

Propuesta metodológica para el cálculo de proyecciones y desviaciones de costos dentro de
procesos de control en proyectos de construcción

Julián Camilo Moncaleano Vega y Álvaro Camilo Andrés Peñaloza Ramírez

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción

Bucaramanga

2022

Propuesta metodológica para el cálculo de proyecciones y desviaciones de costos dentro de
procesos de control en proyectos de construcción

Julián Camilo Moncaleano Vega y Álvaro Camilo Andrés Peñaloza Ramírez

Proyecto de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción

Director

Guillermo Mejía Aguilar

PhD en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción

Bucaramanga

2022

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo General	11
1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Alcance	12
3. Marco Teórico.....	13
3.1 Presupuesto Final Aprobado (PFA)	13
3.2 Valor Ganado (VG).....	14
3.3 Costo Real Ejecutado (CRE)	14
3.4 Indicadores de Desempeño Actual (IDA).....	14
3.4.1 Variación Actual de Costos (VAC)	15
3.4.2 Índice de Desempeño Actual de Costos (IDAC)	15
3.4.3 Porcentaje de Variación Actual de Costos (% VAC)	15
3.5 Proyecciones de Costo en la Culminación (PCC).....	16
3.5.1 Costo del Trabajo Restante (CTR).....	16
3.5.2 Proyección Final de Costos (PFC).....	17
3.5.3 Variación Proyectada de Costos (VPC).....	17
3.5.4 Índice de Desempeño del Costo Proyectado (IDCP).....	17
3.5.5 Porcentaje de Variación de los Costos Proyectados (% VCP)	18
3.6 Proyección de Costos basada en Desempeño Real (PDCR).....	18
4. Propuesta metodológica	20

4.1 Determinación del Presupuesto Final Aprobado (PFA)	21
4.2 Obtención del Costo Real Ejecutado (CRE)	21
4.3 Estimación del Valor Ganado (VG)	22
4.4 Cálculo de Indicadores de Desempeño Actual (IDA)	23
4.5 Cálculo de Proyecciones de Costos en la Culminación (PCC)	24
4.6 Análisis de Resultados	25
5. Caso de aplicación	26
5.1 Determinación del Presupuesto Final Aprobado (PFA)	26
5.2 Obtención del Costo Real Ejecutado	27
5.3 Estimación del Valor Ganado	29
5.4 Cálculo de Indicadores de Desempeño Actual (IDA)	29
5.4.1 Variación Actual de Costos (VAC)	29
5.4.2 Índice de Desempeño Actual de Costos (IDAC)	30
5.4.3 Porcentaje de Variación	30
5.5 Cálculo de Proyecciones de Costos en la Culminación (PCC)	31
5.5.1 Costo del Trabajo Restante	31
5.5.2 Proyección Final de Costos	32
5.5.3 Variación Proyectada de Costos (VPC)	33
5.5.4 Índice de Desempeño del Costo Proyectado	33
5.5.5 Porcentaje de Variación de los Costos Proyectados	34
5.6 Análisis de Resultados	34
6. Conclusiones y Comentarios finales	36
Referencias Bibliográficas	38
Apéndices	39

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Flujo de trabajo propuesto para la elaboración de informe de control de costos.	20
Figura 2. PFA vs PFC vs PDCR	35
Figura 3. CRE+CTR vs PFA	36

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. APU Muro en ladrillo prensado a la vista.....	26
Tabla 2. Salidas de almacén.....	28

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Estimación en la Culminación (EAC).....	39

Resumen

Título: Propuesta metodológica para el cálculo de proyecciones y desviaciones de costos dentro de procesos de control en proyectos de construcción*

Autores: Julián Camilo Moncaleano Vega y Álvaro Camilo Andrés Peñaloza Ramírez**

Palabras Clave: Valor ganado, Control de costos, Estimaciones de costos, Proyectos de construcción, Presupuestos.

Descripción

Este documento presenta una propuesta para llevar a cabo un control de los costos de la ejecución de proyectos de construcción a través de la estimación de proyecciones de costo a la culminación del proyecto y de sus desviaciones con respecto al presupuesto aprobado de la línea base. La propuesta aquí presentada utiliza la teoría y los conceptos de la gestión del valor ganado y se basa en la Práctica Recomendada 80R-13 “Estimate at completion (EAC)” de la Asociación para el Avance de la Ingeniería de Costos (AACE), la cual fue traducida y adaptada para su aplicabilidad al contexto nacional. Esta propuesta se encuentra en etapa de validación para su implementación dentro de los procesos de una de las empresas constructoras más grandes del país.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción Director: Guillermo Mejía Aguilar PhD en Ingeniería Civil

Abstract

Title: Methodological proposal for the calculation of projections and deviations of costs within control processes in construction projects*

Authors: Julián Camilo Moncaleano Vega y Álvaro Camilo Andrés Peñaloza Ramírez**

Keywords: Earned value, Cost control, Cost estimation, Construction projects, budgets.

Description

This document presents a proposal for carry out a control of the costs of the execution of construction projects through estimations of costs at completion of the project and its deviations from de approved base line budget. The proposal presented here uses the theory and concepts of Earned Value Management and is based on the Recommended Practice 80R-13 “Estimate at compeltion (EAC)” of the Association for the Advance of Cost Engineering (AACE), which was translated and adapted for its applicability to the national context. This proposal is in a validation stage for its implementation within the processes of one of the largest construction companies of the country.

* Project of grade

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción Director: Guillermo Mejía Aguilar PhD en Ingeniería Civil

Introducción

El proceso de control de costos es vital en todo proyecto de construcción, puesto que su finalidad no es otra más que evaluar la realidad de su desempeño en función de sus costos, la cual se realiza mediante la comparación de los resultados obtenidos a la fecha con respecto a la planeación base de este. Esta evaluación de desempeño involucra el cálculo de magnitudes, indicadores y proyecciones que le brinden a los directores de proyectos y a la gerencia de la compañía, la evidencia e información necesaria para tomar a tiempo las decisiones que consideren pertinentes con el fin de asegurar el éxito de los proyectos.

De lo anterior, se puede deducir la importancia de contar con un adecuado control de costos para los proyectos de cualquier organización, por lo cual, este documento tiene como propósito desarrollar una propuesta metodológica para la elaboración de proyecciones de costos en proyectos de construcción y el cálculo de sus desviaciones en comparación con la línea base del alcance aprobado, los cuales serán insumos claves para cualquier informe de control de costos. Para la presente propuesta metodológica se tendrá en cuenta la Práctica Recomendada 80R-13 “*Estimate at Completion (EAC)*” de la Asociación para el Avance de la ingeniería de costos AACE Internacional, dentro del contexto de la metodología de Gestión del Valor Ganado.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Estructurar una propuesta metodológica para calcular proyecciones y desviaciones de costos dentro de procesos de control en proyectos de construcción, a partir de la teoría de gestión del valor ganado y de la Práctica Recomendada 80R-13 de la Asociación para el Avance de la Ingeniería de Costos (AACE).

1.2 Objetivos Específicos

Traducir y adaptar el documento “*Recommended Practice 80R-13 Estimate at Completion* (EAC)”

Definir cada uno de los términos utilizados para la aplicación de la práctica derivados de la implementación de la gestión del valor ganado

Elaborar una propuesta metodológica, que indique paso a paso, lo sugerido por la práctica recomendada, propiciando en entendimiento y la aplicabilidad dentro de la industria nacional.

Desarrollar y presentar un caso de aplicación sencillo que exponga la metodología planteada

2. Alcance

Para la propuesta metodológica se evaluó el proceso de control de costos de una de las constructoras del sector inmobiliario más grandes del país, dónde se hizo un levantamiento del proceso actual dentro de la organización en el cual se evidenció lo siguiente:

1. No hay una estandarización en los procesos de medición de avance físico del proyecto, lo que implica la ausencia de algunos insumos requeridos para la aplicación de metodología de gestión del valor ganado, para la realización de los procesos de control de costos.
2. No existe una asociación entre las actividades del cronograma y las actividades del presupuesto, por lo cual nos es viable la estructuración de una Curva S con información de costos y tiempos integrada.

Teniendo en cuenta lo anterior, si bien la práctica recomendada promueve utilizar indicadores de desempeño de cronograma y definir el tipo de proyecciones de costo independientes en función del avance del proyecto con respecto a la curva S, no es viable aplicar estos componentes dentro de la propuesta metodológica puesto que dentro de la organización no se cuentan los insumos necesarios para llegar hasta ese nivel.

En conclusión, esta propuesta metodológica únicamente tomará el componente de costo como indicador de desempeño aplicable para la evaluación de las proyecciones realizadas, y no utiliza el avance del proyecto como un factor incidente dentro de la proyección de costo.

3. Marco Teórico

Dentro del marco teórico es clave definir los principales conceptos que serán utilizados a lo largo del documento y estipular sus respectivas siglas abreviadas, que también serán utilizadas recurrentemente. Todos los conceptos presentados se basan en la teoría de Gestión del Valor Ganado, los cuales fueron adaptados en sus nombres y traducciones al español. En la bibliografía del documento se pueden constatar los documentos base donde se puede encontrar toda la información correspondiente y profundizar en cada uno de los conceptos presentados.

3.1 Presupuesto Final Aprobado (PFA)

El Presupuesto Final Aprobado (PFA) corresponde al costo presupuestado para ejecutar una actividad. Este valor debe ser calculado con un alto nivel de detalle con el fin de obtener un control de costos aterrizado a la realidad del proyecto. Este presupuesto normalmente es estimado a partir de Análisis de Precios Unitarios (APU's) y de cantidades de obra con un bajo nivel de incertidumbre. De modo que el valor de una actividad cualquiera de un proyecto se podría calcular multiplicando el valor unitario por la cantidad de obra.

$$PFA = Valor\ Unitario * Cantidad\ presupuestada \quad (Ecuación\ 1)$$

3.2 Valor Ganado (VG)

El Valor Ganado (VG) corresponde al costo acumulado del trabajo ejecutado de una actividad, valuado con los costos inicialmente presupuestados en la línea base. Es decir, este valor corresponde a el valor presupuestado de ejecutar la actividad para la cantidad realmente ejecutada. Se puede calcular multiplicando el avance porcentual de determinada actividad por el costo presupuestado para ejecutarla en su totalidad.

$$VG = \% \text{ avance} * PFA \quad \text{(Ecuación 2)}$$

3.3 Costo Real Ejecutado (CRE)

El Costo Real Ejecutado (CRE) corresponde a la suma de todos los costos reales incurridos para la ejecución de una actividad, independientemente de cuánto se haya presupuestado para ejecutarla.

$$CRE = \sum \$ \text{ Materiales} + \sum \$ \text{ Contratos} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

3.4 Indicadores de Desempeño Actual (IDA)

Los Indicadores de Desempeño Actual (IDA) son magnitudes que, como su nombre lo sugiere, permiten conocer y evaluar el estado financiero real derivado de la ejecución hasta la fecha de determinada actividad de un proyecto. Estas magnitudes se basan en la comparación entre el valor ganado y el costo real ejecutado y en esta propuesta se definen tres de ellas:

3.4.1 Variación Actual de Costos (VAC)

La Variación Actual de Costos (VAC) corresponde a la magnitud de los sobrecostos o ahorros totales incurridos hasta la fecha para la ejecución de una actividad. Se calcula como la diferencia entre el Valor Ganado (VG) y el Costo Real Ejecutado (CRE).

$$VAC = VG - CRE$$

$$VAC > 0 \rightarrow \text{Ahorros acumulados a la fecha.} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$VAC < 0 \rightarrow \text{Sobrecostos acumulados a la fecha.}$$

3.4.2 Índice de Desempeño Actual de Costos (IDAC)

El Índice de Desempeño Actual de Costos (IDAC) corresponde al indicador que refleja la magnitud porcentual del rendimiento del dinero invertido hasta la fecha para la ejecución de una actividad. Se calcula como la relación entre el Valor Ganado (VG) y el Costo Real Ejecutado (CRE).

$$IDAC = \frac{VG}{CRE}$$

$$IDAC > 1 \rightarrow \text{Ahorro} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$IDAC < 1 \rightarrow \text{Sobrecostos}$$

3.4.3 Porcentaje de Variación Actual de Costos (% VAC)

El Porcentaje de Variación Actual de Costos (% VAC), corresponde a la desviación porcentual de los costos incurridos para ejecutar una actividad con respecto su valor presupuestado y se puede calcular de la siguiente manera:

$$\% VAC = \left(\frac{VG - CRE}{VG} \right) * 100$$

$\% VAC > 0 \rightarrow$ % de ahorros acumulados a la fecha (Ecuación 6)

$\% VAC < 0 \rightarrow$ % de sobrecostos acumulados a la fecha

3.5 Proyecciones de Costo en la Culminación (PCC)

Por otra parte, las Proyecciones de Costos en la Culminación (PCC) son magnitudes que se basan en el desempeño financiero actual de una actividad para predecir los resultados de desempeño futuro. Esto permite proyectar la magnitud de los costos finales en los que se incurrirá para completar el alcance de una actividad y prevenir a la gerencia con respecto a la previsión de costos que se debe contemplar para la culminación de la actividad en cuestión y en caso de ser requerido evaluar alternativas que modifiquen el alcance o la forma de ejecución de la actividad con el fin de asegurar el costo de esta.

