

01-037

DEVELOPMENT OF A COMPUTER APPLICATION FOR CONTROL AND MANAGEMENT OF PROJECTS APPLYING THE METHOD OF EARNED VALUE

Bravo Gañan, Almudena; López Rodríguez, Fernando; García Sanz Calcedo, Justo

Universidad de Extremadura

In the present work, a computer application is developed that allows a project management team to monitoring and control a project, monitoring and studying all the variables and indices that are obtained, after applying the techniques of earned value. Developed in Excel, the spreadsheet has five fundamental parts such as: a table of initial values, an automatic calculation base where changes and actions are reflected, graphs of evolution of magnitudes, tables of interpretation of results, and finally a summary table where state dates and corrective measures are established. Establishing dates of control, data of the evolution of the project are taken for each date (real cost and earned value), and in view of the variation of indexes and results, it allows to take a series of measures that can channel and return the project to a phase that can be controlled and meet objectives. The conclusion is that with few additional data to those requested by the method, it is possible to carry out the management and control of any type of project.

Keywords: *Earned value; Projec control; Project evolution*

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS APLICANDO EL MÉTODO DEL VALOR GANADO

En el presente trabajo, se desarrolla una aplicación informática que permite a un equipo de dirección de proyectos, el seguimiento y control de un proyecto, obteniendo y estudiando todas las variables e índices que se obtienen, tras la aplicación de las técnicas del valor ganado. Desarrollado en Excel, la hoja de cálculo tiene cinco partes fundamentales como son: un cuadro de valores iniciales, una base de cálculo automática donde se reflejan los cambios y las actuaciones realizadas, unas gráficas de evolución de magnitudes, unas tablas de interpretación de resultados, y finalmente un cuadro resumen donde se establecen las fechas de estado y las medidas correctoras. Estableciendo fechas de control, se toman datos de la evolución del proyecto para cada fecha (coste real y valor ganado), y a la vista de la variación de índices y resultados, permite tomar una serie de medidas que pueden encauzar y retornar el proyecto a una fase que pueda ser controlado y cumplir objetivos. La conclusión es que con pocos datos adicionales a los solicitados por el método, es posible llevar a cabo la gestión y el control de cualquier tipo de proyecto.

Palabras clave: *Valor ganado; control de proyectos; evolución del proyecto*

Correspondencia: Fernando López Rodríguez. ferlopez@unex.es



©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

El progreso de un plan para la dirección del proyecto conlleva una actividad iterativa, debido a la gran cantidad de cambios, y se va desarrollando a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esto implica ir mejorando el plan de manera continua, conforme se cuenta con información más minuciosa y específica, y con estimaciones más exactas. El equipo de dirección del proyecto, gracias a la confección de este plan de forma progresiva, define y gestiona el trabajo con un mayor nivel de detalle a medida que se desarrolla el proyecto.

Inicialmente se decía que un proyecto estaba sujeto a tres variables que debían ser controladas en todo momento, debido a que la modificación en alguna de ellas provocaría cambios en al menos otro de los dos factores, es lo que se conoce como la “triple restricción”. Estas tres variables de las que se habla son: Alcance, Tiempo y Costo.

Actualmente el Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 2017) considera que para dirigir un proyecto se deben equilibrar seis restricciones: Alcance, tiempo, costo, calidad, recursos, y riesgos.

El equipo de dirección del proyecto debe centrarse en estas restricciones ya que las propiedades específicas del proyecto y las circunstancias pueden influir sobre éstas.

Como ocurría con “la triple restricción”, la relación entre estos factores es tal que el cambio en alguno de ellos influye en al menos otro. Con objeto de entregar un proyecto exitoso, el equipo del proyecto debe ser capaz de evaluar la situación, mantener comunicación proactiva con los interesados y equilibrar las demandas.

En el presente trabajo se pone de manifiesto una técnica fundamental de seguimiento y control que ayuda al equipo de dirección de un proyecto, de manera objetiva, a evaluar y medir el desempeño y avance del mismo, integrando los cálculos del costo, cronograma y alcance del proyecto y equiparándolas con la línea base definida en el comienzo de este.

Un estudio realizado por The Stadish Group (2014), concluyó que el 53% de los proyectos fueron deficientes, el 31% fueron cancelados y solamente el 16 % tuvieron éxito, además los resultados informaban que el 51% de los proyectos habían tenido unos sobrecostos superiores al 43% , el 82% de ellos no cumplió con su objetivo temporal y el 34% no se completaron a tiempo ni se respetó el presupuesto. Está demostrado que organizaciones con dirección de proyectos más desarrolladas reducen un 50% la duración y mejoran un 10% el costo final entre otras cosas.

El Método del Valor Ganado (PMI 2011) es una herramienta para la gestión, planificación y supervisión de proyectos relacionando la programación inicial con la ejecución realizada en la fecha donde se aplique, determinando requisitos de costo y tiempo, permitiendo a la dirección del proyecto actuar en consecuencia.

El PMI (2011) sitúa el análisis del valor ganado como una de las técnicas analíticas para el monitoreo y control del trabajo del proyecto. Dichas técnicas analíticas se utilizan para predecir resultados potenciales sobre las posibles modificaciones en las variables del proyecto y sus vínculos con otras variables.

