retraso en los avances del proyecto.

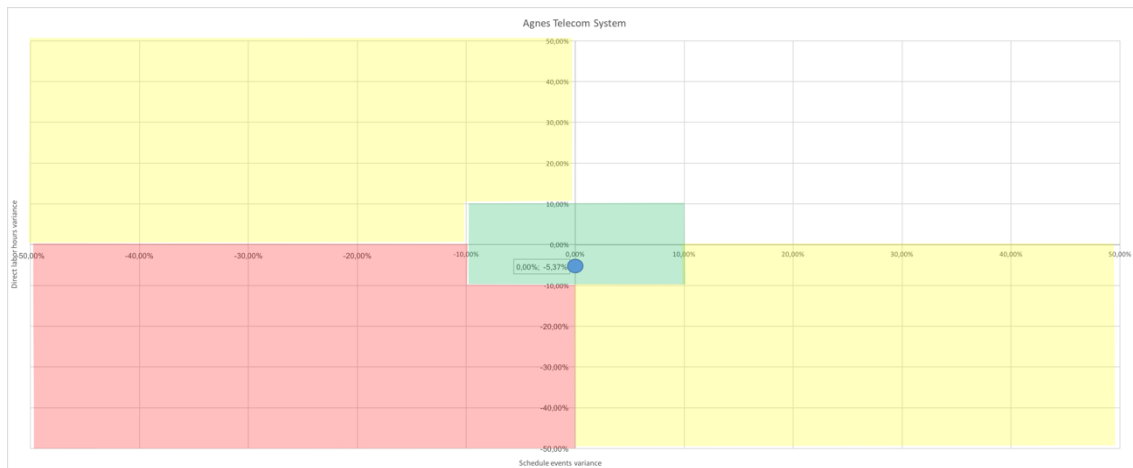


Ilustración 23 - Grafico zonas Caso 1 TP4

7.1.4.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

A tres días de la finalización del plazo para la ejecución del proyecto, ha cambiado un poco la situación, se trabaja más lento, aunque los costes no ascienden.

En el método EVM, se prevé finalizar el proyecto por encima del presupuesto inicial, por lo que el equipo de dirección del proyecto deberá tomar las medidas necesarias rápidamente para corregir, o al menos, reducir estos desvíos.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

7.1.5 CERTIFICACIÓN 5 - 29 DE JULIO DE 2011

Tal y como reflejaba el análisis de la certificación anterior, el proyecto no ha terminado según lo planificado. La situación una vez finalizado es la siguiente.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	2400,00	Finished
C2	800,00	Finished
C3	440,00	Finished
C4	800,00	Finished
C5	800,00	Finished
C6	1,00	Finished
C7	9885,64	Finished
C8	8826,60	Finished
C9	20750,05	Finished
C10	11012,40	Finished
C11	6660,00	Finished
C12	14027,28	Finished
C13	4550,00	Finished
C14	15825,00	Finished
C15	42642,00	Finished
C16	29760,00	Finished
C17	5881,30	Finished
C18	1008,00	Finished
C19	1280,00	Finished
C20	2336,00	Finished
C21	800,00	Finished
	180485,27	

El proyecto se ha finalizado ajustándose al presupuesto inicial, pero no se ha cumplido el cronograma tal y como se había planteado al inicio.

7.1.5.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Analizando la última certificación del proyecto mediante el método del valor ganado tenemos la siguiente gráfica.

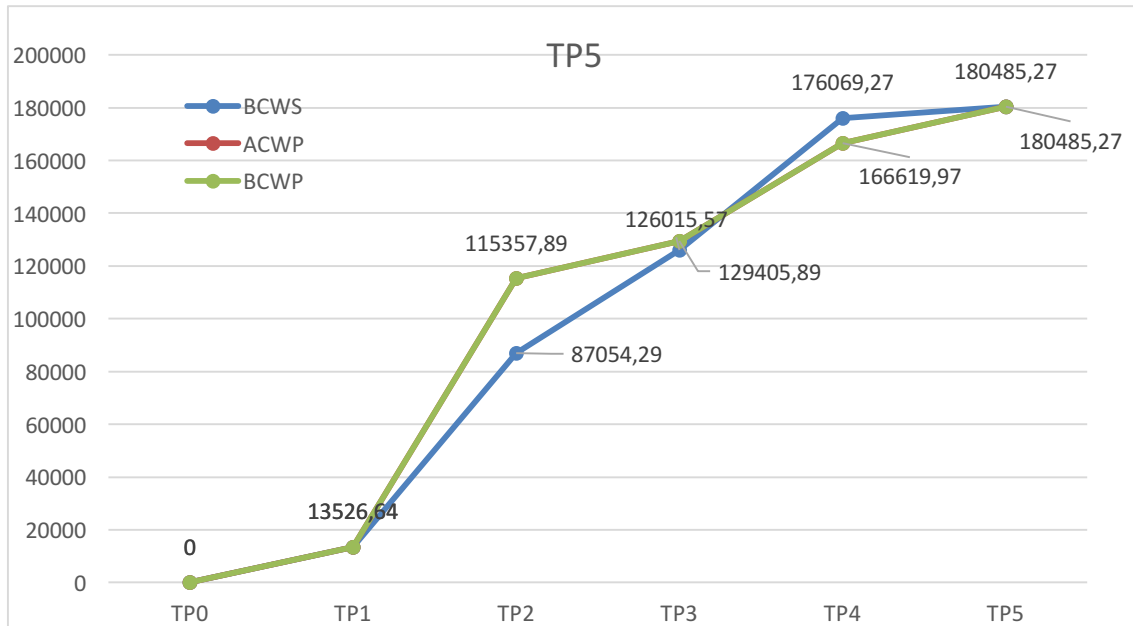


Ilustración 24 - Grafica EVM Caso 1 TP5

Finalmente, el proyecto ha terminado con un retraso de 10 días en el total de la planificación y dentro del coste estimado al inicio.

Para evitar este retraso, se debería haber controlado de una forma más exhaustiva el proyecto, detectando las desviaciones lo antes posible, e implementando las acciones correctivas necesarias.

7.1.5.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

Una vez finalizado el proyecto, el gráfico de las zonas muestra que no ha habido desviación alguna, finalmente el equipo de dirección del proyecto ha conseguido ajustar el proyecto a los costes planificados, a pesar de los problemas surgidos.

En cuanto a la desviación de los eventos, no es posible calcularla mediante este método a la finalización, ya que principalmente se basa en los porcentajes completados de trabajos en el proyecto en el momento de análisis, y como no puede ser de otra manera, al final del proyecto, coinciden en el 100%, por lo que no hay variación alguna.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

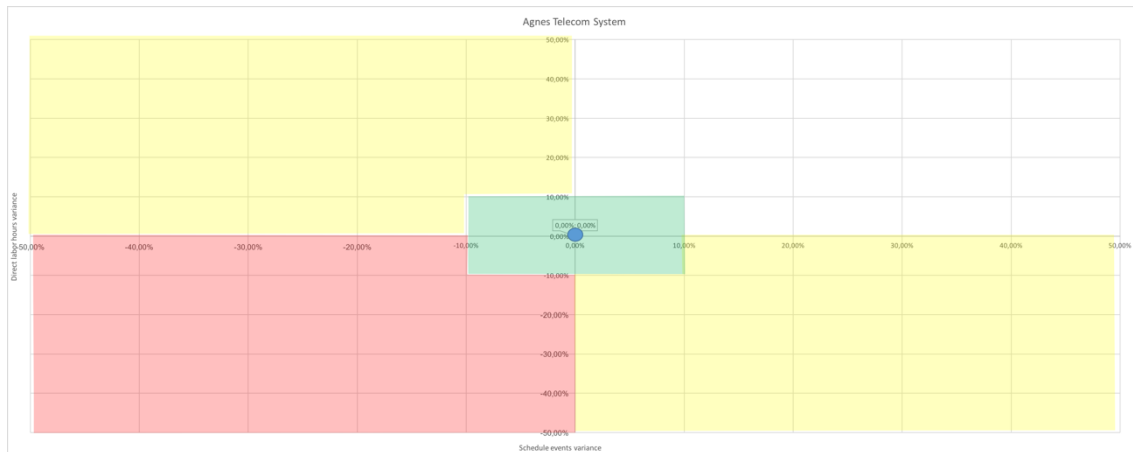


Ilustración 25 - Grafico zonas Caso 1 TP5

7.2 CASO 2: CONSTRUCCIÓN DE UNA RESIDENCIA FAMILIAR.

En este segundo caso analizaremos el proyecto planteado para la construcción de una residencia familiar en Bélgica, este proyecto consta de 24 capítulos de trabajo, con sus correspondientes sub capítulos.

Se trata de un proyecto con una duración total planificada de 205 días, empezando el día 6 de Abril del año 2006, y con una fecha de fin establecida para el día 17 de Enero de 2017.

Se ha planificado unos costes totales para el desarrollo del proyecto, lo cuales ascienden a 180476,47€, y se han dividido en los capítulos correspondientes tal y como se muestran en la siguiente tabla.

ID	DURACION	COSTE
1	205	180476,47
1.1	1	1359,31
1.2	1	214,62
1.3	51	70726,43
1.3.1	8	12649,12
1.3.2	36	50655,32
1.3.3	1	1582,98
1.3.4	1	5839,01
1.4	47	1676,57
1.4.1	1	558,86
1.4.2	2	1117,71
1.5	23	6791,66
1.5.1	1	970,24
1.5.2	6	5821,42
1.6	16	6939,91
1.6.1	2	2313,30

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

1.6.2	1	1156,65
1.6.3	3	3469,96
1.7	50	19170,75
1.7.1	50	16572,89
1.7.1.1	1	5524,30
1.7.1.2	2	11048,59
1.7.2	49	2597,86
1.7.2.1	1	1298,93
1.7.2.2	1	1298,93
1.8	4	11733,46
1.9	4	3594,54
1.10	1	1684,31
1.11	2	1014,92
1.12	19	8332,74
1.13	26	536,76
1.13.1	1	178,92
1.13.2	1	178,92
1.13.3	1	178,92
1.14	1	29,93
1.15	1	14,43
1.16	1	1598,69
1.17	16	11097,83
1.17.1	11	6829,43
1.17.2	5	4268,40
1.18	23	5278,84
1.18.1	3	2695,90
1.18.2	1	898,63
1.18.3	1	1684,31
1.19	19	4778,00
1.19.1	1	1194,50
1.19.2	3	3583,50
1.20	22	3028,92
1.20.1	1	1514,46
1.20.2	1	1514,46
1.21	17	329,00
1.21.1	1	164,50
1.21.2	1	164,50
1.22	43	11829,53
1.22.1	1	2957,38
1.22.2	3	8872,15
1.23	22	86,58
1.23.1	1	43,29
1.23.2	1	43,29
1.24	158	54,00