3.5.1 Costo del Trabajo Restante (CTR)

El Costos del Trabajo Restante (CTR) corresponde al costo estimado del trabajo restante para ejecutar la totalidad del alcance de una actividad. Es decir, es el valor que se espera que costará terminar la actividad en un 100%. Este costo se puede calcular como la diferencia entre el Presupuesto Final Aprobado y el Valor Ganado, agregándole un factor de ajuste que corresponderá cualquier mayor o menor costo que se pueda prever durante la ejecución del trabajo restante.

$$CTR = PFA - VG + \text{Mayor costo previsto} - \text{Menor costo previsto} \quad (\text{Ecuación 7})$$

3.5.2 Proyección Final de Costos (PFC)

La Proyección Final de Costo (PFC) corresponde al costo final que se espera para una actividad. Este costo puede ir cambiando a lo largo de la ejecución de la actividad. Cuando a actividad no ha iniciado el PFC debe ser igual al PFA, sin embargo, a medida que se vaya desarrollando, la proyección de costo podrá ir cambiando en función del desempeño en la ejecución de la actividad. Este costo se puede calcular adicionando el Costo del Trabajo Restante (CTR) al Costo Real Ejecutado (CRE).

$$PFC = CRE + CTR \quad (\text{Ecuación 8})$$

3.5.3 Variación Proyectada de Costos (VPC)

La Variación Proyectada de Costo (VPC) es la diferencia entre entra el Presupuesto Final Aprobado (PFA) y la Proyección Final de Costo (PFC). Es decir, que la VPC se podría traducir como la magnitud de los sobrecostos o ahorros proyectados para determinada actividad.

$$VPC = PFA - PFC$$

$$VPC > 0 \rightarrow \text{Proyección de ahorros} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$VPC < 0 \rightarrow \text{Proyección de sobrecostos}$$

3.5.4 Índice de Desempeño del Costo Proyectado (IDCP)

El Índice de Desempeño del Costo Proyectado (IDCP) es la relación entre la Proyección Final de Costo y el Presupuesto Final Aprobado, de modo es que un indicador que representa porcentualmente los sobrecostos o ahorros proyectados para determinada actividad.

$$IDC = PFA/PFC$$

$$IDC > 1 \rightarrow \text{Ahorros proyectados} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$IDC < 1 \rightarrow \text{Sobrecostos proyectados}$$

3.5.5 Porcentaje de Variación de los Costos Proyectados (% VCP)

El Porcentaje de Variación de los Costos Proyectados (% VCP) corresponde a la desviación porcentual de los costos proyectados para ejecutar una actividad con respecto su valor presupuestado y se puede calcular de la siguiente manera:

$$\% VCP = \left(\frac{PFA - PFC}{PFA} \right) * 100$$

$$\% VCP > 0 \rightarrow \% \text{ de ahorros proyectados} \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$\% VCP < 0 \rightarrow \% \text{ de sobrecostos proyectados}$$

3.6 Proyección de Costos basada en Desempeño Real (PDCR)

Las proyecciones de costo previamente calculadas tienen intrínsecas cierto nivel de incertidumbre. Es por eso por lo cual se hace necesario realizar un proceso de validación o comparación que permita corroborar cierto margen de exactitud del resultado de proyección obtenido. Para este proceso, se puede calcular una Proyección de Costo basada en el Desempeño

Real con la cual se proyecta con una regla de tres simple el costo final de una actividad en función del porcentaje de avance de la actividad.

$$PDCR = \frac{PFA}{IDAC} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Esta ecuación se puede simplificar de la siguiente manera:

$$PDCR = \frac{PFA}{VG/CRE}$$

$$PDCR = \frac{PFA}{(\% \text{ avance} * PFA)/CRE} \quad (\text{Ecuación 13})$$

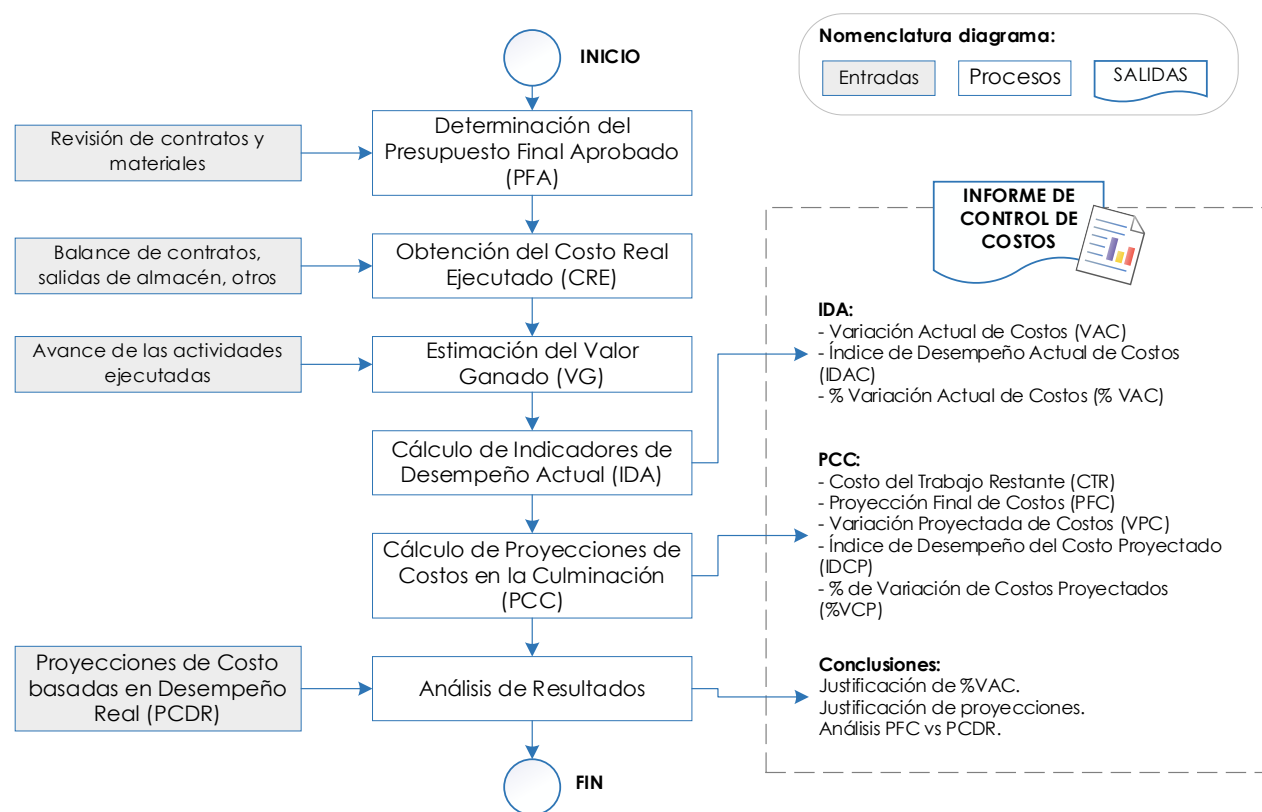
$$PDCR = \frac{CRE}{\% \text{ avance}}$$

4. Propuesta metodológica

La Figura 1 ilustra el flujo de trabajo propuesto para la elaboración de un informe de control de costos en función del cálculo de las proyecciones de costos correspondientes.

Figura 1.

Flujo de trabajo propuesto para la elaboración de informe de control de costos.



A continuación, se explicará cada uno de los procedimientos enunciados.

4.1 Determinación del Presupuesto Final Aprobado (PFA)

La determinación del PFA es clave el control de costos, puesto que será la línea base de costo contra la cual se comparará el resultado obtenido del ejercicio. El PFA surge de una revisión de un presupuesto inicial, de carácter preliminar o Versión 0, el cual debe ser revisado por el director de proyecto y el contralor con el fin de evaluar y corregir los contratos necesarios para la ejecución del proyecto, las cantidades de obra (estándares) y modificar los precios que se encuentren desactualizados con respecto a la oferta vigente en el mercado. Una vez realizada la revisión, las observaciones deben ser remitidas al grupo estructurador del Centro de Planeación y Costos, con el fin de concertar las diferencias y generar el PFA del proyecto.

Entradas:

Balance de contratos, cantidades de obra y costos de insumos.

Áreas responsables:

Dirección de obra, Contraloría, Centro de Planeación y Costos.

4.2 Obtención del Costo Real Ejecutado (CRE)

Una vez se tenga definido y aprobado el PFA y se encuentre en ejecución el proyecto, se debe determinar la periodicidad con la cual se va a hacer el respectivo control de costos del proyecto, que usualmente es una vez al mes. Una vez se aproxime la fecha de entrega del Informe de Control de Costos, será necesario estipular un día de corte para el cálculo de los gastos incurridos hasta la fecha. En ese punto se debe hacer una recolección de todos los costos en los cuales la organización ha incurrido para el desarrollo de cada una de las actividades del proyecto.

Los gastos en los que incurre la organización para el desarrollo de sus actividades se resumen en materiales y en contratos. Para calcular el costo de los materiales, se debe contar con cada una de las salidas de almacén debidamente direccionadas a la respectiva cuenta para la cual se haya utilizado el material, es fundamental garantizar el correcto direccionamiento de cada una de las salidas de almacén, de lo contrario, se distorsionarán los costos de cada actividad. Por otra parte, para los contratos, los cuales también deben estar direccionados, se debe contar con la respectiva información de los pagos a los contratistas realizados en cada uno de los cortes de obra.

Finalmente, se debe sumar el costo de los materiales de cada actividad, con el valor pagado a los contratistas para la ejecución de estas. El resultado será el CRE.

Entradas:

Salidas de almacén, balance de contratos.

Áreas responsables:

Dirección de obra, Fábrica de Contratos, Contraloría.

4.3 Estimación del Valor Ganado (VG)

Con base en la Ecuación 2 se tiene que: $VG = \% avance * PFA$, que, a pesar de ser una ecuación bastante simple, la recolección de la información para estimar el porcentaje de avance de una actividad puede ser una labor dispendiosa.

Para cada una de las actividades que se hayan ejecutado en el periodo de corte se debe recolectar la información sobre la cantidad ejecutada y se debe dividir sobre la cantidad total de la actividad. De modo que:

$$\% Avance = Cantidad\ ejecutada / Cantidad\ total\ presupuestada \quad (Ecuación\ 14)$$

Una vez calculado el % de avance, se debe multiplicar dicho valor por el PFA correspondiente para cada una de las actividades, y el producto de dicha operación será el Valor Ganado.

Áreas responsables:

Dirección de obra, Contraloría.

4.4 Cálculo de Indicadores de Desempeño Actual (IDA)

Con el objetivo de conocer el estado actual de desempeño del proyecto es necesario calcular los indicadores de desempeño actual que fueron explicados previamente en el inciso 2.4.

Inicialmente se debe calcular la Variación Actual de Costos (VAC) para cada una de las actividades del proyecto, que será la magnitud de ahorro o sobrecosto para cada una de ellas. La sumatoria total de VAC's de todas las actividades será el VAC del proyecto.

Posteriormente, es importante conocer el Índice de Desempeño Actual de Costos (IDAC) el cual proveerá el rendimiento del dinero que se está teniendo para cada una de las actividades. Para conocer el IDAC se procede a dividir la suma del Valor Ganado de cada una de las actividades, entre la sumatoria del Costo Real Ejecutado de cada una de ellas.

Finalmente, para conocer el Porcentaje de Variación Actual de Costos (% VAC) se procede a aplicar la Ecuación 6 para cada una de las actividades. Para conocer el % VAC del proyecto, se utiliza la misma ecuación, pero utilizando el VG y el CRE globales del proyecto.

4.5 Cálculo de Proyecciones de Costos en la Culminación (PCC)

Una vez teniendo el estado actual del proyecto con sus respectivos indicadores, se hace necesario proyectar el estado final de este y de cada una de las actividades que lo componen. Esto con la finalidad de poder predecir los costos finales en los que incurrirá la ejecución del proyecto y poder tomar decisiones a tiempo que puedan llegar incluso a modificar el alcance de este con tal de salvaguardar los intereses de la gerencia. Para eso se debe calcular las cinco Proyecciones de Costo en la Culminación.