Este trabajo tiene como finalidad el desarrollo y utilización de una aplicación informática que permita gestionar un proyecto mediante el Análisis del Valor Ganado. Supervisará el rendimiento del proyecto integrando, el control del costo y tiempo, facilitando el control y seguimiento de proyectos durante la ejecución con objeto de evaluar y mejorar el desempeño.

2. Materiales y Métodos

2.1 Reseña Histórica

La metodología del análisis del valor ganado, EVM por sus siglas en inglés (Earned Value management) se inició hace ya más de un siglo.

La idea del valor ganado fue concebida por trabajadores de la industria estadounidense, originalmente utilizada para la administración de los costos en la fabricación de productos industriales comerciales.

El departamento de defensa de EE.UU. en 1967 formalizó los Criterios de los Sistemas de Control de Costo / Programa (C/SCSC) y ordenó que los contratistas de defensa debían usarlo e informar del proceso. C/SCSC fue actualizado al Sistema de Gestión del Valor Ganado (EVMS) en 1997 por Electronic Industry Association a través del estándar ANSI/EIA-748. Como el EVMS era más flexible que el C/SCSC, el departamento de defensa y las agencias federales de EE.UU. lo adoptaron. (Fleming & Koppelman 2001, Origen del Valor Ganado 2011)

Posteriormente, PMI e International Project Management Association (IPMA) lo adoptaron como estándar, lo llamaron Earned Value Management (EVM), la técnica fue incluida en el PMBOK en la edición del 2000 como uno de los métodos estándar para el control del rendimiento (Padalkar & Gopinath).

1.2 Características

A pesar de muchas décadas de práctica y atención académica, el rendimiento del proyecto sigue siendo una cuestión problemática. La evidencia empírica sugiere que los proyectos generalmente no logran el alcance solicitado, suelen llegar tarde y tienen un mal desempeño en la calidad, así como en los costos.

El PMI (2011) define la gestión del valor ganado como una metodología que integra medidas de alcance, cronograma y costos para la evaluación del desempeño y el avance de un proyecto. Combina la línea base del alcance con la línea base de costos, y a su vez con la línea base del cronograma, generando la línea base de medición del desempeño, que posibilita la evaluación y la medida del desempeño y del avance por parte del equipo del proyecto.

Podría decirse que el EVM es una técnica de la dirección de proyectos que necesita la elaboración de una línea base integrada con respecto a la cual se pueda medir el desempeño a lo largo del proyecto. Los principios del EVM se pueden aplicar a proyectos de cualquier índole y sector. El EVM establece y monitorea tres dimensiones clave PMI (2011):

Valor planificado. El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado que se ha fijado al trabajo programado. El valor planificado total para el proyecto es conocido como el presupuesto hasta la conclusión (BAC).

Valor ganado. El valor ganado (EV) es la medida del trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicha labor.

Costo real. El costo real (AC) es el costo en el que se incurre por el trabajo realizado en una tarea durante un periodo de tiempo específico.

La metodología del valor ganado obtiene información gracias a estos tres factores del proyecto y la evaluación de estas permite (Koch 2013):

- Saber si el proyecto se encuentra por encima o por debajo del presupuesto y en qué proporción.
- Saber si el proyecto está adelantado o atrasado en los plazos planificados (cronograma).

- Evalúa la situación del proyecto en términos de costo y de tiempo.
- Capacidad de obtención de tendencias favorables o desfavorables detectadas en el proyecto.
- Con los datos recogidos se realizan estimaciones basadas en distintas hipótesis.
- Posibilidad de efectuar acciones para mitigar el impacto de algunos contratiempos.
- La Dirección dispondrá de suficiente información para decidir si seguir adelante con el proyecto o cancelarlo, solicitar más fondos, o tomar otras decisiones estratégicas.

Para el cálculo del valor ganado es necesario la distribución del presupuesto en el tiempo, es decir desarrollar el presupuesto acumulado de acuerdo con el cronograma. Se aconseja un tipo de técnica según las características de los entregables y la duración de la tarea (Ambriz Avelar 2008), como se puede observar en la Tabla 3.1 que se muestra a continuación.

Tabla 1. Técnicas de medición del valor ganado

Características de los Entregables	Duración de la tarea	Técnica recomendada para la medición del valor ganado recomendada	
Tangibles	1 ó 2 periodos de medición	Fórmula fija	
	Más de 2 periodos de medición	Hitos ponderados	
		Porcentaje completado	% de duración completada
			% de trabajo completado
			% de unidades físicas completadas
% físico completado			
Intangibles	Cualquier duración	Esfuerzo proporcional Nivel de esfuerzo	

Para realizar la técnica del valor ganado en un proyecto se necesita disponer de un presupuesto desglosado en todas las actividades en las que se estructura, y distribuido en el tiempo. Para ello entra en juego la curva de la S que se crea a partir del cronograma vigente y el presupuesto inicial.

La curva de la S representa los costes planificados acumulados de un proyecto para una fecha dada, y es la suma de las siguientes contribuciones(Koch 2013):

- Todas aquellas tareas cuyo fin planificado se haya producido en la fecha anterior a la fecha de estado dada, contribuirán con todo su coste planificado al coste planificado acumulado del proyecto.
- Todas aquellas tareas cuyo inicio planificado ocurra en una fecha posterior a la fecha de estado dada, no contribuirán por ahora al coste planificado acumulado del proyecto.
- Todas aquellas tareas que se estén desarrollando en la fecha de estado dada, contribuirán con su fracción de coste planificado según el modelo de distribución aplicado.