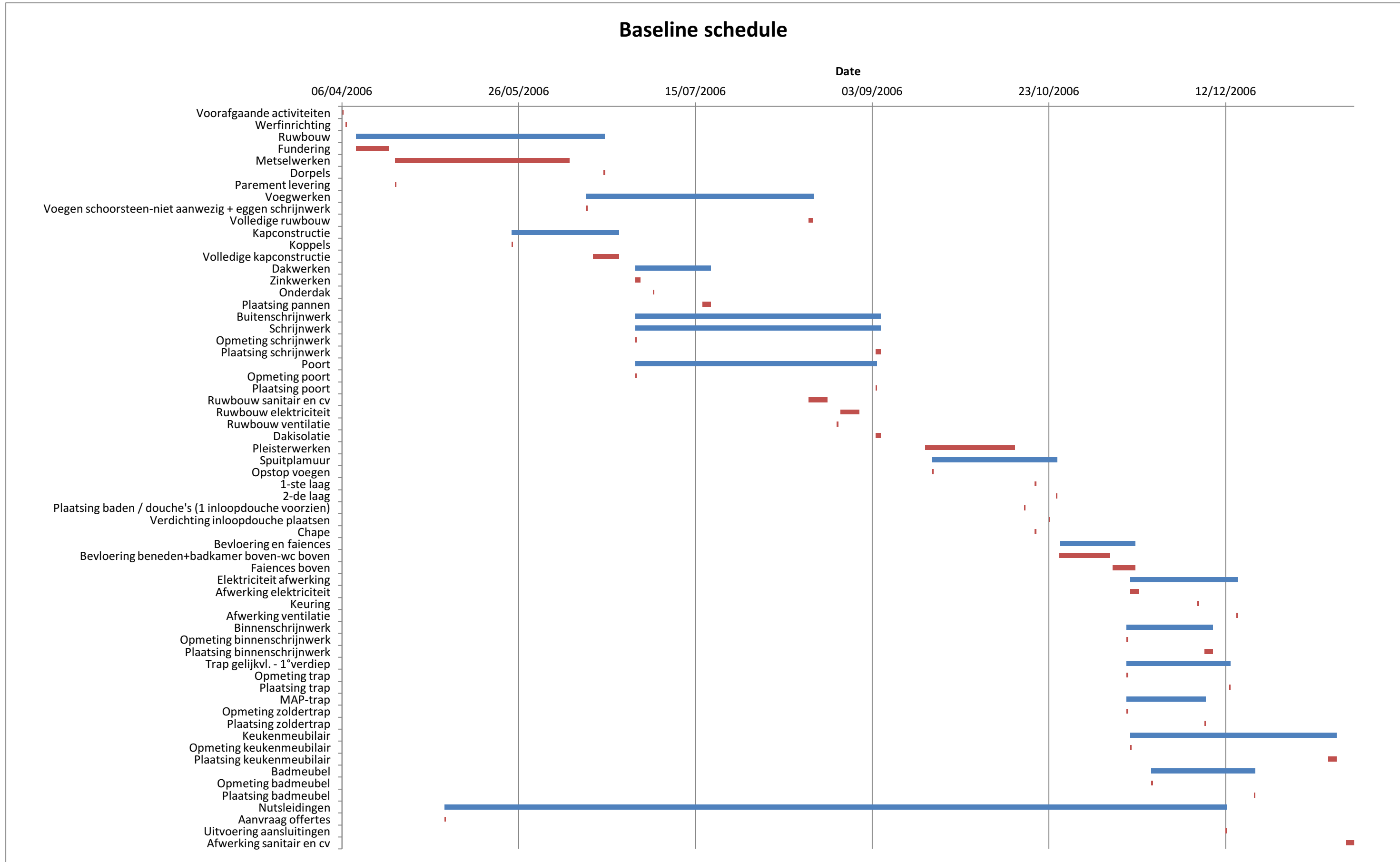
ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

1.24.1	1	27,00
1.24.2	1	27,00
1.25	3	8574,74

Para la correcta ejecución de los trabajos, el equipo de dirección del proyecto ha elaborado el siguiente cronograma, teniendo en cuenta el orden y la dependencia entre las diferentes tareas.

Para realizar el control de este proyecto se han realizado diferentes certificaciones durante el transcurso de la obra. Para estudiar los diferentes métodos nos hemos centrado en cinco puntos de control, de entre todos los que se han realizado.

En cada uno de estos puntos, analizaremos los costes y plazos hasta la fecha de control, se realizarán todos los cálculos necesarios para la aplicación de ambos métodos de control y obtendremos todos los datos que nos sean útiles a la hora de tomar decisiones acerca de la situación del proyecto, y de futuros planes de acción.



ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

7.2.1 CERTIFICACIÓN 1 – 31 DE MAYO DE 2006

Si nos detenemos en el primer punto de control del proyecto, observamos que han transcurrido un total de 40 días en el cronograma del proyecto, y ya debemos ejercer algún tipo de control sobre el proyecto y comenzar a ver algunas indicaciones de la situación en los análisis.

Actualmente tenemos la siguiente tabla de costes y estado de las tareas.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
1	66109,16	Started
1.1	869,45	Finished
1.2	381,12	Finished
1.3	64858,59	Started
1.3.1	11880,14	Finished
1.3.2	47139,97	Started
1.3.3	0,00	Not Started
1.3.4	5838,48	Finished
1.4	0,00	Not Started
1.4.1	0,00	Not Started
1.4.2	0,00	Not Started
1.5	0,00	Not Started
1.5.1	0,00	Not Started
1.5.2	0,00	Not Started
1.6	0,00	Not Started
1.6.1	0,00	Not Started
1.6.2	0,00	Not Started
1.6.3	0,00	Not Started
1.7	0,00	Not Started
1.7.1	0,00	Not Started
1.7.1.1	0,00	Not Started
1.7.1.2	0,00	Not Started
1.7.2	0,00	Not Started
1.7.2.1	0,00	Not Started
1.7.2.2	0,00	Not Started
1.8	0,00	Not Started
1.9	0,00	Not Started
1.10	0,00	Not Started
1.11	0,00	Not Started
1.12	0,00	Not Started
1.13	0,00	Not Started
1.13.1	0,00	Not Started
1.13.2	0,00	Not Started
1.13.3	0,00	Not Started
1.14	0,00	Not Started

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

1.15	0,00	Not Started
1.16	0,00	Not Started
1.17	0,00	Not Started
1.17.1	0,00	Not Started
1.17.2	0,00	Not Started
1.18	0,00	Not Started
1.18.1	0,00	Not Started
1.18.2	0,00	Not Started
1.18.3	0,00	Not Started
1.19	0,00	Not Started
1.19.1	0,00	Not Started
1.19.2	0,00	Not Started
1.20	0,00	Not Started
1.20.1	0,00	Not Started
1.20.2	0,00	Not Started
1.21	0,00	Not Started
1.21.1	0,00	Not Started
1.21.2	0,00	Not Started
1.22	0,00	Not Started
1.22.1	0,00	Not Started
1.22.2	0,00	Not Started
1.23	0,00	Not Started
1.23.1	0,00	Not Started
1.23.2	0,00	Not Started
1.24	0,00	Started
1.24.1	0,00	Finished
1.24.2	0,00	Not Started
1.25	0,00	Not Started

7.2.1.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Realizando el análisis mediante en EVM, obtenemos las siguientes curvas.

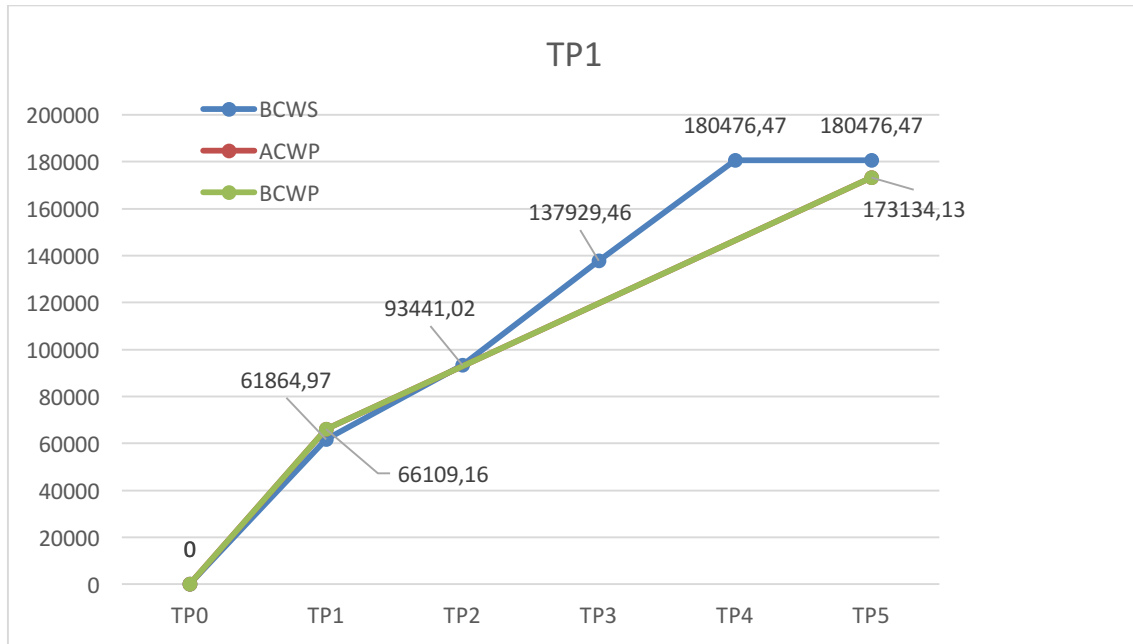


Ilustración 26 - Gráfica EVM Caso 2 TP1

Analizando el proyecto de manera numérica tenemos los siguientes indicadores.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	4244,19	0,07	1,00	1,07	1,07

Actualmente, estos datos muestran una variación positiva en el plazo, lo que indica que el proyecto está adelantado en el cronograma, este tiene una variación de costes en torno al 7%, pero es verdad, que esos costes son debidos a la mayor cantidad de trabajo que se está desarrollando en estos primeros meses.

El indicador SPI mayor de la unidad, quiere decirnos que estamos avanzando en el proyecto más rápido de lo que se había establecido en la base.

Según estos cálculos, se prevé la finalización del proyecto por debajo del coste presupuestado, seguir avanzando de esta forma sería muy beneficioso para el proyecto, aunque es muy pronto para poder decir con claridad que se terminará por debajo de ese coste establecido en el principio del proyecto.

Las previsiones que nos ofrece el método EVM son las siguientes:

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180476,47	173134,13	173134,13

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

En este punto del proyecto, podemos mostrar los índices de ejecución del proyecto, donde apreciamos que tenemos un porcentaje completado de trabajos mayor que el porcentaje planeado inicialmente.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
36,63%	34,28%	36,63%

7.2.1.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

El gráfico de zonas refleja la misma situación que el EVM, vemos una desviación en plazo cercana a 7%, lo que nos indica que el avance del proyecto en el momento actual es superior al planificado.

El proyecto se sitúa en la zona verde, zona óptima para el desarrollo de los proyectos, donde tenemos variaciones de horas de trabajo y de plazos inferiores al 10%

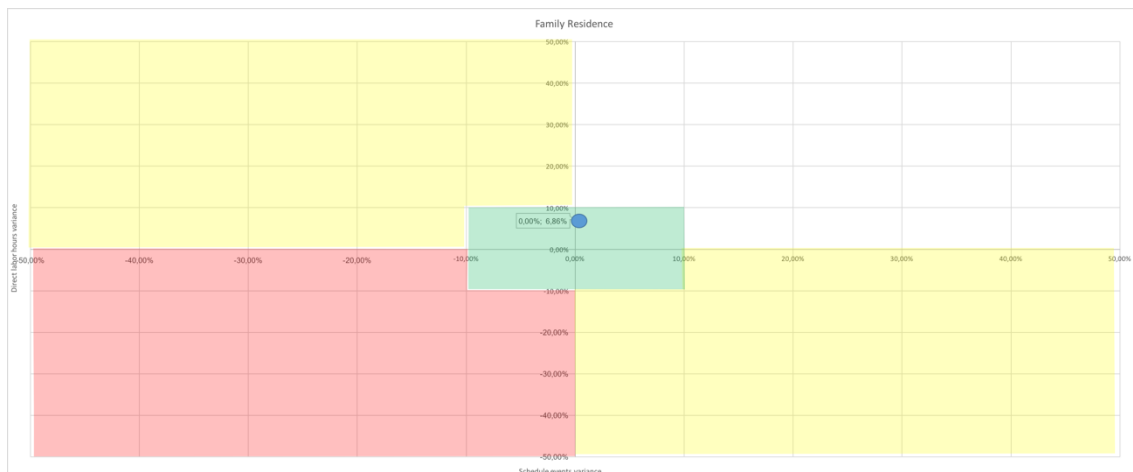


Ilustración 27 - Gráfico zonas Caso 2 TP1

7.2.1.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Aún es muy pronto para tomar decisiones respecto al futuro del proyecto, actualmente ambos métodos de análisis reflejan un mayor avance del planificado en el inicio, con un sobrecoste destinado a este superior avance.