Se debe iniciar con el cálculo del CTR, el cual consta de dos etapas. La primera, donde al PFA se le resta el Valor Ganado (Ecuación 7 sin realizar los ajustes de menor y mayor costo) y se obtiene un CTR sin ajustar. Posteriormente, el valor obtenido, se debe socializar con el director del proyecto para validar si el Costo Restante del Trabajo por Ejecutar obtenido para cada una de las actividades se encuentra subestimado o sobrestimado y estimar las magnitudes de los ajustes que correspondan y adicionárselos (con su respectivo signo) al primer CTR para obtener finalmente el CTR ajustado. El CTR ajustado del proyecto corresponderá a la suma del CTR ajustado de cada una de las actividades que lo componen.

Teniendo el CTR ajustado para cada actividad se procede a adicionarle el CRE correspondiente y se obtendrá la Proyección Final de Costo (PFC) respectiva. Valor que corresponde a la magnitud financiera esperada para la ejecución de la totalidad del alcance de la actividad.

Una vez teniendo la proyección final de costos de las actividades y del proyecto es importante calcular las variaciones con respecto al Presupuesto Final Aprobado (PFA) de magnitud y porcentualmente, así como el rendimiento proyectado del dinero para cada una de las

actividades, para lo cual se utilizan las ecuaciones 9, 10 y 11 para calcular la Variación de Costos Proyectada (VCP), el Índice de Desempeño del Costo Proyectado (IDCP) y el Porcentaje de Variación de los Costos Proyectados (% VCP) respectivamente.

4.6 Análisis de Resultados

Finalmente, con los resultados obtenidos es de vital importancia hacer un análisis y validación para lo cual se debe calcular una predicción independiente como lo es la Proyección de Costos basada en Desempeño Real, la cual utiliza como único insumo el desempeño actual para proyectar el costo final de cada una de las actividades (igualmente aplicable al proyecto global). Al dividir el Costo Real Ejecutado (CRE) en el porcentaje de avance de la actividad, se obtiene una proyección basada en un comportamiento estrictamente lineal donde se asume que el desempeño futuro para la ejecución del alcance restante de la actividad será el mismo al incurrido en la ejecución hasta la fecha.

Es muy importante comparar la PFC con la PDCR puesto que no debería existir una variación muy grande entre la una y la otra. Y en caso de existir, serán el contralor y el director del proyecto los encargados de justificar la variación obtenida al comparar la una con la otra. Dentro del análisis de resultados se debe argumentar cada uno de los indicadores de desempeño actual, principalmente los que representen una mayor desviación con respecto al PFA. Asimismo, evaluar los resultados obtenidos de las proyecciones, así como su comparación con la PDCR analizando las variaciones significativas que se presenten. Y así como se deben presentar justificaciones, el fin de este informe es que se tengan las bases para generar propuestas de

mejoramiento en función de los resultados obtenidos y que se encuentren alineados con los objetivos del proyecto.

5. Caso de aplicación

Para el caso de aplicación se analizó la siguiente actividad, que hace parte del desarrollo de una de las obras en proceso:

Actividad: Muro en ladrillo a la vista

Unidad: m²

Cantidad: 840 m²

5.1 Determinación del Presupuesto Final Aprobado (PFA)

Análisis de Precios Unitarios:

Para la estimación del costo de la actividad se hace un análisis de precios unitarios en el cual se desglosan las cantidades para ejecutar una cantidad unitaria de muro para posteriormente multiplicar este valor unitario por la cantidad total a ejecutar y así obtener el valor final de la actividad.

Tabla 1.

APU Muro en ladrillo prensado a la vista

APU - Muro en ladrillo prensado a la vista - UN: m ²					
Tipo insumo	Descripción	Unidad	Cantidad	Vlr Unitario	Subtotal
Material	Ladrillo prensado 24.5x6x12	un	53.84	\$1,400	\$75,376.00
Material	Cemento Gris x 50 Kg	bt	0.295	\$23,500	\$6,932.50
Material	Arena	m ³	0.036	\$42,000	\$1,512.00
Contrato	M.O Muro ladrillo a la vista	m ²	1.00	\$16,000	\$16,000.00
				Vlr Unitario	\$ 99,820.50

Presupuesto Final Aprobado (PFA):

$$PFA = APU * Cantidad$$

$$PFA = 99,820.50 \left[\frac{\$}{m^2} \right] * 840 [m^2]$$

$$PFA = \$ 83,849,220.00$$

Fecha inicio actividad: 15/03/22

Después de un mes de ejecución se determina la primera fecha de corte para el día 15/04/22, para el cual se tiene que la cantidad ejecutada en el periodo de corte es de 600 m².

5.2 Obtención del Costo Real Ejecutado

A partir de la información anterior se debe estimar los gastos incurridos a la fecha para la ejecución de la actividad, los cuales se dividen en los costos de los contratos en este caso de mano de obra y los costos de los materiales derivados de las salidas de almacén.

El costo de los contratos estaba pactado con el contratista por lo cual se calcula a partir de la multiplicación del valor unitario contratado por la cantidad ejecutada.

Corte contratista:

$$\text{\$ Contratos} = \text{Valor unitario contratado} * \text{Cantidad ejecutada}$$

$$\text{\$ Contratos} = 16,000.00 [\text{\$/m}^2] * 600 [\text{m}^2]$$

$$\text{\$ Contratos} = \text{\$ 9,600,000.00}$$

Para el costo de los materiales es importante resaltar que se debe tener en cuenta el valor real por el cual se adquirió cada uno de los materiales, el cual puede variar con respecto al valor presupuestado en el PFA.

Salidas de almacén:

Tabla 2.

Salidas de almacén.

Salidas de almacén direccionadas a la actividad				
Descripción	Unidad	Cantidad	Vlr Unitario	Subtotal
Ladrillo prensado 24.5x6x12	un	35000.00	\$1,500	\$52,500,000.00
Cemento Gris x 50 Kg	bt	185.00	\$22,500	\$4,162,500.00
Arena	m ³	24.50	\$45,000	\$1,102,500.00
			Total	\$57,765,000.00

$$CRE = \sum \$ \text{Materiales} + \sum \$ \text{Contratos}$$

$$CRE = \sum \$ 57,765,000.00 + \sum \$ 9,600,000.00$$

$$CRE = \$ 67,365,000.00$$

5.3 Estimación del Valor Ganado

Para la estimación del valor ganado se debe calcular la relación entre la cantidad ejecutada y la cantidad contratada para calcular el porcentaje de avance de la actividad y posteriormente multiplicarlo por el PFA para obtener la magnitud del valor que hemos generado de esa actividad.

$$VG = \% \text{ avance} * PFA$$

$$VG = \frac{600 \text{ m}^2}{840 \text{ m}^2} * \$ 83,849,220.00$$

$$VG = 71.43\% * \$83,8849,220.00$$

$$VG = \$ 59,892,300.00$$

5.4 Cálculo de Indicadores de Desempeño Actual (IDA)

Una vez calculado el valor ganado se debe entrar a evaluar el desempeño de la actividad y para eso se deben calcular los Indicadores de Desempeño Actual.

5.4.1 Variación Actual de Costos (VAC)

Lo primero es comparar el Valor Ganado versus el Costo Real Ejecutado.

$$VAC = VG - CRE$$

$$VAC = \$ 59,892,300.00 - \$ 67,365,000.00$$

$$VAC = - \$ 7,472,700.00$$

El resultado obtenido es negativo, lo que implica que, a la fecha, para una ejecución del 71.43% se debería haber gastado un total de \$ 59,892,300.00 y se ha gastado \$ 67,365,000, lo que implica que a la fecha hay un sobrecosto real de \$ 7,472,700.00.

5.4.2 Índice de Desempeño Actual de Costos (IDAC)

Ya se sabe qué la magnitud de los sobrecostos. Ahora es importante conocer el rendimiento de la inversión económica para la ejecución de la actividad.

$$IDAC = \frac{VG}{CRE}$$

$$IDAC = \frac{\$ 59,892,300.00}{\$ 67,365,000.00}$$

$$IDAC = 0.889$$

Un IDAC de 0.889 significa que por cada peso invertido en obra se está generando valor por 0.889 pesos. En otras palabras, el dinero está rindiendo en un 88.9%.

5.4.3 Porcentaje de Variación

Finalmente, se calcula porcentualmente los sobrecostos.

$$\% VAC = \frac{(CRE - VG)}{CRE} * 100$$

$$\% VAC = \frac{(\$ 67,365,000.00 - \$ 59,892,300.00)}{\$ 67,365,000.00} * 100$$

$$\% VAC = -12.48\%$$

Lo que significa que la actividad que en conclusión la actividad a la fecha tiene unos sobrecostos del 12.48%.

5.5 Cálculo de Proyecciones de Costos en la Culminación (PCC)

Una vez teniendo los indicadores de desempeño real, es importante realizar proyecciones de costo con el objetivo de predecir el costo final de la actividad y poder tomar las decisiones que se consideren pertinentes a tiempo.

5.5.1 Costo del Trabajo Restante

Inicialmente se debe conocer cuánto va a costar el costo de terminar la actividad, por lo cual se calcula el CTR de la siguiente manera:

$$CTR (\text{sin ajustar}) = PFA - VG$$

$$CTR (\text{sin ajustar}) = \$ 83,849,220.00 - \$ 59,892,300.00$$

$$CTR (\text{sin ajustar}) = \$ 23,956,920.00$$

Ahora, teniendo este dato se socializa con el director del proyecto, el cual hará ciertas observaciones, en este caso, se asumirá que el director prevé las siguientes alteraciones en el costo de los insumos:

Aumento de \$1200 pesos en los bultos de cemento

Disminución de \$150 pesos en el costo del ladrillo

Ahora se deben convertir estas variaciones en ajustes de menor y de mayor costo para la proyección del CTR.

Para el cemento:

Según el Análisis de Precios Unitarios (Tabla1) que se requieren 0.295 bultos por m2 de muro. Lo que se traduce en que para los 240 m2 restantes se requieren aproximadamente 71 bultos de cemento adicionales. Si esos 71 bultos tendrán un costo adicional de \$1200 pesos, significa que en total tendré un sobre costo de \$ 85,200.00 pesos. (Ajuste de mayor costo)

Para el ladrillo:

Según el Análisis de Precios Unitarios (Tabla1) que se requieren 53.84 ladrillos por m2 de muro. Lo que se traduce en que para los 240 m2 restantes se requieren aproximadamente 12922 ladrillos adicionales. Si esos 12922 bultos tendrán un costo inferior de \$150 pesos por unidad, significa que en total tendré un ahorro de \$ 1,938,300.00 pesos. (Ajuste de menor costo)

A partir de lo anterior se puede ajustar la proyección de la siguiente manera:

$$CTR_{ajustado} = PFA - VG + Mayor\ costo\ previsto - Menor\ costo\ previsto$$

$$CTR_{ajustado}$$

$$= CTR\ (sin\ ajustar) + Mayor\ costo\ previsto$$

$$- Menor\ costo\ previsto$$

$$CTR_{ajustado} = \$ 23,956,920.00 + \$ 85,200.00 - \$ 1,938,300.00$$

$$CTR_{ajustado} = \$ 23,103,820.00$$

5.5.2 Proyección Final de Costos

Una vez ajustado el Costo del Trabajo Restante para finalizar el muro, se puede conocer el costo acumulado total en el que se espera incurrir en la actividad, teniendo en cuenta lo ya invertido, de modo que:

$$PFC = CRE + CTR$$

$$PFC = \$ 67,365,000.00 + \$ 23,103,820.00$$

$$PFC = \$ 89.468.820,00$$

Esta será la proyección final de costo para la ejecución de los 840 m2 de muro en ladrillo a la vista.

5.5.3 Variación Proyectada de Costos (VPC)

Con la proyección ya se puede evaluar qué tanta desviación existe vs el Presupuesto Final Aprobado (PFA) y cuánto más o cuánto menos costará la actividad en cuestión.

$$VPC = PFA - PFC$$

$$VPC = \$ 83,849,220.00 - \$ 89.468.820,00$$

$$VPC = - \$ 5,619,600.00$$

El resultado concluye que se incurrirán en \$ 5,619,600 pesos más de los presupuestado para ejecutar la actividad.

5.5.4 Índice de Desempeño del Costo Proyectado

La proyección del rendimiento del dinero invertido para la ejecución de la actividad será:

$$IDC = PFA/PFC$$

$$IDC = \$ 83,849,220.00 / \$ 89.468.820,00$$

$$IDC = 0.937$$

Lo que significa que por cada peso que se invierta en la actividad, se proyecta que solo se genera valor por 0.937 pesos. Que sería lo mismo que decir que la inversión está rindiendo en un 93.7%.

5.5.5 Porcentaje de Variación de los Costos Proyectados

Para calcular porcentualmente, la variación (sobrecosto en este caso) con respecto al presupuesto, utilizamos la Ecuación 11.

$$\% VCP = \left(\frac{PFA - PFC}{PFA} \right) * 100$$

$$\% VCP = \left(\frac{\$ 83,849,220.00 - \$ 89.468.820,00}{\$ 83,849,220.00} \right) * 100$$

$$\% VCP = -6.7\%$$

Se tiene que, con respecto al presupuesto aprobado, se proyecta que haya un sobrecosto del 6.7%.