Se definen para el EVM tres grupos de magnitudes, de los cuales, solo el primer grupo se calcula de manera directa de las mediciones realizadas mientras que los otros dos grupos son obtenidos aritméticamente de este:

- Primer grupo: Magnitudes obtenidas de manera directa, que son el Valor Planificado (**PV**), el Valor Ganado (**EV**) y el Coste Real (**AC**).
- Segundo grupo: Son las desviaciones e índices de eficiencia, medidos a partir de los valores de las magnitudes del primer grupo, que se efectúan en un momento determinado del proyecto, las fechas de control. Estas variaciones son la Variación en el cronograma (**SV**) y la Variación del Coste (**CV**) y con respecto a índices se tienen el Índice de desempeño del coste (**CPI**), del cronograma (**SPI**), del trabajo por completar (**TCPI**) y del tiempo por completar (**CSI**). Todas estas magnitudes se definen en función de las del grupo primero.

- Tercer grupo: En este tercer grupo se encuentran las predicciones o estimaciones sobre el final del proyecto, medidas extrapolando los valores de las magnitudes anteriores en un momento dado del proyecto. Lo forman la nueva estimación del coste del proyecto (**EAC**), junto con la estimación de la desviación del coste final del proyecto, y la estimación del gasto restante para la finalización del proyecto (**ETC**).

Las ventajas del EVN (Alsina 2011, Pajares & López 2011), son múltiples tales como: proporcionar una buena y más temprana visibilidad del rendimiento del proyecto mejor que otros métodos de planificación y control (Sparrow 2000), se aplica a proyectos de cualquier índole, no es costoso, ayuda a tomar decisiones, empieza a ser útil a partir de que el proyecto esté ejecutado en un 15%, Su uso y comprensión es muy fácil y es perfectamente aplicable a carteras y programas de proyectos.

El mayor inconveniente del EVM es que la desviación del cronograma SV es definida como el valor ganado EV menos el valor planificado PV y un proyecto termina cuando EV es igual PV es decir, cuando se ha realizado todo el trabajo en términos de presupuesto. Por tanto aunque el proyecto acabe retrasado, SV no valoriza ese atraso, ya que está obligado a tender a cero en los últimos momentos del proyecto por su propia definición. Lo mismo ocurre con el Índice de desempeño del cronograma (SPI), tiende al final hacia 1. Esto motivó que se introdujesen nuevos conceptos como el de la Programación Ganada (Lipke 2003).

2.3 La programación Ganada.

La programación ganada tiene un planteamiento análoga a la del Valor Ganado, aunque en vez de utilizar unidades monetarias para las mediciones desviaciones y desempeños de programación se utilizan unidades de tiempo.

La programación ganada, que denotaremos por ES, no es más que la fecha en la que el valor planificado acumulado BCWS (llamado PV en este caso) del proyecto es igual al valor ganado acumulado BCWP (en este trabajo se denota como EV) en la fecha de estado AT. Si el proyecto sigue rigurosamente el curso planificado, estas fechas coincidirán. En caso contrario no.

El valor de la programación ganada es igual al tiempo acumulado hasta el comienzo de ese incremento (e.j meses) más una fracción de este. La fracción es igual a la porción de EV que se extiende en el incremento de tiempo incompleto dividido por el total de PV planeado en ese mismo periodo de tiempo (Lipke 2014).

$$ES = n + \frac{EV(AT) - PV(n)}{PV(n+1) - PV(n)} \quad (1)$$

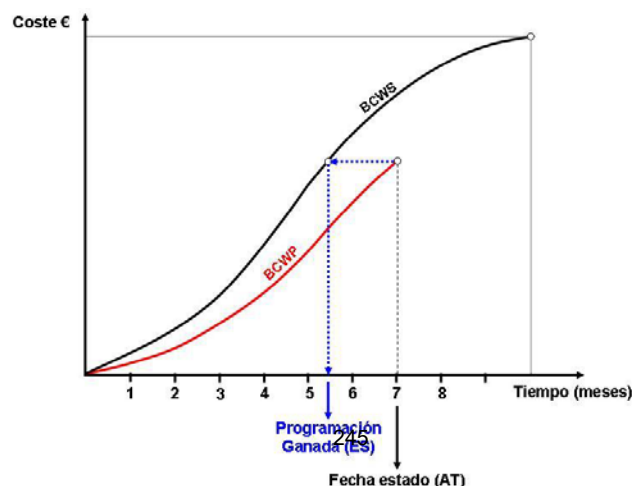
Siendo:

n= tiempo acumulado hasta el momento del incremento.

EV(AT)= valor ganado en la fecha de estado.

PV(n)= valor de PV en el tiempo acumulado hasta el incremento.

Figura 1. Concepto de programación ganada (Navarro 2006)



A través de ES obtenemos unas nuevas desviación y eficiencia en programación que sustituyan a las del EVM (Navarro 2006). Esta nueva desviación en programación en términos de tiempo SV(t) se define como la diferencia entre la programación ganada y la fecha de estado (AT) Figura1.

$$SV(t) = ES - AT \quad (2)$$

Mientras que la eficiencia en términos de tiempo es definida como el cociente entre la programación ganada y la fecha de estado (AT).