Por lo que el equipo de dirección debería esperar a ver como continúan las cosas en el siguiente punto de control.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

7.2.2 CERTIFICACIÓN 2 – 31 DE JULIO DE 2006

En la certificación realizada el 31 de Julio de 2006, el proyecto se encontraba en el siguiente punto.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
1	88759,39	Started
1.1	869,45	Finished
1.2	381,12	Finished
1.3	66331,72	Finished
1.3.1	11880,14	Finished
1.3.2	47139,97	Finished
1.3.3	1473,13	Finished
1.3.4	5838,48	Finished
1.4	2236,00	Finished
1.4.1	745,34	Finished
1.4.2	1490,66	Finished
1.5	5493,78	Finished
1.5.1	784,83	Finished
1.5.2	4708,95	Finished
1.6	6475,53	Finished
1.6.1	2158,51	Finished
1.6.2	1079,25	Finished
1.6.3	3237,77	Finished
1.7	6971,79	Started
1.7.1	5809,95	Started
1.7.1.1	5809,95	Finished
1.7.1.2	0,00	Not Started
1.7.2	1161,84	Started
1.7.2.1	1161,84	Finished
1.7.2.2	0,00	Not Started
1.8	0,00	Not Started
1.9	0,00	Not Started
1.10	0,00	Not Started
1.11	0,00	Not Started
1.12	0,00	Not Started
1.13	0,00	Not Started
1.13.1	0,00	Not Started
1.13.2	0,00	Not Started
1.13.3	0,00	Not Started
1.14	0,00	Not Started
1.15	0,00	Not Started
1.16	0,00	Not Started

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

1.17	0,00	Not Started
1.17.1	0,00	Not Started
1.17.2	0,00	Not Started
1.18	0,00	Not Started
1.18.1	0,00	Not Started
1.18.2	0,00	Not Started
1.18.3	0,00	Not Started
1.19	0,00	Not Started
1.19.1	0,00	Not Started
1.19.2	0,00	Not Started
1.20	0,00	Not Started
1.20.1	0,00	Not Started
1.20.2	0,00	Not Started
1.21	0,00	Not Started
1.21.1	0,00	Not Started
1.21.2	0,00	Not Started
1.22	0,00	Not Started
1.22.1	0,00	Not Started
1.22.2	0,00	Not Started
1.23	0,00	Not Started
1.23.1	0,00	Not Started
1.23.2	0,00	Not Started
1.24	0,00	Started
1.24.1	0,00	Finished
1.24.2	0,00	Not Started
1.25	0,00	Not Started

7.2.2.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Aplicando el método del EVM, disponemos de la siguiente gráfica del proyecto.

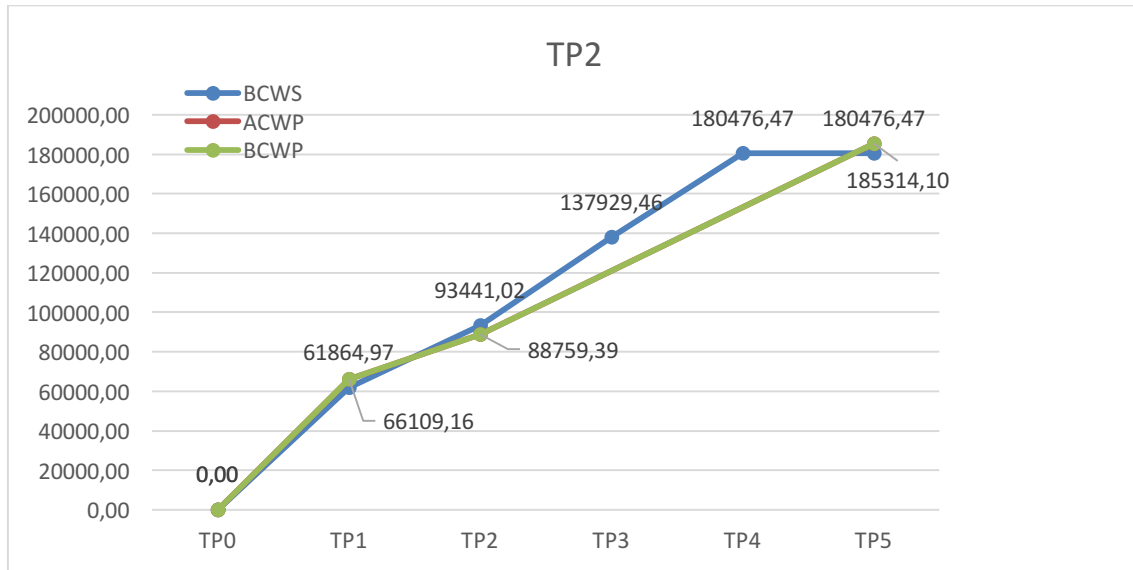


Ilustración 28 - Gráfica EVM Caso 2 TP2

En este caso, vemos que la tendencia ha cambiado, y que la previsión del coste total del proyecto ahora es superior al coste planificado.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	-4681,63	-0,05	1,00	0,95	0,95

Una vez que han transcurrido dos meses más de proyecto, la situación es totalmente contraria, los costes han bajado por debajo de lo que estaba planificado, pero los indicadores dicen que estamos avanzando en el proyecto más lentamente que en la planificación acordada.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180476,47	185314,10	185314,10

Tenemos una estimación de acabar el proyecto fuera del coste estipulado en el inicio, por lo que se debe realizar alguna acción correctiva, para que principalmente el proyecto no se aleje aún más de la línea base.

Sin duda, el porcentaje avanzado es menor que el planificado.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
49,18%	51,77%	49,18%

7.2.2.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

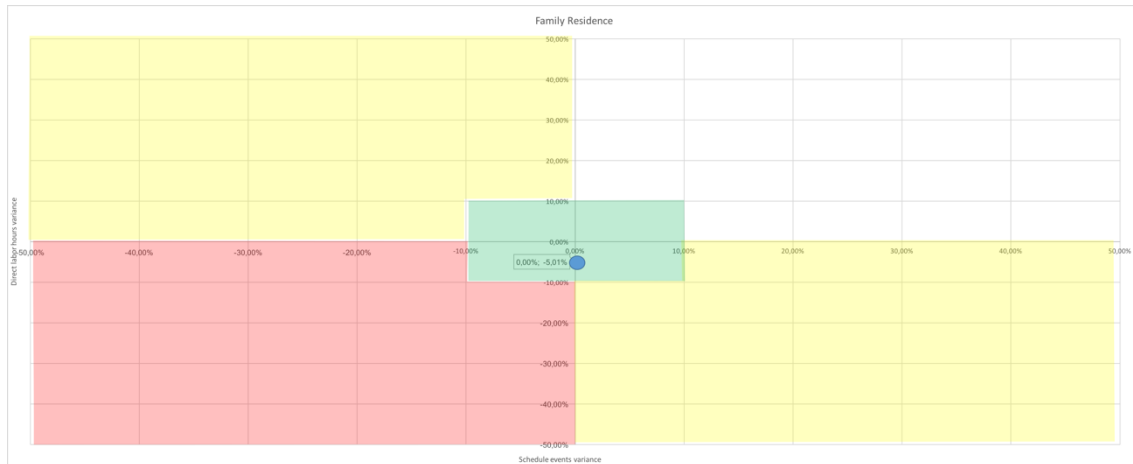


Ilustración 29 - Gráfico zonas Caso 2 TP2

En este caso, podemos comprobar como el proyecto sigue situándose en la zona óptima, pero ha variado notablemente respecto a la certificación anterior.

Aunque no es preocupante la situación actual, es importante analizarla con el fin de estar prevenidos para lo que pueda ocurrir de aquí en adelante.

Actualmente, observamos que el proyecto avanza más lento de lo que se había planificado en el inicio, aunque esta variación es inferior al 10%.

7.2.2.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Actualmente la situación del proyecto no es preocupante, pero sí que ha variado sensiblemente respecto a la certificación anterior, por lo que el equipo de control deberá estar preparado para futuras acciones en el caso de que la situación empeore.

7.2.3 CERTIFICACIÓN 3 – 31 DE OCTUBRE DE 2006

La situación del proyecto en este momento es la siguiente.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
1	127793,00	Started
1.1	869,45	Finished
1.2	381,12	Finished
1.3	66331,72	Finished
1.3.1	11880,14	Finished
1.3.2	47139,97	Finished
1.3.3	1473,13	Finished
1.3.4	5838,48	Finished
1.4	2236,00	Finished

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

1.4.1	745,34	Finished
1.4.2	1490,66	Finished
1.5	5493,78	Finished
1.5.1	784,83	Finished
1.5.2	4708,95	Finished
1.6	6475,53	Finished
1.6.1	2158,51	Finished
1.6.2	1079,25	Finished
1.6.3	3237,77	Finished
1.7	19753,51	Finished
1.7.1	17429,83	Finished
1.7.1.1	5809,95	Finished
1.7.1.2	11619,88	Finished
1.7.2	2323,68	Finished
1.7.2.1	1161,84	Finished
1.7.2.2	1161,84	Finished
1.8	11226,12	Finished
1.9	3916,89	Finished
1.10	1495,86	Finished
1.11	1188,00	Finished
1.12	8245,09	Finished
1.13	155,14	Started
1.13.1	155,14	Finished
1.13.2	0,00	Not Started
1.13.3	0,00	Not Started
1.14	24,79	Finished
1.15	0,00	Not Started
1.16	0,00	Not Started
1.17	0,00	Not Started
1.17.1	0,00	Not Started
1.17.2	0,00	Not Started
1.18	0,00	Not Started
1.18.1	0,00	Not Started
1.18.2	0,00	Not Started
1.18.3	0,00	Not Started
1.19	0,00	Not Started
1.19.1	0,00	Not Started
1.19.2	0,00	Not Started
1.20	0,00	Not Started
1.20.1	0,00	Not Started
1.20.2	0,00	Not Started
1.21	0,00	Not Started
1.21.1	0,00	Not Started
1.21.2	0,00	Not Started

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.**

1.22	0,00	Not Started
1.22.1	0,00	Not Started
1.22.2	0,00	Not Started
1.23	0,00	Not Started
1.23.1	0,00	Not Started
1.23.2	0,00	Not Started
1.24	0,00	Started
1.24.1	0,00	Finished
1.24.2	0,00	Not Started
1.25	0,00	Not Started

El coste en este punto del proyecto según todo lo que se ha planificado en el inicio era de 137929,46€

7.2.3.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Si observamos la gráfica de costes, podemos ver que a pesar de que los costes actuales estén por debajo de los presupuestados, las estimaciones indican que finalmente el coste final será superior al presupuestado.

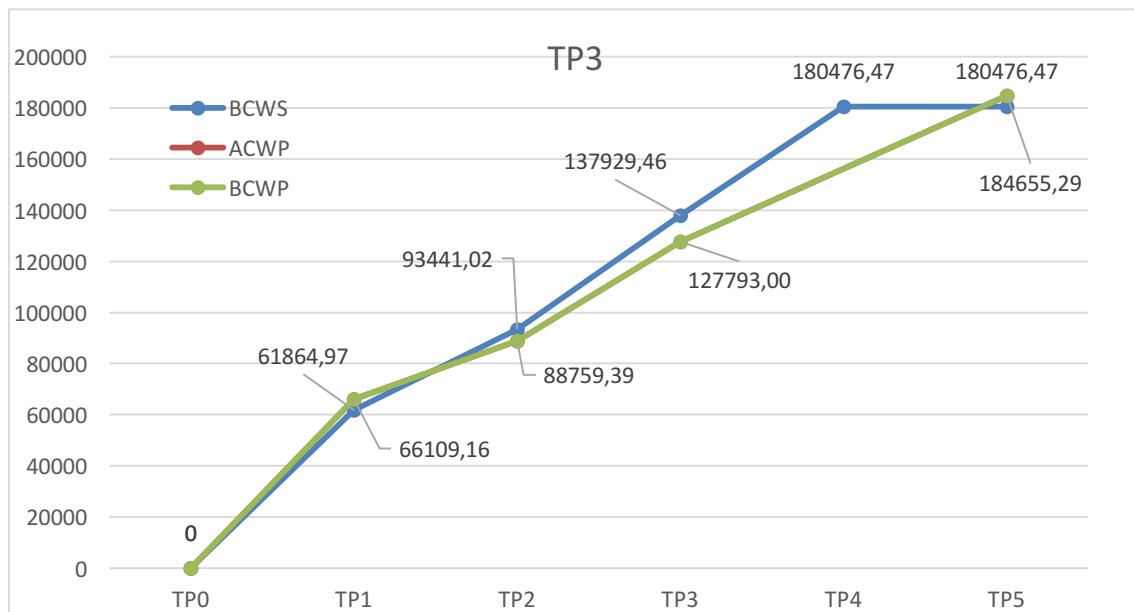


Ilustración 30 - Gráfica EVM Caso 2 TP3

En cuanto a los indicadores, tenemos que el proyecto continúa con retraso, por lo que los costes son inferiores a los presupuestados, debido a estas circunstancias.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	-10136,46	-0,07	1,00	0,93	0,93

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Como dijimos al inicio de este punto, las estimaciones para la finalización han dejado de ser inferiores a los valores presupuestados, superándolos en algunos miles de euros.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180476,47	184655,29	184655,29

Para certificar que efectivamente, el proyecto está retrasado en el cronograma tenemos a nuestra disposición los índices de desempeño. Los cuales nos indican un retraso entorno al 6% global en el proyecto.