5.6 Análisis de Resultados

Inicialmente, es importante validar el resultado de PFC obtenido, comparándolo contra la Proyección de Costos basada en Desempeño Real.

$$PDCR = \frac{CRE}{\% avance}$$

$$PDCR = \frac{\$ 67,365,000.00}{71.43\%}$$

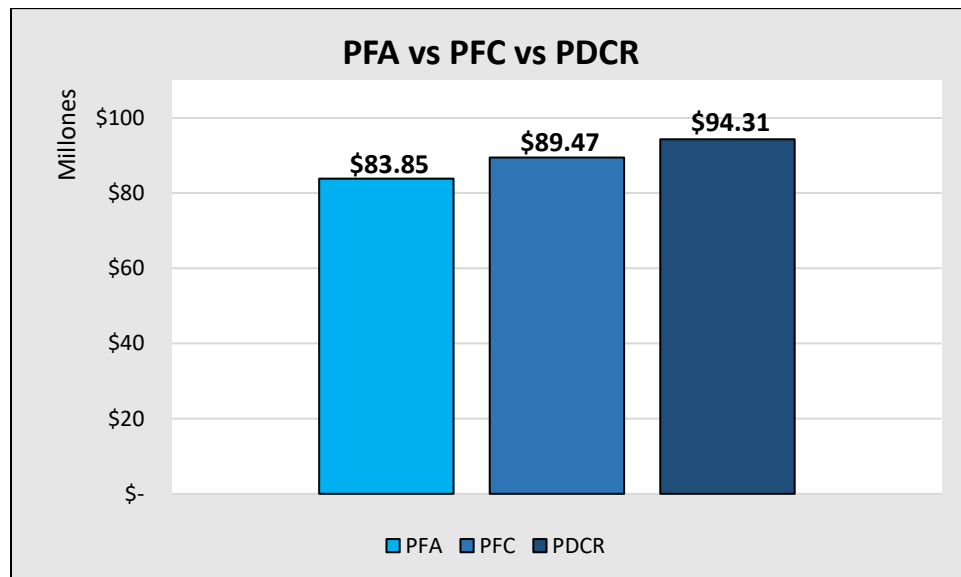
$$PDCR = \frac{\$ 67,365,000.00}{71.43\%}$$

$$PDCR = \$ 94,311,000.00$$

En este caso se evidencia de la PDCR es aprox. 5 millones superior a la PFC, esto se debe a que la PDCR toma el desempeño actual como único referente para estimar la proyección, es decir, proyecta el mal desempeño actual como una constante para el desempeño futuro, mientras que para la PFC se asume que para el trabajo restante todo saldrá acorde a lo planeado inicialmente (se podría decir que es una proyección optimista), además de tener un valor ajustado acorde al conocimiento del director del proyecto, que en este caso el ajuste de menor costo representó más de 1 millón de pesos mientras que el de mayor costo no superó los cien mil pesos. En caso de que se considere, se puede agregar un factor de ajuste adicional para la PFC donde se contemple el mal desempeño que se ha tenido hasta la fecha.

Figura 2.

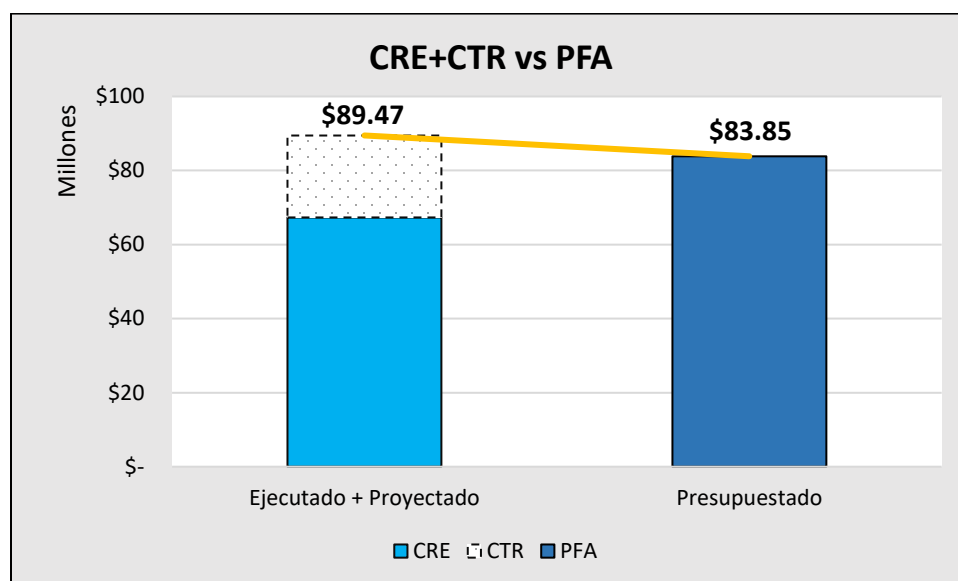
PFA vs PFC vs PDCR



De igual manera es importante revisar con el director del proyecto porqué a la fecha se tiene un sobrecosto superior al 12% y porqué a pesar de que se tiene una proyección optimista, se tiene un sobrecosto proyectado de más del 6%.

Figura 3.

CRE+CTR vs PFA



6. Conclusiones y Comentarios finales

A partir del documento presentado se puede concluir que se cumplió con los objetivos del proyecto al presentar una metodología adaptada de una práctica recomendada por la AACE que fuera aplicable en proyectos de construcción dentro de un contexto local. Esta validación de la aplicabilidad de la propuesta fue validada a partir del levantamiento del proceso de control de

costos actual dentro de una de las empresas de construcción de vivienda más grandes del país y de la socialización con sus ingenieros directores de obra y controladores de costos, quienes propusieron cambios que se fueron adaptando para hacerla viable. Asimismo, se utilizó un proyecto nuevo como piloto para la implementación del nuevo proceso de control de costos dentro de la organización y que a la fecha se encuentra en revisión y validación interna por parte de la organización.

Asimismo, cabe mencionar, que la empresa se encuentra en el proceso de transición para la utilización de la metodología de gestión del valor ganado, por lo cual, están buscando la asociación de las actividades del cronograma con las actividades del presupuesto. Esto propiciará la mejoría en los procesos de control de la compañía e inclusive permitirá la aplicación de indicadores de desempeño del cronograma, así como del nivel de avance del proyecto con respecto a la curva S, para la evaluación y validación de proyecciones finales de costo.

Referencias Bibliográficas

AACE International. (2019). Recommended Practice 80R-13, Estimate at Completion (EAC).

AACE International.

AACE International. (2012). Total Cost Management Framework. 1 ed. 1265 Sunscreech Towne

Centre Drive, Morgantown, WV 26505-1876, USA. CreateSpace.

Project Management Institute. (2005). Practice Standard for Earned Value Management. Newton

Square, PA, USA: Project Management Institute.

Project Management Institute. (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos

(Guía del PMBOK). Sexta edición. Newton Square, PA, USA: Project Management

Institute.

Apéndices

Apéndice A. Traducción de la Practica Recomendada AACE 80R-13

ESTIMACIÓN EN LA CULMINACIÓN (EAC) AACE INTERNACIONAL – PRÁCTICA RECOMENDADA 80R-13

Contenido

	Pág.
Introducción	41
1. Práctica Recomendada	42
1.1. Visión general resumida	42
1.2 Estimación en la Culminación (EAC)	46
1.2.1 Validación de la EAC como razonable	46
1.2.1.1 Análisis de las EAC mediante las IEAC's	47
1.2.1.2 Análisis de la EAC utilizando el Índice de Desempeño de los Costos del Trabajo por Completar (TCPI)	53
1.2.2 Recolección de los costos reales acumulados durante un período determinado	55
1.2.3 Cálculo de la fecha de finalización del cronograma	56

1.2.3.1 Proyección de una fecha estimada de finalización (ECD).....	57
1.2.3.2 Ritmo de desempeño promedio para finalizar (TAPR).	61
1.2.4 Análisis de la Programación Ganada (ES).....	64
1.2.4.1 Uso de ecuaciones e indicadores básicos de Programación Ganada (ES) para evaluar la Duración del Cronograma.	67
1.2.4.2 Ecuaciones de IEAC (t) relacionadas con el rango del cronograma de ECD usando la Programación Ganada (ES).....	69
1.2.4.3 Índice de Desempeño del Cronograma del Trabajo por Completar TSPI (t).	72
1.2.5 Estimación de los recursos y costos para completar el trabajo autorizado restante (ETC)..	74
1.2.6 Revisión de la Estimación al finalizar (EAC).....	76
2. Referencias	77
3. Contribuyentes	79
Anexo 1. Tabla de siglas y traducciones	81

Introducción

Esta Práctica Recomendada (RP) explica qué es una Estimación en la Culminación (EAC) y las consideraciones que se deben tener en cuenta al desarrollar una EAC para los componentes de costo y cronograma de la Línea Base de Medición de Desempeño (PMB).

Esta RP está alineada con el marco de referencia del *Total Cost Management* (TCM), así como con las pautas del Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI) Alianza de Industrias Electrónicas (EIA) – lineamientos de los Sistemas de Gestión del Valor Ganado (EVMS). (*Guidelines* 27 y componentes de los *Guidelines* 22-26).

Este documento proporciona detalles adicionales que no se incluyen en los estándares ANSI EIA-748, tales como el uso de métricas de la Fecha Estimada de Finalización (ECD) para ayudar a comparar la probable fecha de finalización real del proyecto con lo que se muestra en el cronograma del proyecto y su línea base. También proporciona algunos aspectos adicionales de la Gestión del Valor Ganado que no se contemplan en el marco de la TCM, como el Índice de Desempeño de los Costos del Trabajo por Completar (TCPI) y la Programación Ganada (ES). Así como todas las prácticas recomendadas de la *AACE Internacional*, este documento no pretende ser un estándar, más bien busca ser una guía general.

Esta práctica recomendada abordará los atributos fundamentales utilizados para desarrollar una EAC o un pronóstico, tanto desde el punto de vista de los costos como del cronograma. También abordará los cálculos comunes de la EAC utilizados para comparar y validar la EAC proporcionada por los Managers de las Cuentas de Control (CAM) y/o del equipo de gestión del proyecto.

1. Práctica Recomendada

1.1. Visión general resumida

La EAC es el resultado de una evaluación periódica del estado del proyecto y de los trabajos pendientes; es una estimación del costo total al finalizar un proyecto. Se pueden calcular distintas EAC's, la cuales se elaboran con distintos niveles de detalle e información de apoyo. Hay dos tipos básicos de EAC:

1. Las EAC mensuales del Manager de la Cuenta de Control (CAM), asociados al estado del cronograma, a los Informes de Desempeño del Proyecto (CPR's) y a los Informes de Análisis de Desviaciones (VAR's).
2. Las EAC exhaustivas "ascendentes" realizadas con una frecuencia menor en todas las cuentas de control (CA) con el alcance del trabajo aprobado restante. Esto incluye una evaluación del alcance restante por ejecutar.

La EAC debe ser revisada mensualmente por el CAM, en las cuentas de control en las que se hayan superado los umbrales de desviación de costos o de cronograma, en las que la tendencia apunte a superar el umbral de desviación, o siempre que el CAM tenga conocimiento de un cambio significativo en los supuestos o condiciones que provoquen una tendencia futura que requiera un ajuste de la EAC. El CAM debe evaluar la EAC mensualmente, para asegurarse de que refleja una proyección válida de los costos totales para su ámbito de trabajo autorizado.

La EAC exhaustiva se elabora para todo el proyecto, e incluso las Cuentas de Control (CA's) que no han comenzado a ejecutarse se examinan en el marco de esta EAC exhaustiva. Esta

EAC "ascendente" suele ser un esfuerzo más robusto y ayuda a reducir imprevistos potenciales. La norma ANSI EIA-748 exige que se realice periódicamente una EAC exhaustiva utilizando toda la información disponible. Una EAC exhaustiva se calcula al menos una vez al año o cuando se producen cambios importantes en el proyecto. Incluso puede calcularse con más frecuencia. Debido al trabajo, el tiempo y el costo adicionales, la decisión de realizar una EAC exhaustiva con mayor frecuencia suele ser una relación entre la necesidad de una EAC más precisa y el costo de hacerla.