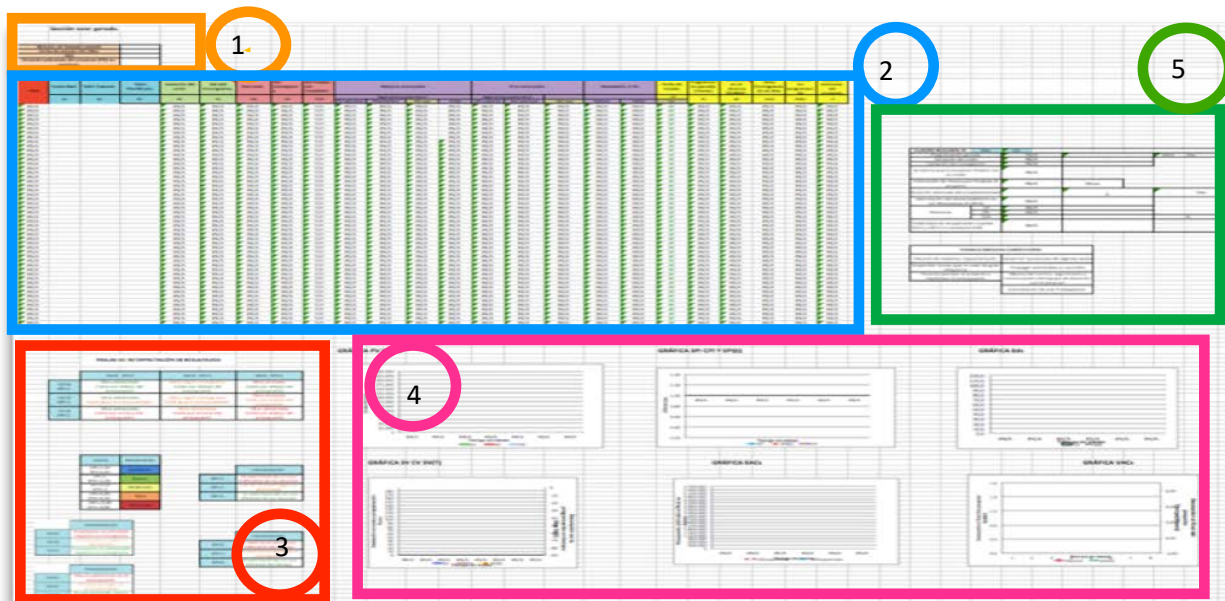
$$SP(t) = ES / AT \quad (3)$$

Surgen nuevos conceptos que pueden utilizarse para el control de proyectos tales como la **Variación de alcance (dA)**, **Duración estimada (ED)**, **Estimación de tiempo hasta la conclusión (ETC)**, o **Variación a la conclusión de tiempo (VAC(t))**.

3. RESULTADOS

La pantalla principal de la implementación en tabla EXCEL de la aplicación informática, se puede ver en la Figura 2.

Figura 2. Pantalla principal de la aplicación informática



Su definición es la siguiente:

1. Valores iniciales y fecha de estado
2. Base de cálculo automática
3. Tablas de interpretación de resultados
4. Gráficas de la evolución de las magnitudes
5. Cuadro resumen de la fecha de estado y posibles medidas correctoras.

En el Apartado nº1, es una plantilla en la que debe introducirse el número de meses planeados para el proyecto, el presupuesto hasta la conclusión del mismo (BAC), y la fecha actual en la que se quiere hacer el análisis y la duración planificada en semanas, Figura 3.

Figura 3. Valores iniciales y fecha de estado

Número de meses	
Fecha de estado (AT) Mes	
BAC	
Duración planeada del proyecto (PD) en semanas	

El Apartado nº 2 es el de la base de datos automática, Figura 4. La columna en rojo corresponde al número de meses de duración del proyecto, que se genera al introducir el primer valor de la Figura 3, Valores iniciales y fecha de estado. El resto de valores se genera automáticamente al rellenar mes a mes los valores AC, EV y PV, ya referidos anteriormente (columnas azules). Deberán aparecer:

Columnas verdes: Desviaciones.

Columnas rojas: Índices de eficiencia.

Columnas moradas: Estimaciones de las tres posibles hipótesis (pesimista, optimista y posible) Incluye VAC y ETC de programación ganada.

Columnas amarillas: Programación ganada, incluye la fecha de estado y desviaciones(t) , índices(t) valorizaciones de atraso y estimaciones de finalización.

Además cuenta con capacidad para estudiar un número ilimitado de meses. Mientras no haya números en las celdas que la fórmula de cada variable necesite evaluar, se mostrará el nombre de la variable a calcular como resultado, indicando que no es posible su cálculo por falta de datos.

En el Apartado nº 3 pueden verse las tablas de interpretación de resultados tal como se puede observar en la Tabla 2.

El Apartado nº 4, muestra las gráficas e índices, que por el momento no contienen ningún dato, y que veremos más adelante en el estudio del proyecto de ejemplo.

Finalmente, en el Apartado nº 5, se encuentra el cuadro resumen junto con posibles medidas a tomar si el cronograma va retrasado o si hay sobrecoste. Se muestra en la Figura 5.