Podríamos analizar en qué situaciones se están produciendo los retrasos mirando en las tablas de cálculo, los valores correspondientes a cada capítulo individualmente.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
70,81%	76,43%	70,81%

7.2.3.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

El método de las zonas, nos quiere decir, en cierta manera, lo mismo que hemos comentado en el punto anterior.

Podemos observar que el proyecto no tiene problema alguno cuando hablamos de costes, pero en cambio, continuamos con un retraso en el avance del proyecto, este sigue siendo menor al 10%, por lo que no es preocupante pero conviene tenerlo controlado.

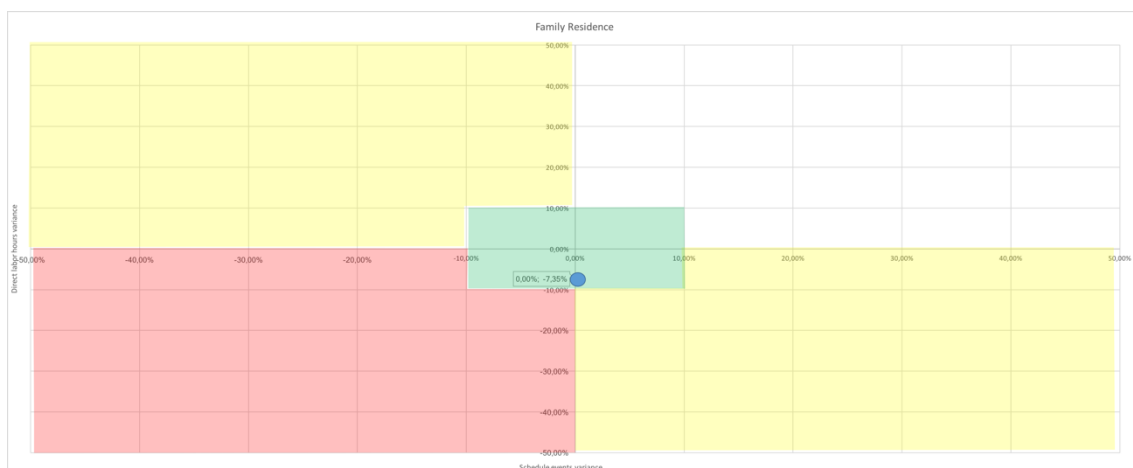


Ilustración 31 - Gráfico zonas Caso 2 TP3

7.2.3.3 ACCIONES TRAS EL ANÁLISIS.

El proyecto continúa dentro de valores aceptables, pero en este punto se prevé un sobrecoste a la finalización del proyecto, sería conveniente corregir este punto mediante las acciones correctoras que el equipo de dirección considere oportunas.

7.2.4 CERTIFICACIÓN 4 – 31 DE ENERO DE 2007

Durante el cuarto punto de control, obtenemos este estado de las tareas, tal y como se indicaba en certificaciones anteriores, no hemos sido capaces de terminar el proyecto en el plazo fijado en el inicio, pero al menos estamos manteniendo en un nivel adecuado los costes.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
1	163870,61	Started
1.1	869,45	Finished
1.2	381,12	Finished
1.3	66331,72	Finished
1.3.1	11880,14	Finished
1.3.2	47139,97	Finished
1.3.3	1473,13	Finished
1.3.4	5838,48	Finished
1.4	2236,00	Finished
1.4.1	745,34	Finished
1.4.2	1490,66	Finished
1.5	5493,78	Finished
1.5.1	784,83	Finished
1.5.2	4708,95	Finished
1.6	6475,53	Finished
1.6.1	2158,51	Finished
1.6.2	1079,25	Finished
1.6.3	3237,77	Finished
1.7	19753,51	Finished
1.7.1	17429,83	Finished
1.7.1.1	5809,95	Finished
1.7.1.2	11619,88	Finished
1.7.2	2323,68	Finished
1.7.2.1	1161,84	Finished
1.7.2.2	1161,84	Finished
1.8	11226,12	Finished
1.9	3916,89	Finished
1.10	1495,86	Finished
1.11	1188,00	Finished
1.12	8245,09	Finished
1.13	465,42	Finished

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

1.13.1	155,14	Finished
1.13.2	155,14	Finished
1.13.3	155,14	Finished
1.14	24,79	Finished
1.15	14,43	Finished
1.16	1591,80	Finished
1.17	11211,10	Finished
1.17.1	6899,13	Finished
1.17.2	4311,97	Finished
1.18	3916,88	Started
1.18.1	2937,66	Finished
1.18.2	979,22	Finished
1.18.3	0,00	Not Started
1.19	5208,01	Finished
1.19.1	1302,00	Finished
1.19.2	3906,01	Finished
1.20	1477,55	Started
1.20.1	1477,55	Finished
1.20.2	0,00	Not Started
1.21	345,60	Finished
1.21.1	172,80	Finished
1.21.2	172,80	Finished
1.22	11915,38	Finished
1.22.1	2978,84	Finished
1.22.2	8936,54	Finished
1.23	86,58	Finished
1.23.1	43,29	Finished
1.23.2	43,29	Finished
1.24	0,00	Finished
1.24.1	0,00	Finished
1.24.2	0,00	Finished
1.25	0,00	Not Started

7.2.4.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Llegados a este punto, analizamos la situación del proyecto, una vez que se ha superado la fecha final.

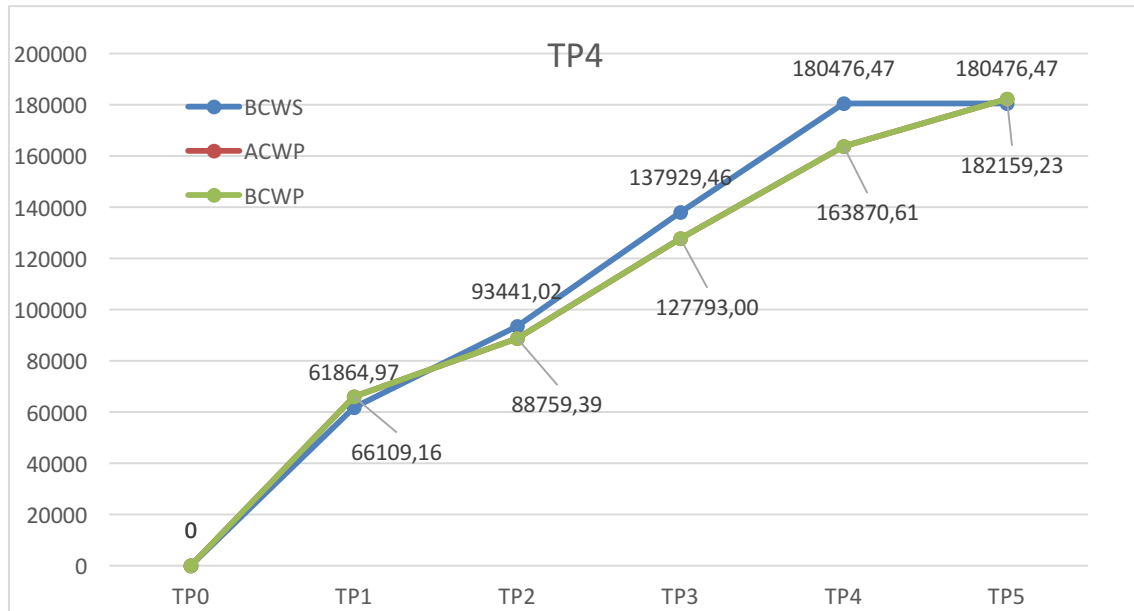


Ilustración 32 - Gráfica EVM Caso 2 TP4

Los plazos ya se han incumplido, pero observamos que respecto a la certificación anterior hemos mejorado el coste estimado a la finalización del proyecto.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	-16605,86	-0,09	1,00	0,91	0,91

Los indicadores son muy parecidos a los casos anteriores, sufrimos una desviación de plazo, insalvable en este momento. Lo que hay que hacer es que este retraso sea el menor posible, y por supuesto al menos coste.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
180476,47	182159,23	182159,23

La evolución de los costes a la finalización es esperanzadora, ya que a pesar de que aún sigue por encima del valor presupuestado, hemos conseguido reducirla considerablemente, y nos deja un camino abierto para los días restantes de proyecto.

Llegados a este punto, el avance debería ser el 100%, en cambio nos encontramos en la siguiente situación.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
90,80%	100,00%	90,80%

7.2.4.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

La situación del método de las zonas es prácticamente idéntica al apartado anterior, seguimos con unas buenas cifras de coste del proyecto, pero lamentablemente ya hemos superado la fecha de entrega, por lo que se refleja un retraso del 9,2%, inferior al 10% que nos haría salir de la zona óptima.

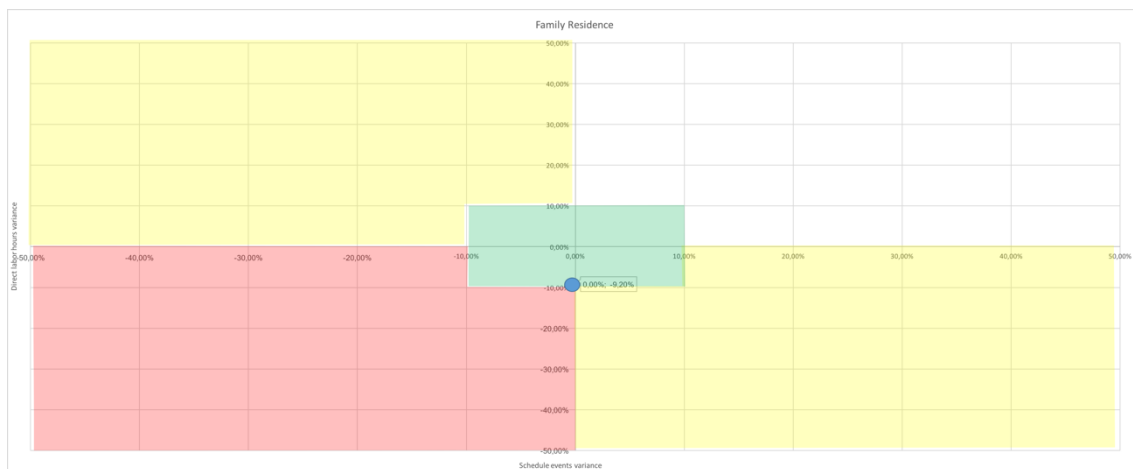


Ilustración 33 - Gráfico zonas Caso 2 TP4

7.2.4.3 ACCIONES TRAS EL ANÁLISIS

No hay forma de arreglar el desfase temporal, pero debemos conseguir que sea el mínimo posible, para que en el caso de que existan penalizaciones por el exceso de plazo, poder asumirlas con el ahorro en costes.

Es necesario que la demora de la entrega del proyecto sea la menor posible, y que el ahorro en coste sea el máximo, ya que llegados a este punto, el proyecto únicamente va a incurrir en gastos, y no va a disponer de más facturación.

7.2.5 CERTIFICACIÓN 5 - 28 DE FEBRERO DE 2007

La última de las certificaciones, nos indica que efectivamente hemos terminado el proyecto con unos costes inferiores a lo calculado el inicio, pero con un plazo superior.