Al comienzo de un proyecto, el Presupuesto al Finalizar (BAC) aprobado y la EAC suelen ser idénticos porque el trabajo no ha comenzado y la base de la EAC no ha cambiado. Sin embargo, en circunstancias inusuales, si se ha propuesto una meta de gestión poco realista sin un cambio correspondiente en las suposiciones de riesgo (lo que hace que el presupuesto sea inalcanzable), el CAM puede estimar una EAC más alta que el BAC desde el inicio del contrato. A medida que el proyecto avanza, la EAC comenzará a diferir de la línea de base por varias razones:

- En primer lugar, los datos de rendimiento seguirán evaluándose a medida que avance el proyecto. Los CAM y/o la dirección del proyecto podrán realizar los ajustes de costos, plazos y recursos que consideren oportunos para cumplir los objetivos del proyecto dentro de los requisitos del contrato.
- En segundo lugar, incluso cuando el rendimiento no es un problema, el equipo del proyecto está encargado de identificar y evaluar los riesgos y las oportunidades, y de aplicar las soluciones más rentables para cumplir los objetivos del proyecto.
- En tercer lugar, las predicciones apoyan el proceso de gestión de cambios al proporcionar un mecanismo para consolidar las desviaciones, tendencias y solicitudes de cambio

del proyecto juntas. Esto permite considerar los cambios del proyecto de forma integrada a medida que se identifican y aprueban a través del proceso de gestión de cambios.

- En cuarto lugar, el BAC de la línea base se estructura a partir de supuestos y estimaciones sobre los costos y tasas de rendimiento futuro antes del inicio del proyecto. Una vez comienza el proyecto, los gastos reales y las tasas de desempeño tenderán a variar con respecto a las tasas establecidas en estructuración de la línea de base.

La EAC es actualizada por el CAM al nivel de la cuenta de control, paquete de trabajo o paquete de planificación, según corresponda y considere pertinente. Cuando se produzcan cambios significativos en el alcance de la EAC, el CAM deberá notificarlo al Director del Proyecto (PM) a través del proceso de notificación que se haya determinado para la EAC del proyecto. Los cambios en el alcance del proyecto que den lugar a cambios en la EAC deben ser identificados e incorporado a la EAC (a través del proceso formal de gestión de cambios).

El desarrollo de la EAC del proyecto aplicará muchas de las mismas consideraciones que se emplearon en el desarrollo de la línea de base del proyecto. Es importante tener una base documentada de cómo se desarrolló la línea de base inicial del proyecto, así como cualquier cambio posterior aprobado. Las EAC se comparan con el BAC para generar una Variación a la Finalización (VAC) que arrojará las proyecciones de ahorros o sobrecostos del proyecto. Los resultados de las EAC se resumen y se comunican al cliente en los informes de rendimiento y son la base de las decisiones de financiación del proyecto. Las EAC son utilizadas por la dirección para tomar decisiones sobre el proyecto, para incluirlos en el análisis de tasas y ganancias, y para controlar el desempeño.

Las técnicas seleccionadas para desarrollar la EAC pueden variar en función del valor del proyecto y su estado, así como del riesgo y/o la complejidad. Los miembros del equipo del

proyecto que son responsables de los elementos presupuestales de la Línea de Base de Medición del Desempeño (PMB) y de las asignaciones a nivel de proyecto para la gestión del riesgo dentro de su control (véase: Recommended Practice 75R-13, Schedule and Cost Reserves within the Framework of ANSI EIA-748) deben ser incluidos en el proceso de estimación de la EAC, según corresponda.

Los procesos de estimación de la EAC usualmente incluyen los siguientes pasos:

1. Desarrollar las reglas básicas, los supuestos y los requisitos de documentación.
2. Elaborar un calendario para la EAC exhaustiva.
3. Determinar las tasas y los factores aplicables a la estimación de la EAC.
4. Los CAM desarrollan proyecciones de cronograma que son revisadas y aprobadas por el director del proyecto.
5. Realizar una evaluación de los riesgos del cronograma.
6. Los CAM elaboran proyecciones de costos revisadas y coherentes con el cronograma que se revisan y aprueban.
7. Comparar las diferentes EAC's con la EAC independiente (IEAC), Índice de Desempeño de los Costos a la Finalización (TCPI)/ Índice de Desempeño de Costos (CPI), la Fecha de Finalización Estimada (ECD) y el análisis de Programación Ganada (ES) y, en caso de obtener diferencias significativas, reconfirmar o revisar la EAC.
8. Realizar los ajustes finales de la EAC y obtener la aprobación del director del proyecto.
9. Reportar la EAC exhaustiva.

Nota: Los pasos 4-9 son típicos del proceso mensual que realiza el CAM al estimar la EAC, y las partes clave de este proceso se analizan con más detalle a continuación.

1.2 Estimación en la Culminación (EAC)

La EAC es la estimación del costo total del trabajo del alcance aprobado, que es la suma del Costo Real del Trabajo Ejecutado (AC) hasta la fecha, más el costo Estimado para Completar el Proyecto (ETC) del proyecto, (es decir, el costo estimado para ejecutar el trabajo restante). La EAC debe tener una fase de tiempo de acuerdo con las fechas de finalización previstas en el cronograma del proyecto de trabajo.

$$EAC = AC + ETC \quad \text{(Ecuación 1)}$$

En los siguientes apartados se detallan los pasos para determinar la EAC:

1. Validación del EAC como razonable.
2. Recopilar los costos reales acumulados (AC acumulado) durante un periodo determinado.
3. Estimación de la fecha de finalización del cronograma
4. Análisis de la programación ganada (ES)
5. Estimar los recursos y costos para completar el trabajo autorizado restante (ETC)
6. Revisar la Estimación en la Culminación (EAC)

1.2.1 Validación de la EAC como razonable

La EAC oficial es la proyección aprobada por el director del proyecto por cada fase. Es necesario validar una EAC exhaustiva para garantizar que es razonable. Hay dos tipos de métricas que pueden utilizarse para validar el EAC oficial por fases: 1) La Estimación en la Culminación Independiente (IEAC) y 2) el Índice de Desempeño de los Costos del Trabajo por Completar

(TCPI). Las IEAC's toman la eficiencia histórica para proyectar el valor de la EAC como una estimación puntual. Las IEAC's son más útiles a nivel de proyecto total, pero pueden realizarse a cualquier nivel de la EDT u OBS del proyecto. Se utilizan para ayudar a determinar si la EAC es razonable. El TCPIEAC se define como el factor de desempeño que debe mantenerse para alcanzar el objetivo establecido en la EAC. El TCPIEAC, cuando se compara con el CPI acumulado, puede ayudar a determinar si la EAC es razonable. Tanto la IEAC como el TCPIEAC se analizan en profundidad en los siguientes apartados.

1.2.1.1 Análisis de las EAC mediante las IEAC's. Las EAC's se desarrollan a partir de la información disponible sobre el estado del proyecto y se puede comprobar su credibilidad o coherencia estadística. Los índices de desempeño indexados basados en la Gestión del Valor Ganado (EVM) pueden proporcionar un rango para el costo estimado de finalización del proyecto y para la fecha estimada de finalización del proyecto. Esto es importante porque se ha evidenciado por datos de proyectos durante muchos años que, los directores de proyectos y los CAM tienden a ser optimistas cuando evalúan sus EAC. Las investigaciones también han demostrado que, una vez se ha alcanzado entre un 15 y 20% del proyecto completado, rara vez se consigue una mejora significativa del Índice de Desempeño de Costo (CPI). Existen múltiples ecuaciones de EAC que utilizan los índices de desempeño de costo y cronograma para ayudar a calcular la EAC. A veces, estos tipos de cálculos de EAC se denominan Estimación en la Culminación Independiente (IEAC). Estas ecuaciones de IEAC proporcionan un rango estadístico de costos y fechas, basados en el desempeño histórico del proyecto. Están pensadas únicamente como mecanismo de comprobación y no deben utilizarse para determinar la EAC por sí mismas. Las ecuaciones del IEAC parten del desempeño del pasado y lo proyectan hacia el futuro sin tener en cuenta una serie de consideraciones que un CAM debería tener en cuenta a la hora de determinar una EAC

adecuada. Por ejemplo, estos cálculos no tienen en cuenta el clima, la ubicación del trabajo y las condiciones futuras del lugar, la complejidad del trabajo restante, los riesgos u oportunidades, la carga de densidad, la disponibilidad de recursos, el estado de las reclamaciones no resueltas, la criticidad del trabajo restante, etc. No proporcionan ni un EAC correcto ni una EAC incorrecto, pero sí un punto de referencia con el que se puede comparar la EAC del CAM o del director de proyecto, basado únicamente en una extrapolación de los resultados de costos y/o cumplimiento de plazos hasta la fecha. Debido a estas limitaciones inherentes a las IEAC generadas por computador, cuando se identifiquen diferencias significativas entre la EAC del CAM o del director del proyecto y la IEAC, amerita que se haga una revisión adicional para obtener una comprensión completa de la(s) razón(es) de las variaciones.

Cada una de estas ecuaciones requiere una evaluación cuidadosa. Las ecuaciones que utilizan un índice de rendimiento (CPI y/o SPI) deben tener en cuenta la estabilidad de este factor, ya que se utiliza para predecir la eficiencia del esfuerzo futuro. Si el SPI o el CPI no son estables, el resultado puede ser poco fiable. La ecuación de la IEAC que se utiliza para evaluar la EAC del CAM o del director del proyecto debe ser coherente con el estado del proyecto y las tendencias de desempeño. Cada ecuación debe ser evaluada para determinar qué ecuación de EAC predice con mayor precisión la EAC en cualquier nivel de la EDT del proyecto.

Ecuaciones IEAC relacionadas con el rango de costes EAC

$$EAC = AC + (BAC - EV) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Esta ecuación supone que el alcance del trabajo restante se realizará por el valor del presupuesto aprobado, independientemente del desempeño anterior. Si el desempeño de los costos hasta la fecha (CPI_{cum}) es igual o muy cercano a 1,0, esta ecuación puede ser válida. Sin embargo, si el proyecto o el AC experimentan una desviación de costos negativa hasta la fecha, esta ecuación

puede arrojar una EAC demasiado optimista. A veces, esta ecuación se aplica cuando un proyecto o el AC se ha completado en menos de un 10% porque los datos de desempeño son insuficientes para obtener una tendencia válida (no hay suficientes puntos de datos o el alcance del trabajo realizado es mínimo para predecir el rendimiento futuro). De lo contrario, esta ecuación no será adecuada, ya que tendería a infravalorar o sobrevalorar la EAC.

$$EAC = BAC/CPI \quad (\text{Ecuación 3})$$

Esta ecuación supone que la eficiencia del desempeño de los costos hasta la fecha (CPIcum) continuará durante el esfuerzo de trabajo restante para completar el alcance del proyecto. Se utiliza el CPI acumulado porque tiende a ser más estable a lo largo del tiempo a medida que crece el tamaño del EV y del AC. Por lo tanto, una fluctuación en el valor del CPI de algún periodo, tendrá menos impacto en el CPIcum histórico acumulado utilizado para calcular la EAC.

Una desventaja de esta ecuación es que no tiene en cuenta el desempeño en la ejecución del cronograma ni el rendimiento reciente de los costos. Un proyecto con retraso en el cronograma normalmente requerirá costos y esfuerzos adicionales para recuperar el cronograma o para pagar los recursos derivados de la duración adicional. Por ejemplo, un proyecto con un CPIcum de 1.1 tendría una EAC un 10% inferior al BAC, independientemente del desempeño del cronograma. Además, si el rendimiento inicial fue bueno, pero el rendimiento reciente, que es más indicativo sobre rendimiento futuro, es pobre, el valor medio del CPIcum utilizado probablemente subestimaría la EAC.

$$EAC = AC + (BAC - EV)/CPI \quad (\text{Ecuación 4})$$

Esta ecuación también asume que la eficiencia del rendimiento de los costos hasta la fecha (CPIcum) continuará durante el esfuerzo de trabajo restante y produce una EAC que es idéntica al $EAC=BAC/CPI$ anterior debido a que es la misma ecuación de forma desglosada.

Una alternativa a esta ecuación es utilizar una media móvil del CPI para tres o seis meses. La ventaja de hacer esto es que se tiene en cuenta el rendimiento "reciente", en lugar del acumulado, y puede ser más indicativo del rendimiento actual y futuro durante la última parte del proyecto. Hay que tener cuidado de hacer esto solo cuando la tendencia del CPI es estable para el periodo en el que se calcula la media. Si el CPIcum de seis meses no es estable (con tendencia al alza o a la baja), de esta ecuación se pueden obtener resultados no válidos.

Otra consideración es utilizar el CPI acumulado solo para la fase que el proyecto está ejecutando actualmente en lugar del CPI acumulado hasta la fecha. Por ejemplo, en un proyecto de diseño-construcción que está en la fase de construcción, el CPI de la fase de diseño del proyecto puede no ser representativo del rendimiento del trabajo en la fase de construcción.

Nota: En el último 20% del proyecto, o cuando la curva en "S" comienza a aplanarse, un rango más corto de CPI puede ser más diciente del desempeño futuro y producir una EIA más precisa.