4. Caso de aplicación

Se trata de un proyecto de 8 viviendas adosadas en una urbanización, con 26 meses de plazo de ejecución y un presupuesto planificado total de 1.120.075 €

En la Tabla 3 se muestran los valores planificados acumulados para cada mes de la obra.

A lo largo de la vida del proyecto, aunque se hizo un seguimiento mensual se escogieron varias fechas para toma de decisiones, aproximadamente cada cinco meses.

Cabe añadir que los 5 primeros meses de análisis, no arrojan mucha información fiable sobre el verdadero estado del proyecto pues este tipo de análisis debe llevarse a cabo cuando se ha realizado al menos un 15% del proyecto y conforme avance este, más fiable serán los datos obtenidos.

Inicialmente se advierte como la curva del valor ganado EV se encuentra por encima de la del valor planificado PV, esto quiere decir que el proyecto que se está analizando se encuentra adelantado en cuanto al cronograma planificado, aunque esta tendencia parece que empieza a perderse a partir del mes cinco, Figura 6.

La curva de EV también se encuentra por encima de los costes reales del proyecto AC, y por tanto, ocurre que se está gastando menos de lo presupuestado hasta el momento Figura 6.

Figura 4 Base de datos automática

FASE	Desviaciones			Índices de eficiencia			Estimaciones									PROGRAMACIÓN GANADA								
	Coste Real	Valor Ganado	Valor Planificado	variación del coste	Var.del Cronograma	Del coste	Del cronograma	Del trabajo por completar	Hasta la conclusión				A la conclusión			Desviación al fin		Fecha de estado	Programación ganada (meses)	Variación en el alcance (EUROS)	Desv. Cronograma (t) en días	Eficiencia en programación	Duración estimada del proyecto (semanas)	
	AC	EV	PV	CV	SV	CPI	SPI	TCPI	Según presupuesto inicial				Según presupuesto inicial			VACreal		AT	ES	GA	SV(t)	SPI(t)	ED	
										ETC optimista	ETC pesimista	ETC real	ETC(t)	EAC optimista	EAC pesimista	EAC real	VAC(t)	VAC(t)	0,0					
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	TCPI	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AT	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Tabla 2. Interpretación de resultados

	Interpretación
SV<0	El proyecto va retrasado respecto al cronograma
SV=0	El proyecto va según lo planificado
SV>0	El proyecto va adelantado respecto al cronograma

Figura 5. Resumen de valores y posibles medidas correctoras

CUADRO RESUMEN AT	Mes	0,0	
Programación ganada	#N/A	-	#N/A Días
Variación del coste	#N/A	-	
Variación de cronograma	#N/A	-	
Se estima que el proyecto finalice con un coste:			
Estimación de meses para finalizar el proyecto	#N/A	Meses	
Duración estimada del proyecto(meses)	-	-	Días
Valorización del atraso/adelanto en ud. Monetarias (EUROS)	#N/A	-	
Eficiencia	SPI	#N/A	
	CPI	#N/A	
	TCPI	-	%
Posibilidad de recuperación cuando SPI<1 y CP1>1 o viceversa (CSI)			
#N/A		-	

POSIBLES MEDIDAS CORRECTORAS	
Recorte de material, maquinaria,etc.	Comprimir duraciones de algunas tareas
Suspender tareas que no sean de gran relevancia	Propagar actividades en paralelo
Parar/suspender el proyecto y replantear el presupuesto	Mejora del control, seguimiento y comunicación del equipo de dirección con el personal
	Contratación de más trabajadores

**Tabla 3. Presupuesto acumulado
(Metodología de trabajo con Arquímedes)**

MESES	Valor Planificado
	PV
1	39.250 €
2	74.900 €
3	117.462 €
4	164.244 €
5	209.894 €
6	249.144 €
7	303.995 €
8	362.805 €
9	405.670 €
10	457.587 €
11	493.600 €
12	533.819 €
13	586.000 €
14	621.678 €
15	670.980 €
16	715.200 €
17	768.180 €
18	809.355 €
19	859.000 €
20	904.670 €
21	948.345 €
22	983.200 €
23	1.023.000 €
24	1.059.000 €
25	1.083.970 €
26	1.120.075 €