Ahora hay que valorar si ha merecido la pena este retraso por ahorrar costes de proyecto, o sin embargo, existen unas penalizaciones por incumplimiento de plazos que anulan el total del ahorro.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
1	175030,65	Finished
1.1	869,45	Finished
1.2	381,12	Finished
1.3	66331,72	Finished
1.3.1	11880,14	Finished
1.3.2	47139,97	Finished
1.3.3	1473,13	Finished
1.3.4	5838,48	Finished
1.4	2236,00	Finished
1.4.1	745,34	Finished
1.4.2	1490,66	Finished
1.5	5493,78	Finished
1.5.1	784,83	Finished
1.5.2	4708,95	Finished
1.6	6475,53	Finished
1.6.1	2158,51	Finished
1.6.2	1079,25	Finished
1.6.3	3237,77	Finished
1.7	19753,51	Finished
1.7.1	17429,83	Finished
1.7.1.1	5809,95	Finished
1.7.1.2	11619,88	Finished
1.7.2	2323,68	Finished
1.7.2.1	1161,84	Finished
1.7.2.2	1161,84	Finished
1.8	11226,12	Finished
1.9	3916,89	Finished
1.10	1495,86	Finished
1.11	1188,00	Finished
1.12	8245,09	Finished
1.13	465,42	Finished
1.13.1	155,14	Finished
1.13.2	155,14	Finished
1.13.3	155,14	Finished
1.14	24,79	Finished
1.15	14,43	Finished
1.16	1591,80	Finished
1.17	11211,10	Finished
1.17.1	6899,13	Finished
1.17.2	4311,97	Finished
1.18	5412,74	Finished
1.18.1	2937,66	Finished
1.18.2	979,22	Finished

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.**

1.18.3	1495,86	Finished
1.19	5208,01	Finished
1.19.1	1302,00	Finished
1.19.2	3906,01	Finished
1.20	2955,10	Finished
1.20.1	1477,55	Finished
1.20.2	1477,55	Finished
1.21	345,60	Finished
1.21.1	172,80	Finished
1.21.2	172,80	Finished
1.22	11915,38	Finished
1.22.1	2978,84	Finished
1.22.2	8936,54	Finished
1.23	86,58	Finished
1.23.1	43,29	Finished
1.23.2	43,29	Finished
1.24	0,00	Finished
1.24.1	0,00	Finished
1.24.2	0,00	Finished
1.25	8186,63	Finished

7.2.5.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Si analizamos los datos finales del proyecto, una vez que todas las tareas han sido finalizadas, obtenemos los datos reales sobre como ha quedado todo.

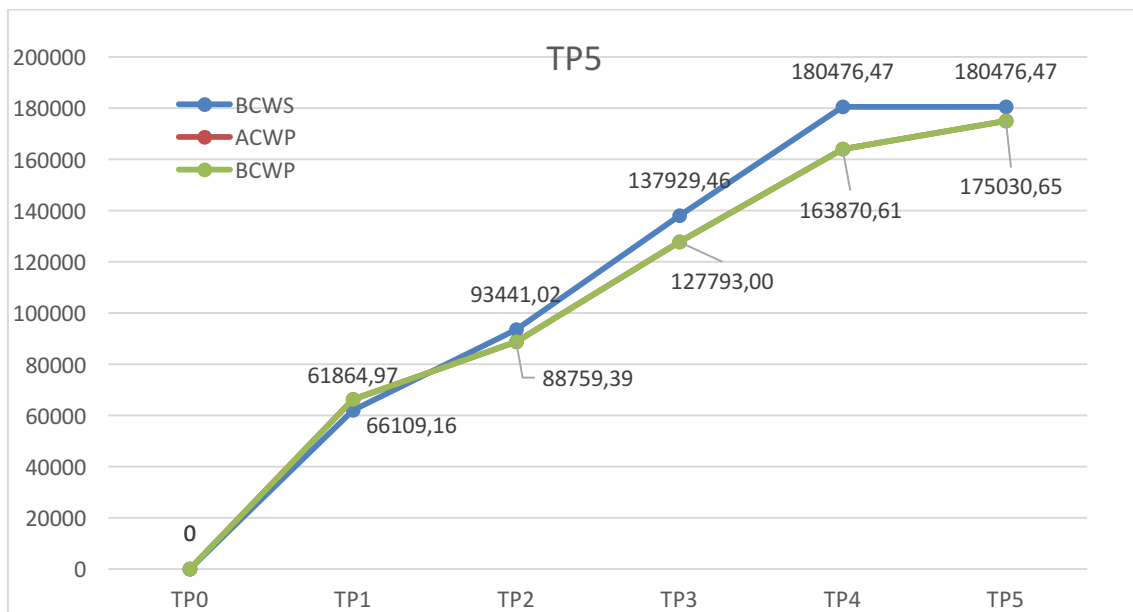


Ilustración 34 - Gráfico EVM Caso 2 TP5

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Afortunadamente se ha podido finalizar el proyecto con un coste menor de lo planificado en el inicio.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	-5445,82	-0,03	1,00	0,97	0,97

Ahora, se espera que en el caso de que existan penalizaciones por incumplimiento de plazos, estas sean menores que la cantidad que se ha salvado reduciendo los costes del proyecto. Y así, a pesar de todos los problemas, sacar un beneficio al proyecto.

7.2.5.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

En el gráfico de zonas vemos representado el punto de la situación de proyecto en la zona verde, zona de éxito, comparando este gráfico con el anterior, vemos el equipo del proyecto ha sido capaz de reducir la desviación de un 9,2% a un 3,02%, lo que se traduce en un ahorro considerable de costes del proyecto.

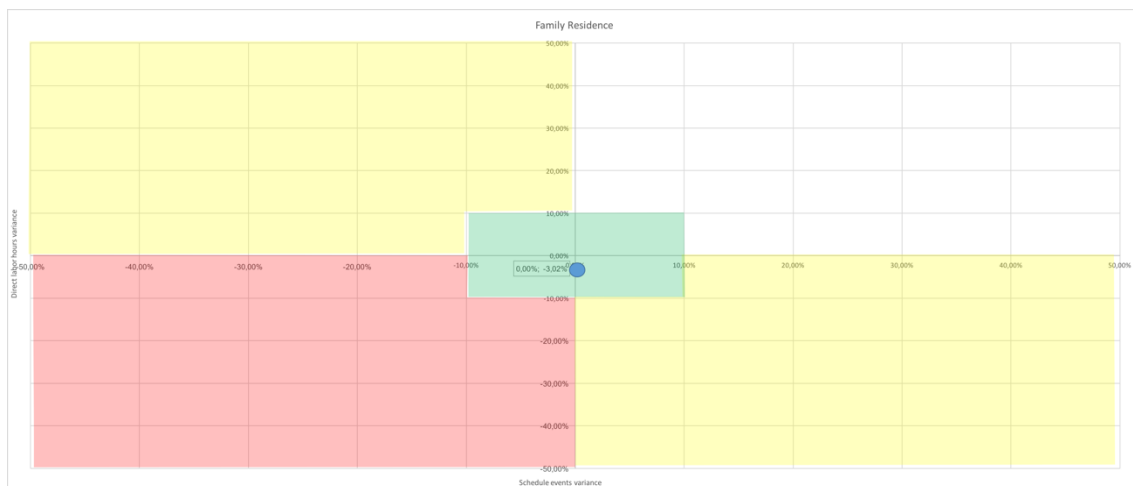


Ilustración 35 - Gráfico zonas Caso 2 TP5

7.2.5.3 ACCIONES TRAS EL ANÁLISIS.

Una vez finalizado el proyecto, no se puede realizar ninguna acción correctiva, la única forma de mejorar la situación actual, es que en el caso de existir penalizaciones por incumplimiento de plazo, como puede ser el caso de numerosos proyectos llave en mano, se establezca una negociación para que estas sean las mínimas.

7.3 CASO 3: CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE TREN ANTWERPEN.

Este proyecto ha formado parte de otro proyecto de mayor envergadura, para la remodelación de la estación de tren de Antwerpen, en Amberes.

Se realizó una adaptación de la estación, para poder instalar líneas de alta velocidad y mejorar el transporte y las comunicaciones del país.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

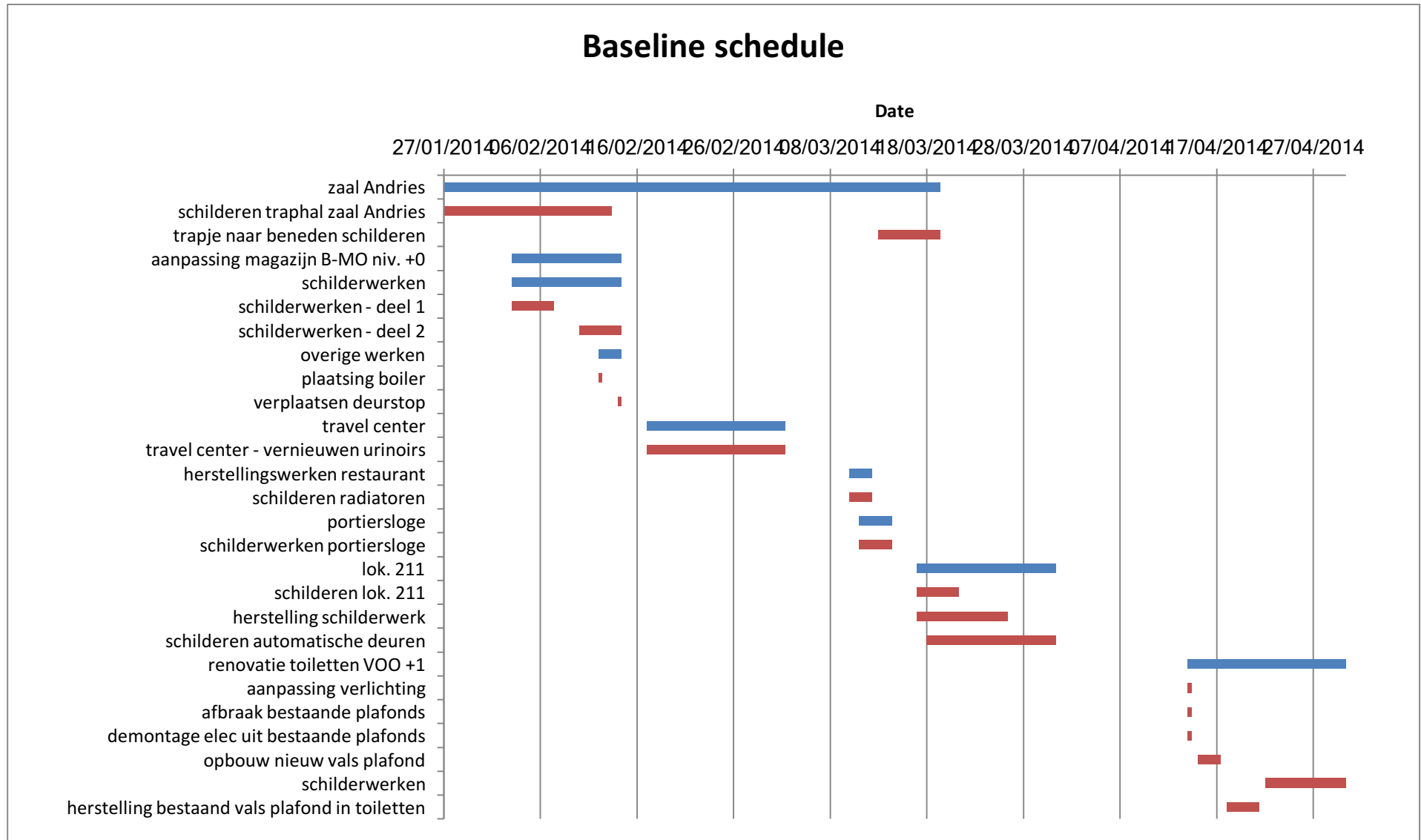
Se trata de un proyecto dividido en 7 capítulos, con una duración total de 68 días.

Se ha realizado la siguiente tabla de costes para cada una de las partidas que dan forma al proyecto.