Una desventaja de esta ecuación es que no tiene en cuenta el desempeño del cronograma. Un proyecto que se retrase en el calendario normalmente requerirá costos y esfuerzos adicionales para recuperar el calendario o para pagar los recursos por la duración adicional.

$$EAC = AC + (BAC - EV)/(CPI \times SPI) \quad (\text{Ecuación 5})$$

Esta ecuación incluye un componente compuesto del desempeño en el costo y en el cronograma en la proyección a futuro de los costos para el trabajo restante. Ésta a veces se denomina como "coeficiente crítico" o "índice de costos del cronograma", SCI. La adición del SPI en el factor de rendimiento tiene por objeto tener en cuenta cualquier impacto en los costos de los retrasos en el cronograma, ya sea para recuperar el cronograma, para ampliar la duración, o para

tener en cuenta el ahorro en los costos que se produciría si el alcance del trabajo indica una finalización temprana.

Al utilizar esta ecuación, hay que tener en cuenta que el SPI es un indicador amplio del progreso del cronograma con respecto al plan. El SPI requiere una evaluación de la ruta crítica de la red para comprender la naturaleza del SPI indicado. Por ejemplo, las actividades en la ruta crítica pueden no estar ocurriendo como se planificó, causando una modificación de la fecha prevista de finalización del proyecto, pero el proyecto todavía puede tener un $SPI > 1.0$ si el trabajo no crítico se está realizando a un ritmo mayor de lo previsto. El SPI no indica la naturaleza o la criticidad del trabajo, las necesidades de recursos o el esfuerzo necesario para recuperar las actividades críticas del calendario, etc.

Además, el SPI es un factor de rendimiento que siempre será igual a 1.0 cuando la cuenta de control o el proyecto están completos. Se moverá en la dirección de 1.0, especialmente después de que se cumpla el 80% del esfuerzo de trabajo, independientemente del progreso real del cronograma. En consecuencia, no se recomienda esta ecuación más allá de ese punto.

$$EAC = AC + (BAC - EV) / (CPI_{6mth} \times SPI_{cum}) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Esta ecuación es una variación del índice compuesto de desempeño de la Ecuación 5, que combina los índices de desempeño de costo y de cronograma. Se utiliza una media móvil del CPI de los 6 meses anteriores junto con el SPI acumulado. La importancia de esta ecuación en particular es que se centra en el rendimiento reciente del CPI de 6 meses como un mejor indicador del rendimiento futuro de los costos.

Al utilizar esta ecuación, el CAM o el director del proyecto deben tener en cuenta la estabilidad de la media del CPI de seis meses, así como la estabilidad del SPI. Hacia las últimas etapas de un proyecto, cuando el SPI tiende a 1.0, este índice de rendimiento se basa

principalmente en los seis meses anteriores de rendimiento de costos. Además, si se espera que haya más trabajos después de la fecha de finalización prevista, el SPI no aumentará significativamente el cálculo de la EAC porque el SPI se acercará a 1.0. Por esta razón, los costos estimados de la prolongación del calendario del proyecto más allá de la fecha del contrato deben tenerse en cuenta en la EAC.

Debido a la menor duración del índice CPI en esta ecuación y al índice SPI acumulado, esta ecuación funciona mejor una vez que el proyecto entra en la pendiente pronunciada de la curva S del proyecto, en lugar de al principio del proyecto, cuando el personal suele por detrás de lo planeado, lo que afecta a los índices de costos y de cronograma.

$$EAC = AC + (BAC - EV) / ((A \times CPI_{cum}) + (B \times SPI_{cum})) \quad (\text{Ecuación 7})$$

Esta ecuación se conoce como índice ponderado de desempeño de costo y cronograma, y es también una variación de la ecuación compuesta de la EAC (Ecuación 6). Esta ecuación asigna un valor ponderado al índice de rendimiento de costos y otro al de calendario. La suma de los valores ponderados A y B debe ser igual a 1.0 (por ejemplo, $0.8 + 0.2 = 1.0$). Los valores ponderados exigen que el CAM o el director de proyecto juzguen a medida que avanza el proyecto para dar mayor importancia al índice desempeño de costo o del calendario, según convenga.

Por lo general, la ponderación es más pesada para el índice de rendimiento de costos porque se ha demostrado que es el indicador más confiable para predecir el costo final. Sin embargo, al principio del proyecto, el SPI puede tener más ponderación porque los costos son relativamente bajos inicialmente mientras que el proyecto se dota de personal y antes de que se adjudiquen las adquisiciones y los contratos importantes. Como el proyecto avanza hacia la pendiente más pronunciada entre el 20% y el 80% de avance en la curva S, ponderación del CPI y el SPI puede

tener un valor mucho más cercano. Hacia el final del proyecto a medida que SPI tiende hacia 1.0, la mayor parte de la ponderación debe colocarse en el componente del CPI.

1.2.1.2 Análisis de la EAC utilizando el Índice de Desempeño de los Costos del Trabajo por Completar (TCPI). Una herramienta importante para los análisis sobre el estado del proyecto y el trabajo restante es el TCPI, que es el desempeño requerido en los costos para alcanzar el BAC o la EAC. TCPI es la relación entre el costo presupuestado del trabajo restante (BAC restante por ejecutar) y la EAC restante como se indica en las ecuaciones siguientes:

$$TCPI_{BAC} = (BAC - EV) / (BAC - AC) \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$TCPI_{EAC} = (BAC - EV) / (EAC - AC) \quad (\text{Ecuación 9})$$

Los datos de desempeño histórico del proyecto son uno de los elementos de consideración que se utilizan para ayudar al CAM a desarrollar un ETC preciso. El CAM debe comparar $TCPI_{EAC}$ al CPI_{cum} . Cualquier diferencia mayor que sea superior al 5-10% sugiere un cambio en el factor de desempeño que debe ser bien entendido y explicado por el CAM o el gerente del proyecto. Una diferencia mayor a 10% es significativa y debe explicarse en los informes de análisis de varianza y puede indicar que la EAC no es alcanzable teniendo en cuenta el desempeño que se trae. El CAM debe realizar una valoración con respecto a futuros desempeños y ser capaz de argumentar porqué el desempeño futuro puede variar con respecto al desempeño histórico, en caso contrario, su EAC puede ser cuestionada. A menudo, esta explicación se centra en tareas o actividades no recurrentes.

Por ejemplo, un $TCPI_{EAC}$ de 1.2 y un CPI de 0.8 indica que la EAC está subestimada. La eficiencia acumulativa alcanzada es del 80% y la eficiencia futura necesaria para lograr el EAC es del 120%.

Un TCPIEAC de 0.8 y un CPI de 1.2 indica que la EAC es exagerada. La eficiencia acumulada alcanzada es del 120% y la eficiencia futura necesaria para lograr el EAC es del 80%.

La Tabla 1 a continuación utiliza los datos de un Proyecto de Muestra. Presenta varias ecuaciones de IEAC y rangos resultantes de la EAC calculada basados en datos mensuales. Para los datos de este proyecto de muestra, el CPI acumulado es 0.85 y el TCPI es 0.99, lo que indica que el desempeño del proyecto deberá aumentar significativamente para lograr la EAC reportada de \$ 13,185,000.

Tabla 1.

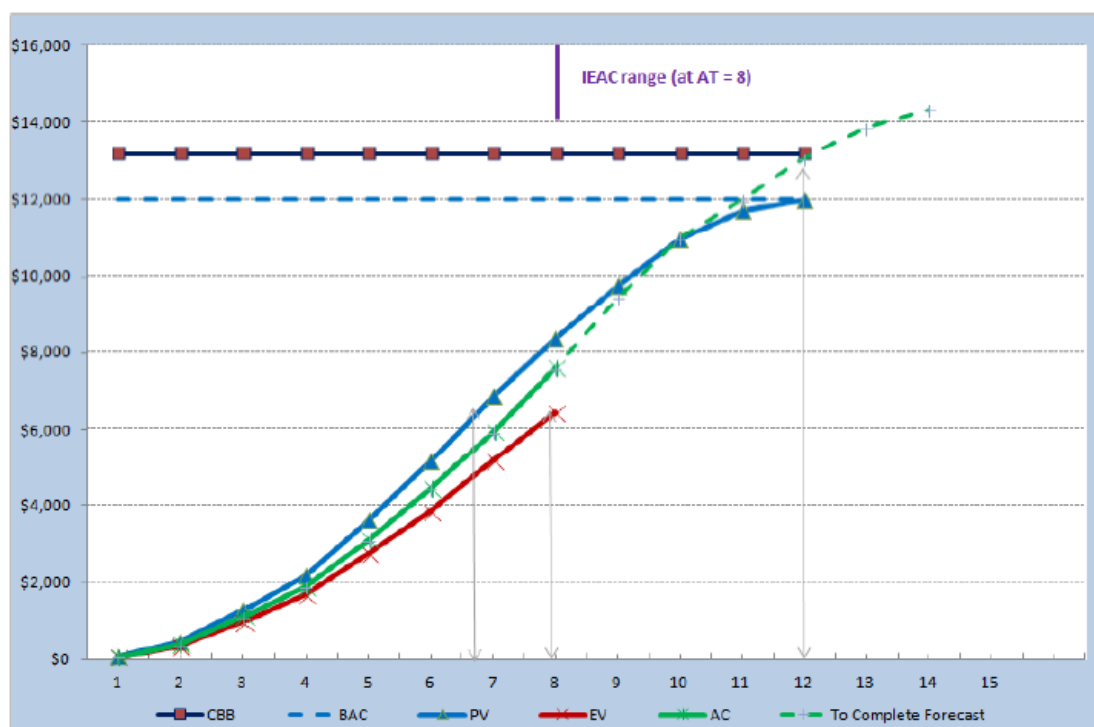
Datos de EVM para el Proyecto de Muestra con rangos calculados de IEAC.

Baseline (months) — Planned Duration	12	12	12	12	12
Baseline (months) — Actual Time (AT) Duration	4	5	6	7	8
Current Schedule (months) — Estimated Completion Date (ECD)	12	12	13	13	13
BUDGET					
BAC	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
PROGRESS/STATUS (Cumulative)					
PV	2,179,262	3,601,747	5,173,514	6,873,468	8,355,833
EV	1,673,049	2,740,804	3,858,570	5,176,336	6,464,323
AC	1,874,165	3,097,502	4,449,222	5,959,297	7,613,675
EAC (Reported)	12,210,000	12,435,000	12,612,300	13,101,256	13,185,000
PROGRESS/STATUS (Incremental)					
PV	891,700	1,422,485	1,571,767	1,699,954	1,482,365
EV	717,744	1,067,755	1,117,766	1,317,766	1,287,987
AC	779,738	1,223,337	1,351,720	1,510,075	1,654,378
SCHEDULE PERFORMANCE AND VARIANCES					
SPI	0.77	0.76	0.75	0.75	0.77
COST PERFORMANCE AND VARIANCES					
CPI	0.89	0.88	0.87	0.87	0.85
VAC	(210,000)	(435,000)	(612,300)	(1,101,256)	(1,185,000)
INDEPENDENT ESTIMATE AT COMPLETION					
1. EAC = AC + (BAC - EV)	12,201,116	12,356,698	12,590,652	13,884,217	14,334,352
2. EAC = BAC/CPI	13,442,512	13,561,723	13,836,904	13,815,092	14,133,590
3. EAC = AC + (BAC - EV)/CPI	13,442,512	13,561,723	13,836,904	13,815,092	14,133,590
4. EAC = AC + (BAC - EV)/CPI 3 mth	13,460,192	13,595,174	13,856,845	13,916,271	14,327,772
5. EAC = AC + (BAC - EV)/CPI 6 mth			13,836,904	13,820,785	14,156,403
6. EAC = AC + (BAC - EV)/(CPI*SPI)	16,942,734	16,848,750	17,036,087	16,390,721	16,041,367
7. EAC = AC + (BAC - EV)/(CPI6*SPI)			17,036,087	16,398,280	16,070,854
8. EAC = AC + (BAC-EV)/ (CPI(.8) + SPI(.2))	16,334,598	16,177,779	16,183,824	15,779,041	15,763,570
AVERAGE OF ALL FORMULAS	14,303,944	14,350,308	14,776,776	14,727,437	14,870,187
EAC VALIDITY					
TCPI(eac)	1.00	0.99	1.00	0.96	0.99
TCPI - CPI	0.11	0.11	0.13	0.09	0.14

La Gráfica 1 muestra la curva en S del proyecto de ejemplo y muestra el rango de costos de EVM IEAC (en AT = mes 8). La EAC reportada del proyecto cae fuera del rango calculado en este caso.

Gráfica 1.

Curva S del Proyecto de Muestra ilustrando el rango de IEAC de la Tabla 1. (AT=8)



1.2.2 Recolección de los costos reales acumulados durante un período determinado

La recopilación de costos reales debe ser precisa porque los índices de desempeño del costo y del cronograma del proyecto (CPI y SPI), así como el costo real (AC) se utilizan para identificar áreas de preocupación en una base de excepción. Recaudar los costos directos con precisión

también es importante porque el pronóstico de los costos futuros se basa a menudo en el desempeño real, las tasas unitarias y los gastos experimentados.