Figura 6. Valores de PV, EV y AC en los 8 primeros meses

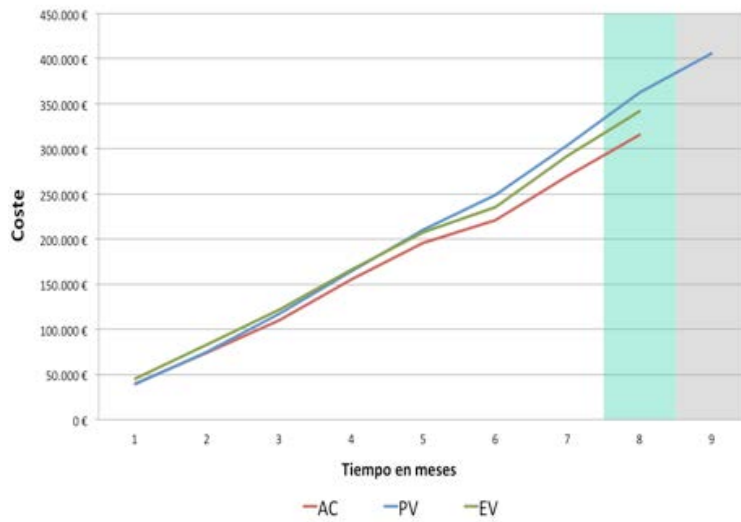
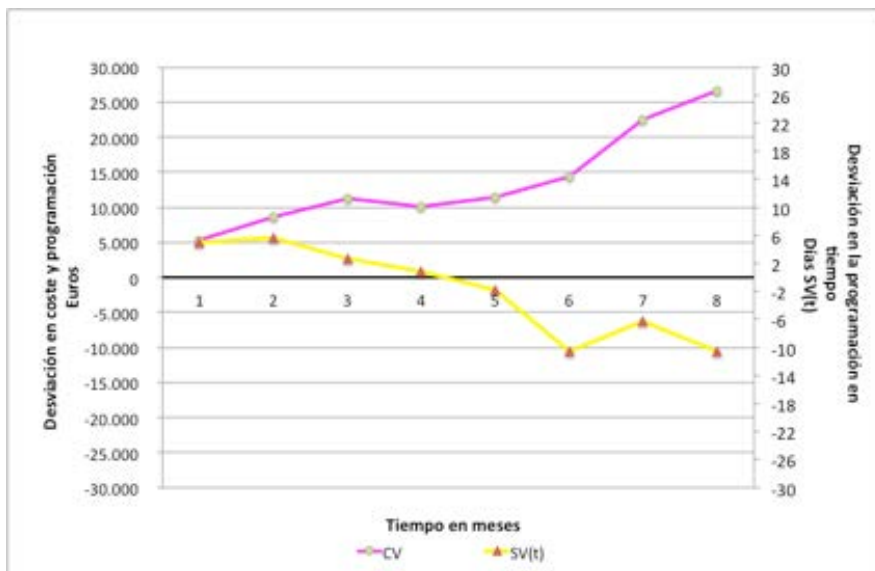


Figura 7. Valores de CV y SV(t), en los 8 primeros meses



En el octavo mes, la curva SV(t) (variación del cronograma), Figura 7, está muy por debajo de 0, esto quiere decir que el proyecto se encuentra retrasado desde mediados del quinto mes y aunque tuvo un leve atisbo de recuperación, en el octavo mes volvió a bajar y se estima que si el proyecto continúa como hasta este momento terminará con más de cuatro semanas de demora SV(t), Figura 7.

En cuanto a la desviación en coste CV, aumenta progresivamente hasta alcanzar en el mes ocho una diferencia con el presupuesto planificado de alrededor de los 26.000 €. Puede deberse al retraso en el cronograma ya que no se están realizando las tareas programadas y por tanto no se está produciendo el gasto esperado, Figura 7.

En esta situación una vez informado el equipo de dirección, del análisis en este punto de la obra opta por la contratación de más personal para aumentar el ritmo de desarrollo de la programación y solapar tareas.

Como consecuencia de las medidas anteriores, la obra se agiliza y hacia el mes 15 se puede observar que hay un adelanto en el cronograma de unos 15 días, pero esto lleva consigo que el presupuesto presente un desfase de 20.000 € sobre el presupuesto programado, Figura 8.

Observando gracias al análisis como hay un alto sobrecosto, el equipo de dirección de proyectos decide implantar una serie de medidas para la recuperación del presupuesto. Debido a que la empresa constructora lleva más proyectos a la vez se piden materiales en grandes cantidades consiguiendo una gran rebaja en su coste, a la vez que se logra una reducción de coste en la carpintería pues se deciden a contratar a una nueva empresa más barata pero de igual calidad a las siempre escogidas. Además se finaliza el contrato con los trabajadores que habían sido empleados en el octavo mes.

Al haber aplicado las medidas descritas en el apartado anterior, la ventaja que contaba el proyecto en relación con el cronograma desciende (el personal de refuerzo se pierde) hasta que en el mes decimoséptimo vuelve a atrasarse en la programación quedando demorado hacia el mes veinte en 26 días. El caso contrario le ocurre a la desviación en coste, pues experimenta una recuperación a partir del decimoquinto mes hasta situarse en el vigésimo mes en -3.360€, Figura 8.

Figura 8. Evolución de las desviaciones de coste y cronograma final

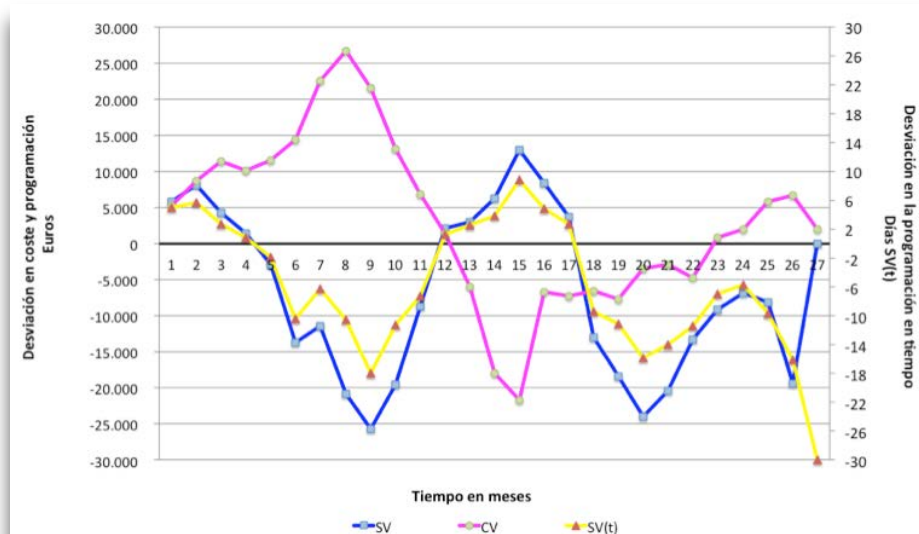


Figura 9.