ID	DURACIÓN	COSTE
C1	68,00	22703,52
C1.1	38	4958,24
C1.1.1	14	3653,44
C1.1.2	5	1304,80
C1.2	10	3131,52
C1.2.1	10	2609,60
C1.2.1.1	5	1304,80
C1.2.1.2	5	1304,80
C1.2.2	3	521,92
C1.2.2.1	1	260,96
C1.2.2.2	1	260,96
C1.3	11	2870,56
C1.3.1	11	2870,56
C1.4	3	782,88
C1.4.1	3	782,88
C1.5	4	1043,84
C1.5.1	4	1043,84
C1.6	11	6002,08
C1.6.1	5	1304,80
C1.6.2	8	2087,68
C1.6.3	10	2609,60
C1.7	13	3914,40
C1.7.1	1	260,96
C1.7.2	1	260,96
C1.7.3	1	260,96
C1.7.4	3	782,88
C1.7.5	7	1826,72
C1.7.6	2	521,92

Se puede ver, que no es un proyecto demasiado grande, con un presupuesto total de 22703,52€, como es lógico al formar parte de otro proyecto de una envergadura mucho mayor.

El cronograma que presenta este proyecto es el siguiente.



ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

En este proyecto nos hemos centrado en cuatro de las certificaciones realizadas durante el desarrollo del mismo. De nuevo, se han efectuado los análisis mediante el valor ganado y el método de las zonas, los cuales se reflejan a continuación.

7.3.1 CERTIFICACIÓN 1 – 24 DE FEBRERO DE 2014

El día 24 de Febrero, se ha realizado la primera de las certificaciones asociadas al proyecto.

Una vez transcurridos los 21 primeros días de evolución de los trabajos, la situación es la siguiente.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	9655,52	Started
C1.1	6002,08	Started
C1.1.1	6002,08	Started
C1.1.2	0,00	Not Started
C1.2	3653,44	Finished
C1.2.1	3131,52	Finished
C1.2.1.1	1826,72	Finished
C1.2.1.2	1304,80	Finished
C1.2.2	521,92	Started
C1.2.2.1	260,96	Started
C1.2.2.2	260,96	Finished
C1.3	0,00	Not Started
C1.3.1	0,00	Not Started
C1.4	0,00	Not Started
C1.4.1	0,00	Not Started
C1.5	0,00	Not Started
C1.5.1	0,00	Not Started
C1.6	0,00	Not Started
C1.6.1	0,00	Not Started
C1.6.2	0,00	Not Started
C1.6.3	0,00	Not Started
C1.7	0,00	Not Started
C1.7.1	0,00	Not Started
C1.7.2	0,00	Not Started
C1.7.3	0,00	Not Started
C1.7.4	0,00	Not Started
C1.7.5	0,00	Not Started
C1.7.6	0,00	Not Started

7.3.1.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Una vez realizado el análisis mediante el método EVM, nos encontramos la siguiente gráfica de evolución del proyecto.

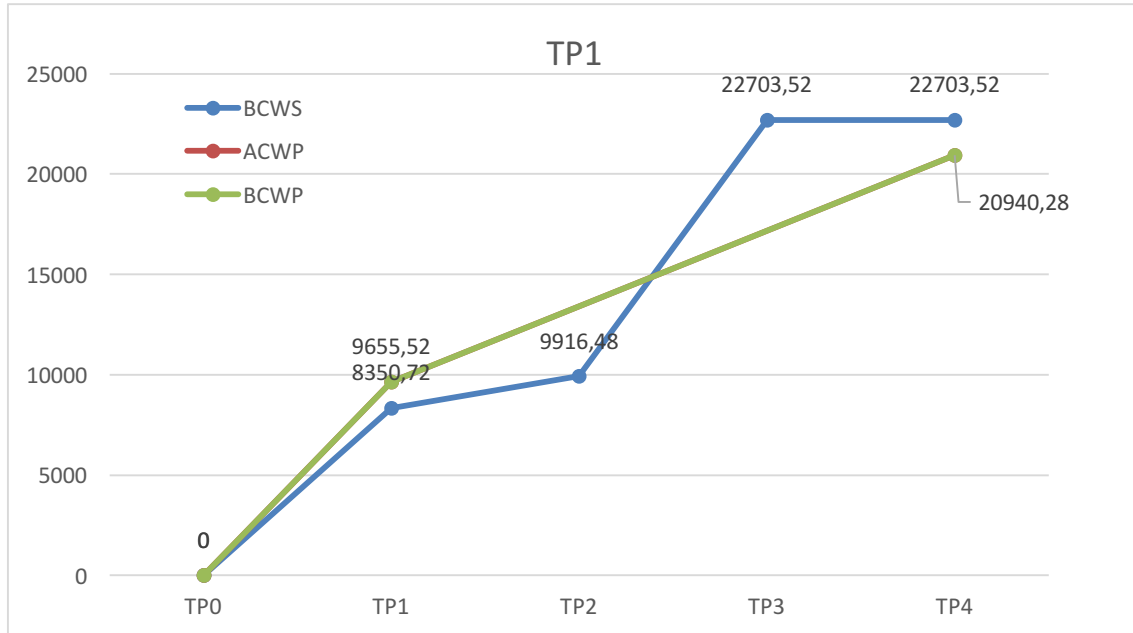


Ilustración 36 - Gráfica EVM Caso 3 TP1

Podemos ver como los costes actuales del proyecto se encuentran por encima de los presupuestados en el inicio, pero por el contrario, tenemos una previsión de terminar el proyecto por debajo del presupuesto planificado.

Eso quiere decir que ese sobrecoste, puede ser producido debido a que se está realizando un avance mayor del esperado.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	1304,80	0,16	1,00	1,16	1,16

En esta tabla se refleja lo comentado anteriormente, tenemos una desviación positiva en el SV, y un SPI superior a la unidad, por lo que verdaderamente, el avance del proyecto es superior al planificado.

Viendo, a continuación, las estimaciones a la finalización, traducimos este avance superior, como un ahorro en coste al final del proyecto.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
22703,52	20940,28	20940,28

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Y si observamos los porcentajes completados del proyecto, advertimos que tenemos un 42,53% de avance completado, frente al 36,78% planificado.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
42,53%	36,78%	42,53%

7.3.1.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

En el análisis del método de zonas, la situación es la misma que la explicada anteriormente, el punto se sitúa en la zona positiva del eje que recoge los avances, por lo que sabemos que el proyecto está discurriendo a una velocidad más elevada de la planificada. Se trata de una buena situación la que se refleja actualmente.

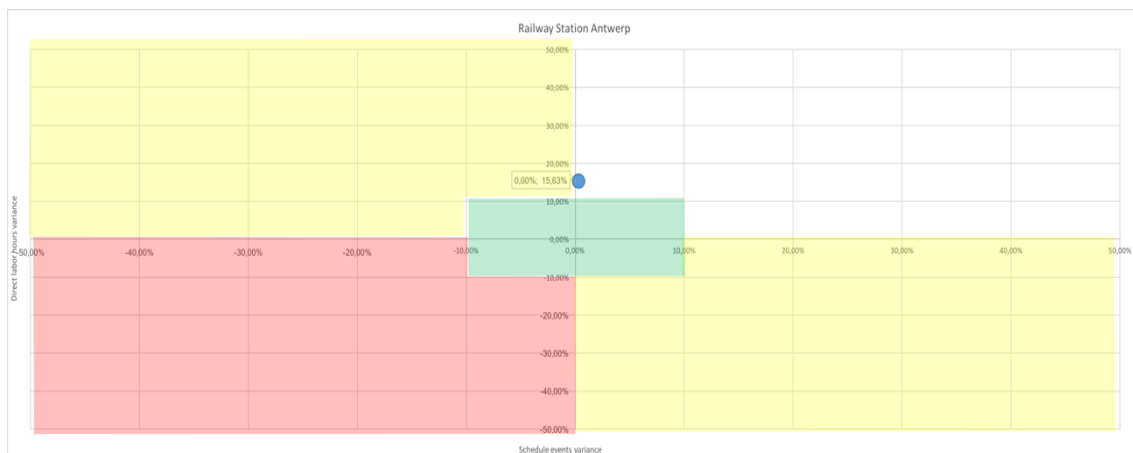


Ilustración 37 - Grafico zonas Caso 3 TP1

7.3.1.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

El proyecto se encuentra en una buena situación, por lo que habría que intentar reducir los costes todo lo posible, aun así si estos costes extra que refleja la certificación son producidos únicamente por el superior avance del proyecto, no existe ningún problema, y por lo tanto ninguna corrección que aplicar.

7.3.2 CERTIFICACIÓN 2 – 10 DE MARZO DE 2014

El segundo punto de control se realiza el 10 de Marzo, 10 días después del primero y 31 días después del inicio del desarrollo del proyecto.

La situación en la que se encuentran las actividades es la siguiente.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	12265,12	Started
C1.1	6002,08	Started
C1.1.1	6002,08	Finished
C1.1.2	0,00	Not Started
C1.2	5741,12	Finished
C1.2.1	3131,52	Finished
C1.2.1.1	1826,72	Finished
C1.2.1.2	1304,80	Finished
C1.2.2	2609,60	Finished
C1.2.2.1	2348,64	Finished
C1.2.2.2	260,96	Finished
C1.3	260,96	Started
C1.3.1	260,96	Started
C1.4	260,96	Started
C1.4.1	260,96	Started
C1.5	0,00	Not Started
C1.5.1	0,00	Not Started
C1.6	0,00	Not Started
C1.6.1	0,00	Not Started
C1.6.2	0,00	Not Started
C1.6.3	0,00	Not Started
C1.7	0,00	Not Started
C1.7.1	0,00	Not Started
C1.7.2	0,00	Not Started
C1.7.3	0,00	Not Started
C1.7.4	0,00	Not Started
C1.7.5	0,00	Not Started
C1.7.6	0,00	Not Started

Tenemos un coste total acumulado de 12265,12€ en este momento.

7.3.2.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Una vez realizado el análisis de la segunda de las certificaciones del proyecto, nos encontramos en la siguiente situación.

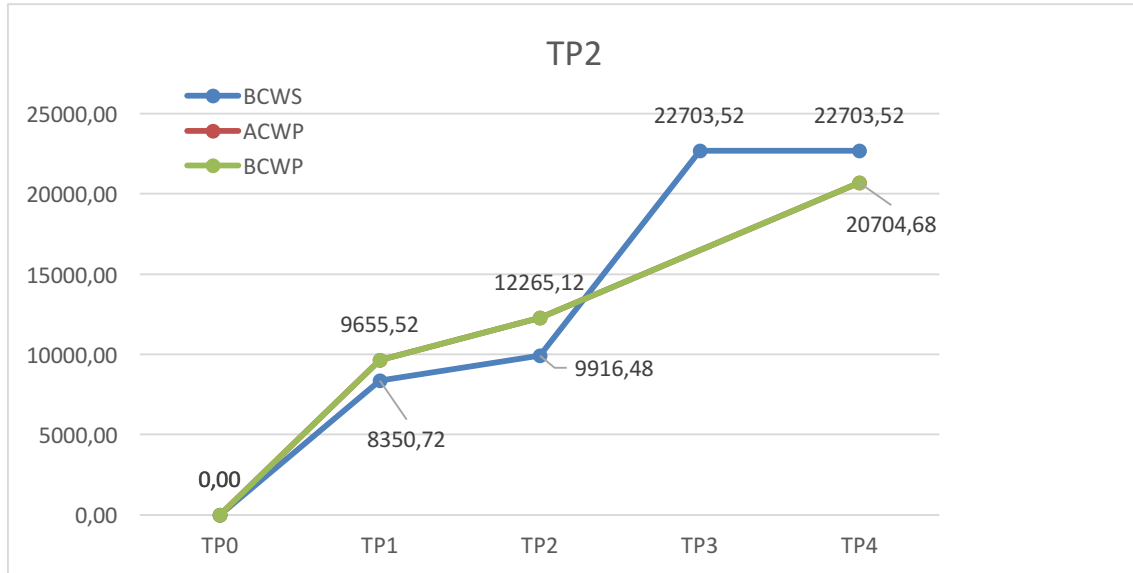


Ilustración 38 - Grafica EVM Caso 3 TP2

De nuevo los costes actuales son mayores que los planificados, puede continuar siendo buena señal si los avances siguen siendo superiores a los planificados, como en la certificación anterior, o sin embargo, puede ser negativo si el avance no avanza de la misma manera de la que los costes suben.