Los costos indirectos pueden representar una parte importante del costo de cualquier proyecto. El costo indirecto debe analizarse de la misma manera que los costos directos. Los costos indirectos previstos y los costos indirectos reales variarán un poco y afectarán cualquier EAC revisada. El administrador de gastos generales debe identificar la(s) causa(s) raíz (es decir, variación de uso, cambio en el volumen del negocio, o variación de la tasa debido a un cambio en la base directa) y realizar un análisis indirecto que luego se proporciona al gerente de proyectos y a la organización para su uso en la previsión de impactos en la Estimación en la Culminación (EAC).

1.2.3 Cálculo de la fecha de finalización del cronograma

La ruta crítica por fases es el pronóstico oficial de cuándo se completará el proyecto. Al igual que la IEAC y el TCPIEC, hay chequeos de validación basados en métricas para ver si la fecha pronosticada de finalización es realista. Hay distintos tipos de estrategias para validar el cronograma.

- Proyección de la Fecha Estimada de Finalización (ECD). Al igual que la IEAC, esta métrica toma el rendimiento pasado y calcula una estimación puntual de cuándo se puede completar el proyecto. Se utiliza para evaluar el rango potencial fechas de finalización del cronograma. También se utiliza para validar el cronograma asociado con la EAC.

- Tasa de Desempeño Promedio del Trabajo Restante (TAPR). Al igual que TCPIEC, TAPR calcula la eficiencia promedio mensual necesaria para cumplir con la fecha estimada de

finalización y se compara con la eficiencia incurrida para evaluar si el rendimiento proyectado es razonable.

- Programación Ganada (ES). LA gestión de la Programación Ganada (ES) es un enfoque basado en el tiempo que mide la variación de tiempo incurrida hasta el momento en el proyecto y luego la proyecta hacia el futuro.

- Índice de Desempeño del Cronograma del Trabajo por Completar (TSPI). TSPI se utiliza para evaluar el desempeño que se requiere en el cronograma necesario para lograr la fecha de finalización del cronograma estipulado. Es comparable con las tendencias del SPI.

1.2.3.1 Proyección de una fecha estimada de finalización (ECD). Cuando se determina la EAC para un proyecto, también se debe determinar la fecha estimada de finalización (ECD) para que se pueda determinar una evaluación precisa de los costos indirectos. La EAC y ECD del director del proyecto y del CAM deben basarse en la duración del cronograma del proyecto actual, no en la duración del cronograma de la línea base.

Una forma sencilla de calcular la ECD del proyecto es dividir la duración planificada (PD) de la línea base del cronograma en el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) o eficiencia del cronograma donde:

$$ECD = PD / SPI \quad \text{(Ecuación 10)}$$

Esta es la ecuación equivalente comparable a $EAC = BAC / CPI$ utilizada para calcular el costo, basado en el índice de desempeño del costo.

Esta ecuación asume que la eficiencia del desempeño del cronograma hasta la fecha (SPIcum) continuará para el trabajo restante. Esta ecuación no se recomienda en el primer 20%

del proyecto y no se debe confiar en ella hasta que se avance lo suficiente para lograr la estabilidad del indicador.

En la parte final del proyecto, cuando la curva S del presupuesto comienza a aplanarse (cuando se lleva alrededor del 80% del proyecto completado), el SPI tiende gravitar hacia 1.0 y puede no ser indicativo del progreso real del cronograma. En este caso un indicador de desempeño del cronograma más pequeño podría ser más representativo del desempeño futuro del cronograma (puede ser un promedio de los últimos 3 o 6 meses) en lugar del valor acumulado.

$$ECD_{meses} = Tiempo Actual_{meses} + Meses para completar el trabajo \quad (Ecuación 11)$$

Donde:

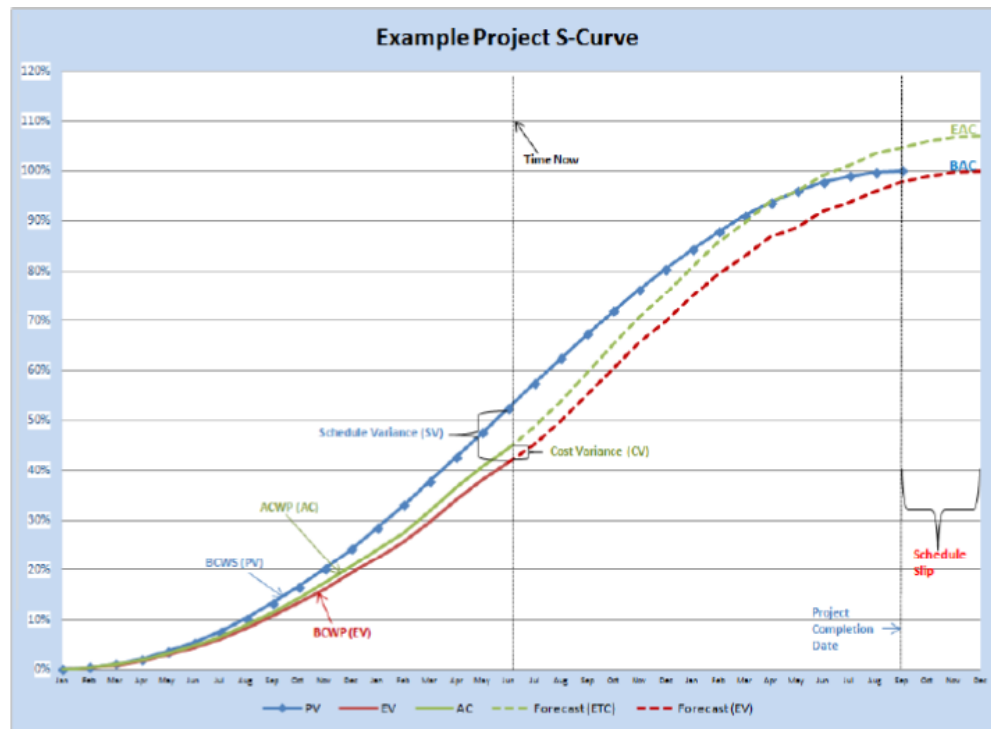
$$Meses para completar el trabajo = (BAC - EV_{cum}) / PV \text{ o } EV$$

La ECD calculada se determina sumando el número estimado de meses necesarios para completar el trabajo a los meses gastados a la fecha.

Ambas ecuaciones tienden a subestimar la ECD restante porque la ecuación des Meses para Completar el Trabajo, asume una tasa constante de trabajo mensual (PV o EV) y no tiene en cuenta el aplanamiento de la curva en S hacia el final del proyecto. En la Gráfica 2 se muestra un ejemplo de una curva en S de un proyecto.

Gráfica 2.

Curva S del Proyecto de Muestra.



La ecuación de ECD que se usa para comparar con la fecha de finalización del cronograma actual del proyecto debe ser consistente con el estado del proyecto y las tendencias de rendimiento. Cada ecuación de ECD debe evaluarse para determinar cuál de ellas predice con mayor precisión la fecha de finalización del proyecto. Cuanto más estable sea el PV o EV en las ecuaciones presentadas a continuación, más confiable será la ecuación de ECD para predecir la fecha de finalización del proyecto. Estas ecuaciones pueden ser usadas para calcular un rango de ECD's para luego comparar el rango obtenido con la fecha de finalización actual del cronograma del proyecto. Si el pronóstico de meses restantes para finalizar el proyecto varía en más del 10% en comparación con los meses restantes para finalizar calculados a partir de la ECD, esta variación debe ser investigada a fondo para asegurar un buen entendimiento del esfuerzo del trabajo restante

y estructurar un cronograma viable. Existen varias ecuaciones utilizadas para calcular el número de meses necesarios para completar el esfuerzo restante, con el fin de compararlo con el cronograma del proyecto. Las cuatro ecuaciones básicas de "meses para completar el trabajo" son:

$$\text{Meses para completar el trabajo} = (BAC - EV \text{ cum})/PV_{curr} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Esta ecuación asume que el Valor Planeado del mes actual (PV_{curr}) será igual para los periodos subsiguientes. El PV_{curr} no es una magnitud muy estable ni durante las primeras, ni durante las últimas etapas de un proyecto, debido a que el personal varía continuamente. Como tal, esta ecuación se utiliza mejor durante la sección de pendiente pronunciada de la curva en S del proyecto (generalmente entre el 20% y el 80% del proyecto).

Incluso durante la pendiente pronunciada que se muestra en la curva en S de un proyecto, la PV puede variar considerablemente de un mes a otro. La variación sugerida para esta ecuación sería utilizar un promedio móvil de PV 3 meses o PV 6 meses. Esto utilizaría datos recientes del proyecto para hacer el cálculo y minimizarían los efectos de las variaciones mensuales en PV, lo que la haría más estable y, por ende, más eficaz para la estimación.

$$\text{Meses para completar el trabajo} = (BAC - EV \text{ cum})/PV_{avg}$$

Donde: (Ecuación 13)

$$PV_{avg} = PV_{cum}/\# \text{ periodos}$$

Esta ecuación asume que el valor planificado promedio de los meses es típico para los meses futuros. PV_{avg} no es muy estable durante las primeras etapas de un proyecto debido a un rápido aumento de la dotación de personal. Cuando la dotación de personal del proyecto alcanza los 70- 80% o después de que el proyecto esté en la parte de pendiente pronunciada de la curva en S (generalmente alrededor del 20% del proyecto completado), esta ecuación podría ser aplicable y válida.

$$\text{Meses para completar el trabajo} = (BAC - EV_{cum}) / EV_{curr} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Esta ecuación asume que el valor ganado del mes actual es típico para los meses futuros. Este supuesto puede ser válido cuando el proyecto está en la pendiente pronunciada de la curva en S (generalmente entre el 20% hasta el 80% del proyecto completado).

Incluso durante la pendiente pronunciada que se muestra en la curva en S de un proyecto, el EV incremental puede variar considerablemente de un mes a otro. Una variación válida de esta ecuación sería usar un promedio móvil de EV 3 meses o 6 meses en lugar de la EV incremental. Esto utilizaría datos recientes del proyecto para realizar el cálculo y minimizaría los efectos de las variaciones del EV, haciéndolo más estable y, por lo tanto, más efectivo para la predicción.

$$\text{Meses para completar el trabajo} = (BAC - EV_{cum}) / EV_{avg}$$

Donde: (Ecuación 15)

$$EV_{avg} = EV_{cum} / \# \text{ periodos}$$

Esta ecuación asume que el valor ganado mensual promedio hasta la fecha es típico para los meses futuros. EV promedio puede variar en gran medida durante las primeras etapas de un proyecto a medida que aumenta la carga de trabajo y debería volverse más estable a largo plazo, cuando los recursos y la dotación de personal se vuelven más constantes. Cuando el personal del proyecto se acerca a las necesidades a largo plazo del proyecto o después de que el proyecto esté en la parte inclinada de la curva en S (generalmente alrededor del 20% del proyecto completado), esta ecuación debería ser aplicable.

1.2.3.2 Ritmo de desempeño promedio para finalizar (TAPR). Los datos de desempeño histórico del proyecto son uno de los elementos que el CAM debe tener en consideración para desarrollar una ECD precisa. La tasa promedio de desempeño requerida para lograr la ECD, se

puede calcular y comparar con el rendimiento histórico hasta la fecha como una verificación de validez de la ECD. El TAPR es el costo presupuestado del trabajo restante (BAC - EV cum) / duración restante según la ECD. Representa el rendimiento EV promedio mensual requerido para lograr el ECD en el futuro. La ecuación es la siguiente:

$$TAPR = (BAC - EV\ cum) / Meses\ para\ completar \quad (Ecuación\ 16)$$

Donde: *Meses para completar* = (ECD - # periodos a la fecha)

Esto se compara con el EV mensual promedio alcanzado hasta la fecha donde:

$$EV\ avg = EV\ cum / \# periodos\ a\ la\ fecha \quad (Ecuación\ 17)$$

El CAM debe comparar el TAPR con el EV mensual promedio. Una diferencia significativa (superior al 10%) entre la tasa de desempeño histórico y futuro justifica una mayor investigación hasta que el CAM o el Gerente de Proyecto comprendan y concilien la variación. El CAM o Gerente de Proyecto debe evaluar esta diferencia y ser capaz de entender por qué el desempeño futuro que se predijo varía del desempeño histórico, en caso contrario, la fecha de finalización de su programa puede ser cuestionada.

La Tabla 2 a continuación, muestra el Proyecto de Muestra de 12 meses con ECD y TAPR calculados basados en datos del proyecto hasta el mes ocho. Para los datos de este proyecto, el rendimiento promedio histórico de \$ 808K está por debajo del rendimiento planificado de \$ 1,044K y el TAPR de \$ 1,107K, lo que indica que el rendimiento promedio del proyecto deberá aumentar significativamente en el futuro para lograr la ECD informada de 13 meses.