Evolución de las estimaciones del presupuesto final

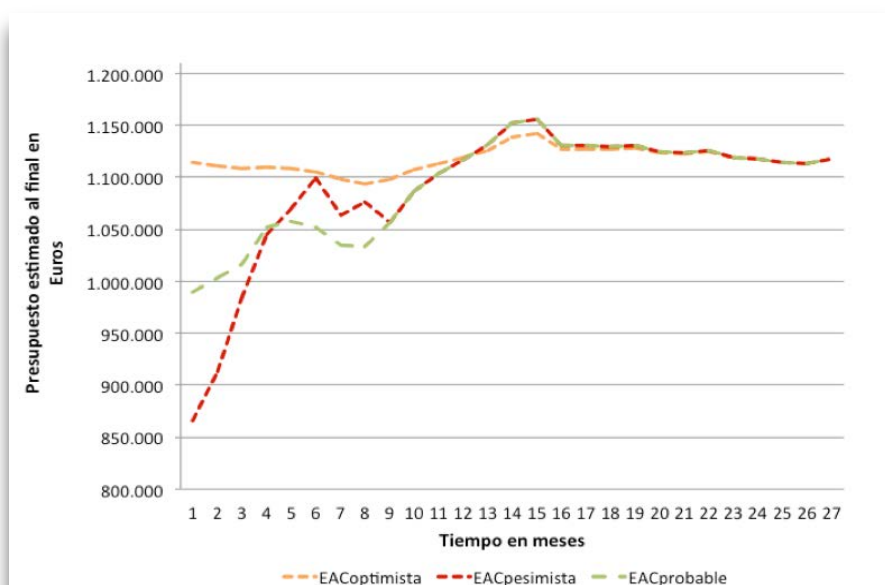


Figura 10. Resumen de los indicadores en la fecha de estado

CUADRO RESUMEN AT		Mes	27,0		
Programación ganada ES		26,00		Proyecto Retrasado	30,00 Días
Variación del coste CV		2.055,00 €		Euros por debajo del presupuesto	
Variación de cronograma SV		0,00 €		Según lo previsto	
Se estima que el proyecto finalice con un coste (EACprobable):		1.118.020,00 €			
Estimación de meses para finalizar el proyecto (ETC(t))		0,00		Meses	
Duración estimada del proyecto(meses)ED		27,00		PROYECTO FINALIZADO	- Días
Valorización del atraso en ud. Monetarias (EUROS) dA		NA		No hay retraso en programación	
Eficiencia	SPI	1,000		Según lo previsto	
	CPI	1,002		Uso eficiente de recursos	
	TCPI	0,000		Aún queda por gastar en costes un:	- %
Posibilidad de recuperación cuando SPI<1 y CPI>1 o viceversa (CSI)		-		-	

De nuevo el equipo de dirección de proyecto, tiene que tomar medidas que consistieron en cambiar el método constructivo que iba a emplearse para el tejado de las casas, que se llevó a cabo de forma diferente permitiendo así ganar más tiempo y mejorar en costes pues no hacía falta el alquiler de algunas de las maquinarias previstas.

Gracias a estas medidas tomadas en el último momento, se contiene el retraso previsto que solo es de 30 días, como expresa la curva SV(t), a pesar de que las expectativas eran mayores, agravado por el hecho de que finalmente hubo un retraso adicional en la llegada de materiales Figura 8.

Al mismo tiempo se consigue una mejora en el coste real de la obra, que fue mayor en el mes veintiseis, unos 5.000 €, pero que no obstante al final y debido al retraso, queda reducido en 2.000 € por debajo del presupuesto Figura 8 .

En la Figura 8, se puede ver las previsiones que se fueron haciendo con el presupuesto, que estuvo contenido por las medidas finales tomadas por el equipo de dirección de proyectos, mientras que en la Figura 9 se presentan los resultados finales de los indicadores del proyecto.

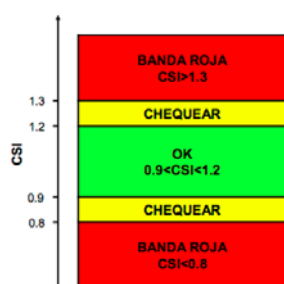
Podría decirse que el proyecto ha acabado bien, aunque tenga un retraso de un mes, y teniendo en cuenta que se planificó para veintiséis meses el retraso de un mes no es excesivo. Muy positiva es la ventaja por parte del presupuesto al término.

Queda claro que en este proyecto durante la planificación se hizo una estimación optimista del tiempo a emplear y un cronograma improductivo con un número de personas escaso, llevando al equipo de dirección a la toma de decisiones que anteriormente se han aclarado para subsanar tanto la ineficiencia del cronograma como el sobrecosto provocado por la planificación.