En la siguiente tabla, vemos que, efectivamente, la situación del proyecto sigue siendo positiva, tenemos un SV positivo y un SPI mayor que la unidad, por lo que continuamos dando un mayor avance al proyecto del planificado.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
0,00	0,00	2348,64	0,24	1,00	1,24	1,24

También se mantiene la previsión de finalización por debajo del coste planificado.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
22703,52	20704,68	20704,68

En cuanto a los índices de ejecución, podemos observar el adelanto que lleva el proyecto.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.**

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
54,02%	43,68%	54,02%

7.3.2.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

En el método de zonas, la situación que observamos tiene la misma pinta que la de la certificación anterior, tenemos un adelanto en el avance de los trabajos lo que hace que el proyecto esté desarrollando más trabajo del que estaba planificado.

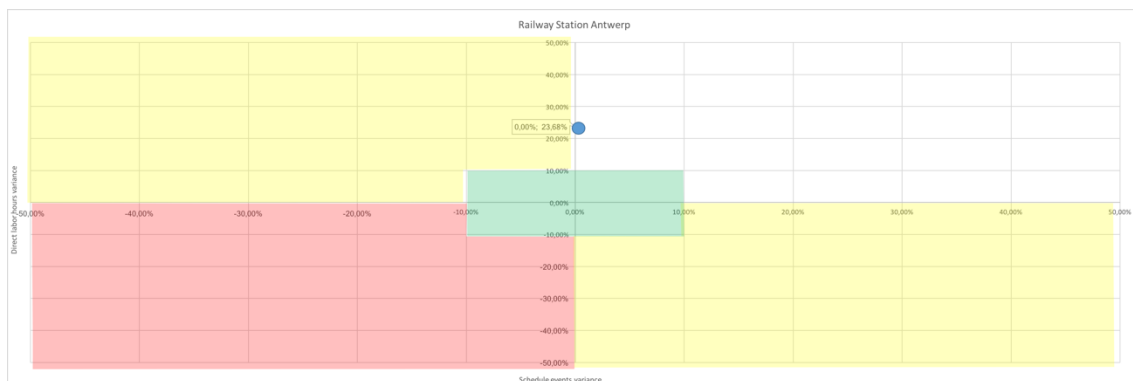


Ilustración 39 - Grafico zonas Caso 3 TP2

7.3.2.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

No existe ninguna medida preventiva que haya que valorar para reconducir el proyecto, ya que la situación actual es buena, ofrece una previsión de terminar el proyecto con costes menores a los planificados.

7.3.3 CERTIFICACIÓN 3 – 13 DE MAYO DE 2014.

En esta certificación podemos observar que se ha sobrepasado la fecha de entrega del proyecto y no se han finalizado el 100% de los trabajos.

La situación actual es la siguiente.

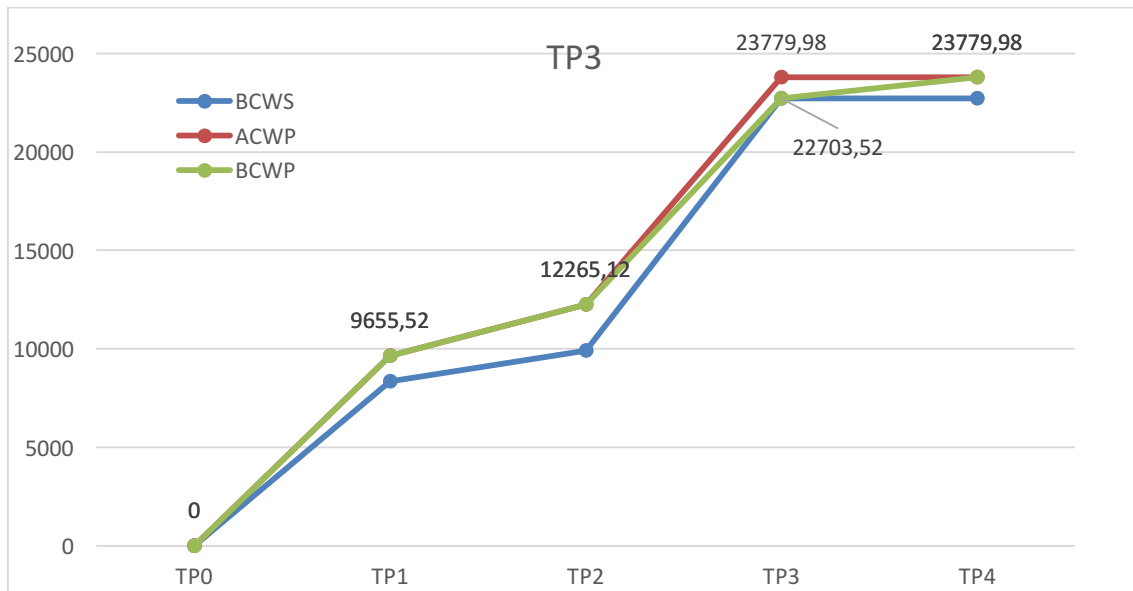
ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	23779,98	Started
C1.1	6263,04	Finished
C1.1.1	6002,08	Finished
C1.1.2	260,96	Finished
C1.2	5741,12	Finished
C1.2.1	3131,52	Finished
C1.2.1.1	1826,72	Finished
C1.2.1.2	1304,80	Finished
C1.2.2	2609,60	Finished
C1.2.2.1	2348,64	Finished

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.**

C1.2.2.2	260,96	Finished
C1.3	2609,60	Finished
C1.3.1	2609,60	Finished
C1.4	782,88	Finished
C1.4.1	782,88	Finished
C1.5	1304,80	Finished
C1.5.1	1304,80	Finished
C1.6	5219,20	Finished
C1.6.1	1826,72	Finished
C1.6.2	2087,68	Finished
C1.6.3	1304,80	Finished
C1.7	1859,34	Started
C1.7.1	0,00	Not Started
C1.7.2	260,96	Finished
C1.7.3	260,96	Finished
C1.7.4	782,88	Finished
C1.7.5	32,62	Started
C1.7.6	521,92	Finished

7.3.3.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

El análisis del valor ganado refleja la siguiente situación del proyecto.



Actualmente tenemos unos costes más elevados de lo planificado en el inicio y ya hemos superado la fecha de entrega del proyecto.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
-1076,46	-0,05	0,00	0,00	0,95	1,00	0,95

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

En la tabla podemos observar que tenemos un CV negativo, lo cual nos dice que los costes del proyecto están por encima de lo presupuestado en el inicio de este, tenemos un índice de ejecución en coste inferior a la unidad.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
23779,98	23779,98	23779,98

Indican que el proyecto va a terminar con un coste por encima del planificado, 23779,98€, frente a los 22703,52€ presupuestados.

En cuanto a los índices de ejecución reflejan el porcentaje de gasto que llevamos por encima de lo presupuestado, según podemos ver ya hemos consumido todos los recursos que teníamos asignados, y actualmente llevamos un 4,74% más de gasto.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
100,00%	100,00%	104,74%

7.3.3.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

El método de las zonas refleja un cambio muy grande de la situación del proyecto, como se puede ver, ahora se refleja una variación negativa de las horas de mano de obra aplicada en el proyecto, actualmente ya se ha sobrepasado la fecha de entrega, por lo que ahora existen elevado número de costes, que no pueden ser contrarrestados con ningún tipo de facturación.

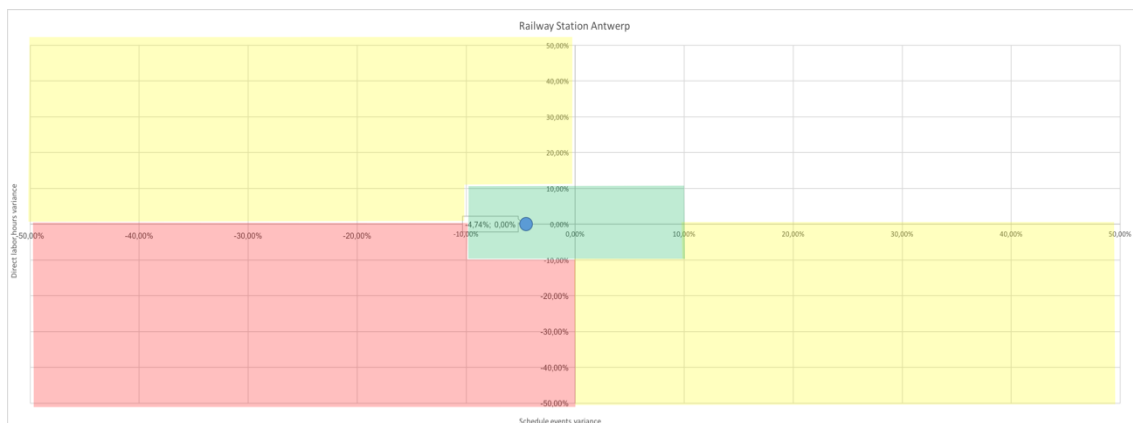


Ilustración 40 - Grafico zonas Caso 3 TP3

7.3.3.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Una vez realizados los análisis, la primera conclusión que el equipo de control debe sacar, es que quizás han tenido un exceso de confianza en el desarrollo del proyecto, y finalmente no se ha cumplido el plazo establecido.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

En mi opinión, se debería haber realizado otro punto de control antes de la fecha de finalización, para ver la situación, y aunque hubiese poco margen de maniobra en el caso de que se hubiese desviado, siempre es mejor detectarlo cuanto antes.

Actualmente, la principal condición es finalizar el proyecto con la menor desviación en coste posible, y siempre intentar encajar el proyecto en la zona verde, es decir con variaciones menores al 10%.

7.3.4 CERTIFICACIÓN 4 – 20 DE MAYO DE 2014

Siete días después de la certificación anterior se finaliza el proyecto, con un coste total de 25313,12€.

Es coste de cada una de las partidas del proyecto, se detalla en la siguiente tabla.

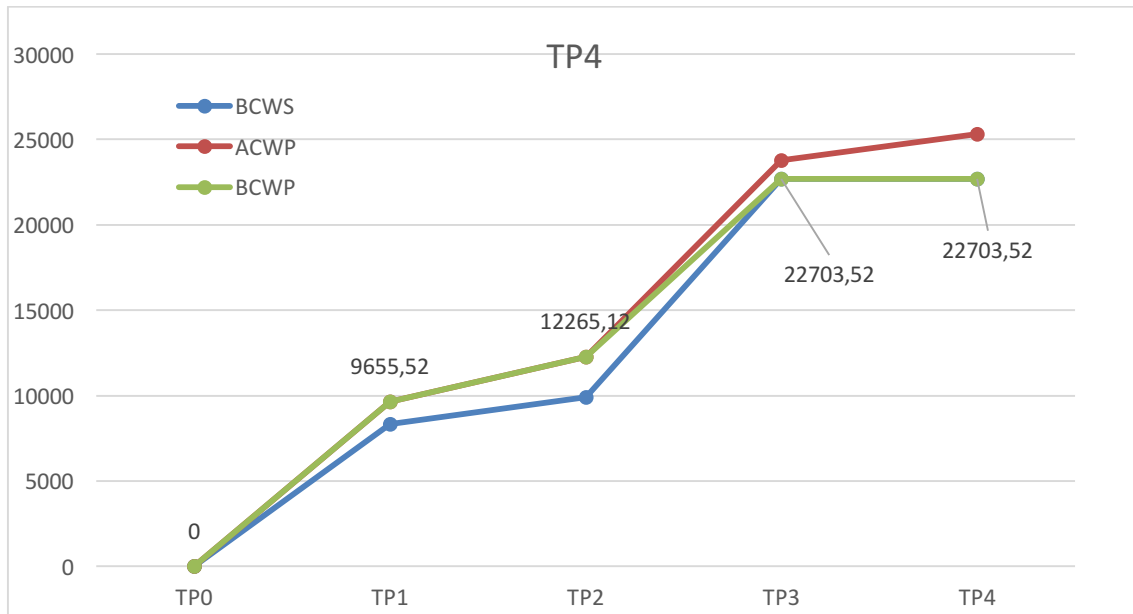
ID	COSTE ACTUAL	ESTADO
C1	25313,12	Finished
C1.1	6263,04	Finished
C1.1.1	6002,08	Finished
C1.1.2	260,96	Finished
C1.2	5741,12	Finished
C1.2.1	3131,52	Finished
C1.2.1.1	1826,72	Finished
C1.2.1.2	1304,80	Finished
C1.2.2	2609,60	Finished
C1.2.2.1	2348,64	Finished
C1.2.2.2	260,96	Finished
C1.3	2609,60	Finished
C1.3.1	2609,60	Finished
C1.4	782,88	Finished
C1.4.1	782,88	Finished
C1.5	1304,80	Finished
C1.5.1	1304,80	Finished
C1.6	5219,20	Finished
C1.6.1	1826,72	Finished
C1.6.2	2087,68	Finished
C1.6.3	1304,80	Finished
C1.7	3392,48	Finished
C1.7.1	260,96	Finished
C1.7.2	260,96	Finished
C1.7.3	260,96	Finished
C1.7.4	782,88	Finished
C1.7.5	1304,80	Finished
C1.7.6	521,92	Finished
	25313,12	

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Finalmente, el proyecto ha tenido una duración total de 82 días, lo que se traduce en un retraso de 14 días respecto a la planificación.

7.3.4.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

Analizando esta certificación mediante el método EVM, observamos la siguiente gráfica del estado del proyecto.



Podemos ver que el coste actual de finalización del proyecto (gráfica roja – ACWP), está por encima del valor final del coste del presupuesto realizado en el inicio del proyecto.

Si vemos las desviaciones, observamos la comentada desviación en coste que se produce en el proyecto.

CV	CV%	SV	SV%	CPI	SPI	SCI
-						
2609,60	-0,11	0,00	0,00	0,90	1,00	0,90

También se refleja viendo que el índice de ejecución en coste es menor a la unidad.

En cuanto a las estimaciones a la finalización, no tiene mucho sentido analizarlas, ya que el proyecto ya ha llegado a su fin, por lo que los datos no son estimaciones, en este caso son datos definitivos.

EAC (CPI)	EAC(SPI)	EAC(SCI)
25313,12	25313,12	25313,12

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Si observamos los porcentajes de ejecución vemos que hemos tenido un 11,49% de gasto superior al valor que se había presupuestado en el inicio del proyecto.

INDICES DE EJECUCIÓN		
PORCENTAJE COMPLETADO	PORCENTAJE COMPLETADO PLANEADO	PORCENTAJE GASTADO
100,00%	100,00%	111,49%

7.3.4.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ALTERNATIVO DE LAS ZONAS.

En el método de zonas podemos observar ese porcentaje de más que se ha gastado en el desarrollo del proyecto.

Finalmente, este proyecto no ha sido finalizado con éxito, debido a los retrasos y sobrecostos en los que ha incurrido, los cuales lo hacen terminar fuera de la zona verde o zona óptima.

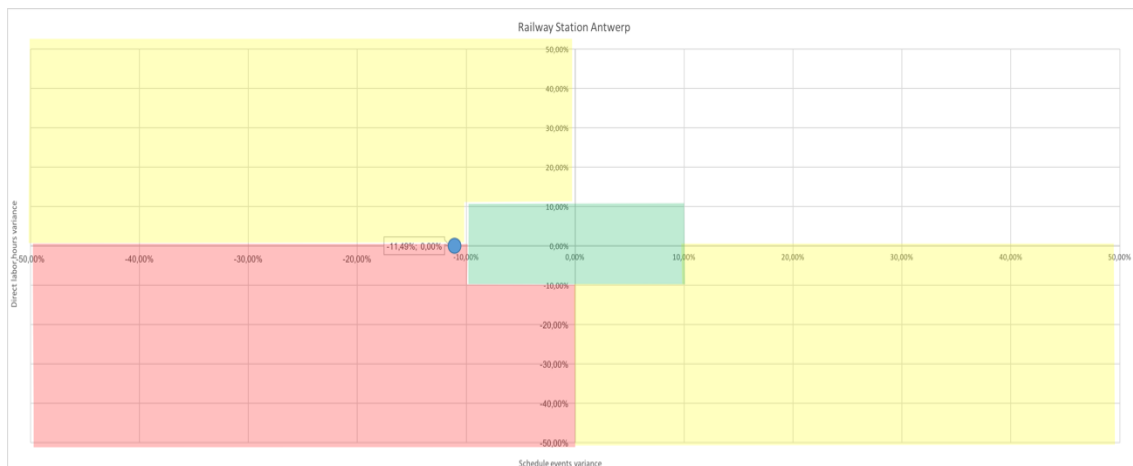


Ilustración 41 - Grafico zonas Caso 3 TP4

7.3.4.3 ACCIONES TRAS LOS ANÁLISIS.

Una vez terminado el proyecto, pocas acciones de corrección se pueden implementar, solamente queda aprender de los errores cometidos para que no se vuelvan a producir en proyectos futuros.

Saber que se deben realizar todo el número de acciones de control posibles, ya que como hemos visto los datos pueden variar mucho y de manera muy rápida.

8 CONCLUSIONES

Como conclusiones del trabajo realizado durante los últimos meses, y que se refleja en las hojas anteriores, se ha determinado que una vez analizados los proyectos descritos mediante ambos métodos, el método del valor ganado y el método alternativo de las zonas, podemos decir lo siguiente:

Se ha comprobado que ambos métodos ofrecen la misma visión de la situación real del proyecto en cada una de las certificaciones analizadas. En los dos casos el método es capaz de situar al proyecto en el punto en que se encuentra actualmente, y ofrecer información sobre las desviaciones que se están produciendo en las principales variables analizadas, costes y plazos de ejecución del proyecto.

El método de las zonas, es un método tan fiable como el EVM a la hora de reflejar la situación del proyecto. La virtud de este método es la sencillez de los cálculos, y el ahorro de tiempo de análisis que presenta. Lo cual es adecuado para proyectos pequeños o con poco presupuesto, en los cuales no pueda dedicarse un gran número de horas al control del proyecto.

Otra virtud, además de la sencillez del método, es la cómoda visualización de los datos. Se establece unas zonas coloreadas (blanca, verde, amarilla y roja), y en función de donde se establezca el punto que hace referencia a la situación del proyecto, con un simple golpe de vista, ya puedes hacerte una idea de cómo es la situación en la que se encuentra el proyecto.

Como no todo podían ser ventajas, y a decir verdad, es muy difícil conseguir algún tipo de método que supere al método de análisis del valor ganado, el método de las zonas tiene como inconveniente la cantidad de datos sobre el proyecto que aporta, es cierto que si buscamos una simplicidad y un ahorro de tiempo en los cálculos, también veremos reducida la cantidad de información que ofrece. Puede resultar un problema para el equipo de control del proyecto, principalmente poder realizar estimaciones al futuro del proyecto, como saber cuál es la previsión de los costes en los que va a finalizar el proyecto.

En mi opinión personal, el método de las zonas es un método totalmente válido para controlar proyectos de manera rápida y visual, y tendría cabida una aplicación en proyectos de un rango más pequeño, con presupuestos ajustados en cuanto a horas de trabajo y que no se extiendan demasiado en el tiempo, por lo que no sea un problema no realizar estimaciones de costes al final del proyecto.

Para proyectos más grandes, tanto en plazos como en presupuesto y con un gran número de partidas dentro del cronograma, sería mejor aplicar el método del valor ganado, ya que ofrece un control más detallado y permite hacerse una idea de lo que

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL MÉTODO DEL VALOR GANADO.
EJMEPLOS DE APLICACIÓN.

espera al final del proyecto, además en proyectos de mayor envergadura siempre es más fácil encajar las horas dedicadas al control del proyecto en los gastos totales ya que son una pequeña parte del total del presupuesto.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. Pellicer E, Yepes V, Teixeira JC, Moura HP, Catalá J. (2014). *Construction Management*. Wiley Blackwell, 316 pp. ISBN: 978-1-118-53957-6.
2. Yepes V, Pellicer E. (2008). Resources Management, in Pellicer, E. et al.: *Construction Management. Construction Managers*. Ed. Warsaw University of Technology: 231 pp. ISBN: 83-89780-48-8.
3. Enciclopedia financiera. [Internet] Madrid: Alejandro Bujan; revisado 4 de Marzo de 2017. Disponible en: <http://www.encyclopediainanciera.com/habilidades-directivas/historia-de-la-gestion-de-proyectos.htm>
4. Microsoft. [Internet]. Publicado en Junio de 2016, Revisado el 2 de Abril de 2017. Disponible en: <http://support.office.com/es-es/article/Historia-breve-de-la-administraci%C3%B3n-de-proyectos-a2e0b717-094b-4d1e-878a-fcd0978891cd>.
5. My saas place blog [Internet]. Gipuzkoa: Blog sobre gestión de proyectos. Publicado el 26 de Abril de 2013. Revisado el 1 de Junio de 2017. Disponible en: <http://blog.mysaasplace.com/blog/2013/04/26/breve-historia-de-la-gestion-de-proyectos/>.
6. Weaver, P. (2006). A brief story of scheduling - back to the future. Disponible en: http://www.mosaicprojects.com.au/PDF_Papers/P042_History%20of%20Scheduling.pdf
7. Malcolm DG, Roseboom JH, Clark CE, Faza W. Application of a technique for research and development program evaluation. Special Projects office. Research and development program evaluation. US Navy, Washington 1959. (p 646- 669).
8. Clark CE. The PERT model for the distribution of an activity time. (1962).
9. Ahuja H, Dozzi SP, AbouRizk SM. Project management techniques in planning and controlling construction projects. (1959) 2nd edition, Wiley, N.Y.
10. Arconte. [Internet] La técnica de Gestión del Valor Ganado (EVM) como herramienta de gestión de proyectos. Disponible en: <http://arconte.biz/gestion-del-valor-ganado-evm-para-gestion-de-proyectos/A>
11. Itm Platform. [Internet]. Madrid: Governance and Management SL. Publicado el 20 de Mayo de 2016. Revisado el 27 de Abril de 2017. Disponible en: <http://www.itmplatform.com/es/blog/la-importancia-del-control-en-un-proyecto/>.
12. The Project management HUT. [Internet] Una alternativa a EVM: El método zona. Michel D Taylor. Publicado el 1 de Junio 2017. Disponible en: <https://pmhut.com/an-alternative-to-evm-the-zone-method>.
13. Proyectos y aplicaciones blogspot. [Internet] Origen del valor ganado. Pablo Bálsamo. Publicado el 30 de agosto de 2011. Disponible en:

- <http://proyectosyaplicaciones.blogspot.com.es/2011/08/origen-del-valor-ganado.html>
14. OBS Business school. [Internet] Barcelona: Universitat de Barcelona. Disponible en: <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/diagramas-de-gantt/ventajas-e-inconvenientes-del-diagrama-de-gantt>.
 15. EAE Business school. Blog “Retos para ser directivo”. [Internet]. Disponible en: <http://retos-directivos.eae.es/ventajas-y-desventajas-del-cronograma-de-gantt/>
 16. Proyectos ágiles.org. [Internet]. Madrid. Disponible en: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>.
 17. Terrell, MS & Singleton, CJ (2012). EVM: un enfoque disciplinado para la gestión de proyectos. Documento presentado en el Congreso Mundial PMI[®] 2012- América del Norte, Vancouver, Columbia Británica, Canadá. Newtown Square, PA: Instituto de Gestión de Proyectos.
 18. Prospectiva constructiva [Internet]. Método de valor ganado para control de obras. Publicado el 20 de Junio de 2012. Disponible en: <http://prospectivaconstructiva.blogspot.com.es/2012/06/metodo-de-valor-ganado-para-control-de.html>
 19. Operations Research & Scheduling”. [Internet]. Mario Vanhoucke. Revisado el 4 de mayo de 2017. Disponible en: www.projectmanagement.ugent.be
 20. Capital and resource-constrained Project scheduling with net present value optimization [Artículo Internet]. Pieter Leyman, Mario Vanhoucke. Año 2015.
 21. You don't have time for Earned Value Management? Try EVM the easy way. [Artículo Internet] – Harvey Levine.
 22. Gate value Method [Artículo Internet] Martin Vaughan. Año 2009.
 23. A Scatter search heuristic for maximizing the net present value of a resource-constrained project with fixed activity cash flows [Artículo Internet]. Mario Vanhoucke. Año 2008.
 24. An alternative to EVM: The zone method [Artículo Internet]. Michael D. Taylor. Año 2008.