No obstante en todo momento se ha controlado ya que el valor de CSI (índice crítico), no entra en valores peligrosos y siempre es posible hacer que el proyecto retorne al camino planificado.

$$\text{CSI} = \text{CPI} * \text{SPI} = 0,93 \text{ (en nuestro ejemplo, 8º mes)} \quad (4)$$

Figura 10. Interpretación del CSI



La Figura 10 muestra los valores del CSI. Si se encuentra entre 0,9 y 1,2 el proyecto en general se está desarrollando de forma correcta. Si está entre 1,3 y 1,2 o entre 0,8 y 0,9 entonces habría posibilidades de recuperación pero con urgentes medidas correctoras. Y si está más allá de 0,8 o 1,3 entonces la posibilidad de recuperación de este son casi nulas. En nuestro caso el peor valor ha sido el que se alcanzó en el 8º mes, de 0,93 pero que se encuentra dentro de los valores tolerables, como así ha ocurrido.

5. Conclusiones

El estudio que aquí se ha presentado busca demostrar, a partir de la aplicación informática en Excel creada, la utilidad de la metodología del análisis del valor ganado en la dirección y gestión de proyectos, dando una visión global de este análisis y continuando con su aplicación.

El análisis de un proyecto por el método del valor ganado es una técnica que cada vez se utiliza más siendo fiable desde el punto de vista matemático, ya que aporta valores representativos del estado del proyecto. Permite evaluar la situación y actuar en consecuencia antes de que sea demasiado tarde, y además el uso de algunos de los índices hace posible conocer dónde y cómo se están produciendo desviaciones en lo planificado y de qué manera encauzar el proyecto.

Cabe destacar ciertas anomalías que presenta este método en la gestión del cronograma en la fase final, ya que no se conoce exactamente cuándo comienza a dejar de ser fiable pero gracias a la aportación de otros autores, permitió mejorar el método del valor ganado con la incorporación de la programación ganada en el análisis, solucionando los problemas en las anomalías de los indicadores del cronograma en las fases finales.

En el presente trabajo se ha visto como con solo tres variables se puede obtener una gran información sobre el estado del proyecto en el presente y en el futuro, permitiendo su control y mejoría en caso de ser necesario.

Agradecimientos: los autores desean agradecer a la Junta de Extremadura y al Fondo Social Europeo (FEDER) por el apoyo de este trabajo de investigación. Este estudio se ha llevado a cabo con Proyectos de Investigación a través de los Grupos GR-18029 y GR-

18081 vinculados al VI Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Junta de Extremadura 2017-2020.

Bibliografía

- Alsina, J. Gestión de Valor Ganado “EVM” para el Control de Proyectos. *Projecy Charter* S.A. 2011.
- Ambriz Avelar, R. “La gestión del valor ganado y su aplicación: Managing earned value and its application.” Paper presented at PMI® Global Congress 2008—Latin America, São Paulo, Brazil. Newtown Square, PA: Project Management Institute. 2008.
- Bernal Villanueva, J. PMP, PMI-SP, PMI-RMP. Project Management Institute. <https://issuu.com/memorias_conferencias_aciem/docs/memorias_conf_13_may_2014>
- Fleming, Q. W. & Koppelman, J. M. (2001). Earned value for the masses: a practical approach. *PM Network*, 15(7), 28–32.
- Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 6ª edición. Project Management Institute, 2017.
- IPMA. International Project Management Association. <https://www.ipma.world>
- Koch, L. “Algunos aspectos sobre el método EVM”, Escuela de Organización Industrial <<http://www.eoi.es/blogs/meerron/2013/06/10/algunos-aspectos-sobre-metodo-evmgestion-del-valor-ganado/>>.
- Lipke, W. (2003). Schedule is Different. *The Measurable News*, March, pp. 10-15.
- Lipke, W. “Introduction to Earned Schedule”, *PM World Journal*, Noviembre 2014. 1-2
- Metodología de trabajo con Arquímedes en la gestión de la construcción. <http://www.cype.net/manuales/arquimedes/Cype_arquim_c3_4_proceso_control_obra.pdf>
- Navarro, D., “Seguimiento de Proyectos con el Análisis del Valor Ganado” (2006), Web Paper: http://www.armell.com/docs/avg_v1b.pdf.
- Origen del Valor Ganado, <http://proyectosyaplicaciones.blogspot.com.es/2011/08/origen-del-valor-ganado.html>>.2008.
- Padalkar, M. , Gopinath, S. , “Earned value analysis in Project management: Survey and research potencial” *Quantitative Methods & Operations Management Indian Institute of Kozhikode, Kerala, India.*
- Pajares, J. , López, A. Limitaciones y mejoras de la metodología del valor ganado en la gestión integrada del plazo y coste de proyectos. 12th International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management.CIO 2007. 2008.
- PMI. Project Management Institute. Practice Standard for Earned Value Management. Second Edition. 2011.
- PMI. Project Management Institute. <https://www.pmi.org>
- Sparrow, H. EVM = EVM: Earned Value Management results in early visibility and management opportunities. Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, Houston, TX. Newtown Square, PA: Project Management Institute. 2000.
- Stadish Group. Informe CHAOS. 2014.