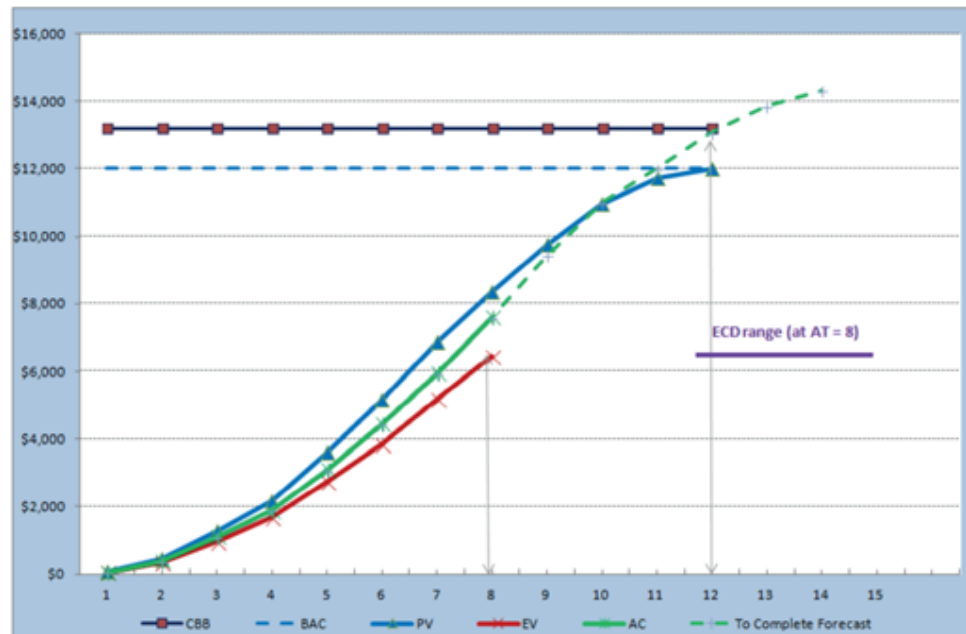
Tabla 2.

Datos de EVM con ECD y TAPR para el Proyecto de Muestra.

Baseline (months) — Planned Duration	12	12	12	12	12
Baseline (months) — Actual Time (AT) Duration	4	5	6	7	8
Current Schedule (months) — Estimated Completion Date (ECD)	12	12	13	13	13
BUDGET					
BAC	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
PROGRESS/STATUS (Cumulative)					
PV	2,179,262	3,601,747	5,173,514	6,873,468	8,355,833
EV	1,673,049	2,740,804	3,858,570	5,176,336	6,464,323
AC	1,874,165	3,097,502	4,449,222	5,959,297	7,613,675
ETC	10,326,951	9,259,196	8,141,430	7,924,920	6,720,677
To Complete Forecast	1,874,165	3,097,502	4,449,222	5,959,297	7,613,675
EAC (Reported)	12,210,000	12,435,000	12,612,300	13,101,256	13,185,000
PROGRESS/STATUS (Incremental)					
PV	891,700	1,422,485	1,571,767	1,699,954	1,482,365
EV	717,744	1,067,755	1,117,766	1,317,766	1,287,987
AC	779,738	1,223,337	1,351,720	1,510,075	1,654,378
ESTIMATED COMPLETION DATE (ECD) DURATION FORMULA'S					
ECD = Time Now + Months to Complete					
1. ECD = Time Now + (BAC - EVcum) / PV curr	15.6	11.5	11.2	11.0	11.7
2. ECD = Time Now + (BAC - EVcum) / PV avg	23.0	17.9	15.4	13.9	13.3
3. ECD = Time Now + (BAC - EVcum) / PV curr	18.4	13.7	13.3	12.2	12.3
4. ECD = Time Now + (BAC - EVcum) / PV avg	28.7	21.9	18.7	16.2	14.9
ECD VALIDITY					
TAPR_avg	1,290,869	1,322,742	1,163,061	1,137,277	1,107,135
PV_avg	544,816	720,349	862,252	981,924	1,044,479
EV_avg	418,262	548,161	643,095	739,477	808,040

Gráfica 3.

Curva S del EVM del Proyecto de Muestra representando el rango de la ECD de la Tabla 2.

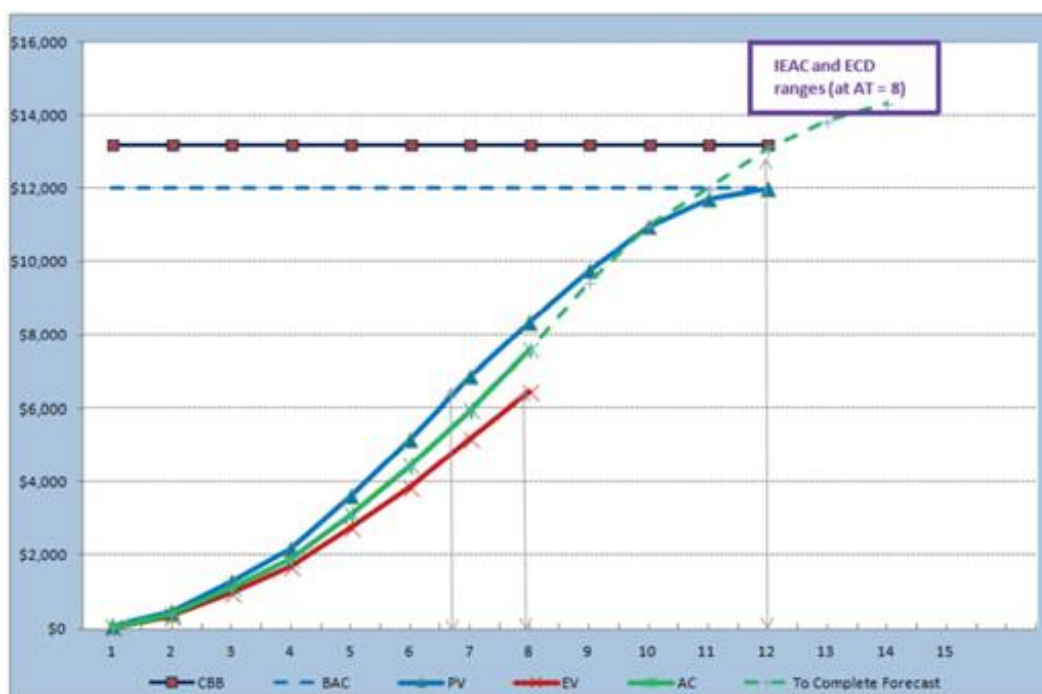


El gráfico 3 muestra la curva S para los datos de este proyecto de muestra en la Tabla 2, y muestra una línea donde se calcularon los rangos de fechas de ECD (en el tiempo real, mes 8).

Utilizando los datos de la Tabla 1 y la Tabla 2, la Gráfica 4 ilustra los rangos de ECD e IEAC para el tiempo real 8.

Gráfica 4.

Curva S del EVM del Proyecto de Muestra representando los rangos de la ECD y de la IEAC de las Tablas 1 y 2. AT=8



1.2.4 Análisis de la Programación Ganada (ES)

La programación ganada (ES) es un método para utilizar elementos del valor ganado basados en la duración, fácilmente disponibles, para calcular el rendimiento y las variaciones en la ejecución del cronograma y, asimismo, predecir la duración del proyecto. Cuando el SPI se

calcula en función a una unidad de dinero está potencialmente distorsionado para medir el desempeño del cronograma, ya que mide el trabajo completado antes o después del cronograma de referencia. Otra desventaja, es que el SPI tiende a tomar el valor de 1.0 en el último 25% del proyecto, lo que puede distorsionar la medida real en el desempeño del cronograma. Otro inconveniente inherente es que siempre es igual a 1.0 cuando se completa el alcance del trabajo, independientemente de cuándo se completó (temprano o tarde), lo que arroja un resultado contrario a la intuición.

Por otra parte, la ES proporciona indicadores de desempeño suplementarios basados en tiempo o duración que permiten al CAM o al gerente de proyecto realizar un análisis del cronograma de una manera similar a la forma en que se aplican y analizan los datos de EVM basados en costos, sin las complicaciones intrínsecas asociadas con el SPI. La ES utiliza los elementos basados en tiempo o duración de los componentes del EVM relacionados, pero debido a que no hace referencia a la curva de Valor Planificado (PV), elimina las anomalías propias del SPI. Se ha demostrado que este método proporciona indicadores y predictores de programación fiables y comparables a las fórmulas de la ECD convencionales analizadas anteriormente.

La terminología de ES es muy similar a la de EVM. En la mayoría de los casos, los términos ES son comparables con los utilizados para EVM, pero al término de ES se agrega el sufijo (t). La Tabla 3 a continuación compara la terminología de ES con la terminología de EVM.

Tabla 3.

Terminología de Valor Ganado vs Terminología de Programación Ganada

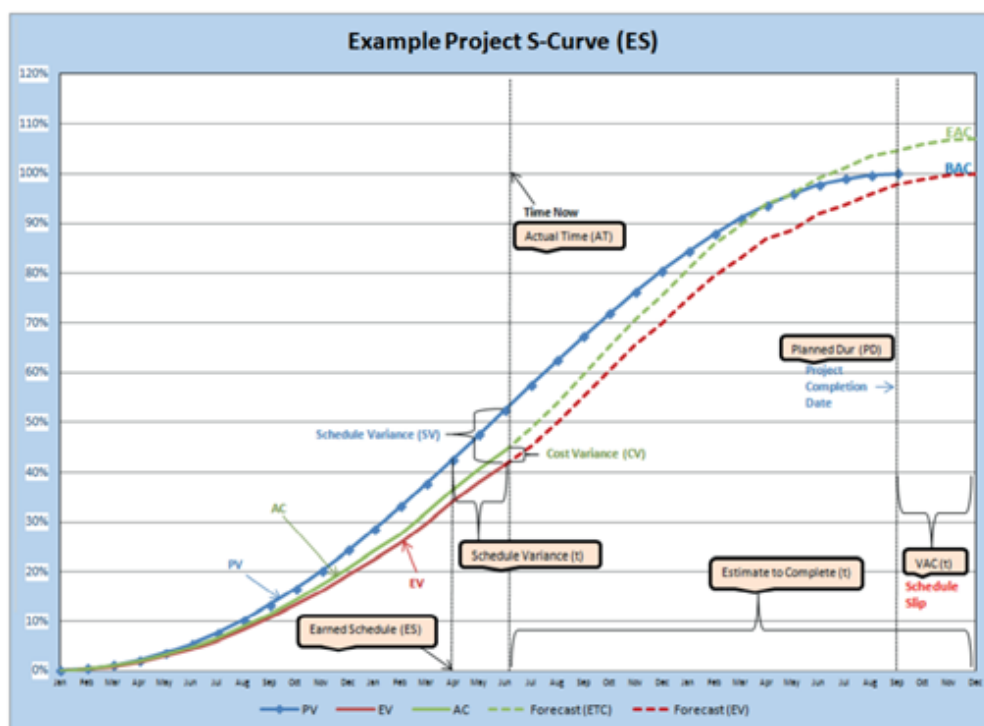
Aplicación	Término EVM	Término comparable ES
Presupuesto	Presupuesto al Finalizar - BAC	Duración Planeada - PD
Estado del proyecto	Valor Ganado - EV	Programación Ganada - ES
	Costo Real - AC	Tiempo Real - AT

Aplicación	Término EVM	Término comparable ES
	Variación del Cronograma - SV	Variación del Cronograma (en tiempo) - SV(t)
Trabajo Restante	Costo Presupuestado del Trabajo Restante - BCWR	Duración Planeada del Trabajo Restante - PDWR
	Estimado para Completar el Proyecto - ETC	Estimado para Completar el Proyecto en tiempo – ETC(t)
Proyecciones	Variación a la Finalización – VAC	Variación a la Fianlización (en tiempo) – VAC(t)
	Estimación en la Culminación - EAC	Estimación en la Culminación (en tiempo) – EAC(t)
	Estimación en la Culminación Independiente - IEAC	Estimación en la Culminación Independiente (en tiempo)- IEAC(t)

La Gráfica 5 ilustra la curva S del Proyecto de Muestra tanto en términos de EVM como en términos de ES.

Gráfica 5.

Curva S del Proyecto de Muestra con los componentes de Programación Ganada - ES.



1.2.4.1 Uso de ecuaciones e indicadores básicos de Programación Ganada (ES) para evaluar la Duración del Cronograma. La programación ganada (ES) es el número de periodos de tiempo del valor planificado (PV) comparable al EV acumulado (esto incluye el número total de periodos de tiempo más cualquier tipo de contribuciones parciales al proyecto):

Ejemplo: Utilizando los datos de EV del mes 8 de la Tabla 2 y datos de ES de la Tabla 4 (presentada más abajo).

❖ Duración Planificada, (PD)

Esto es comparable al BAC en un análisis de Gestión del Valor Ganado. La duración planificada es el número de meses en el cronograma del proyecto de línea base. De la Tabla 4 a continuación, PD = 12.

❖ Programación Ganada, (ES)

$$ES = C + I$$

Donde:

(Ecuación 18)

C = número de incrementos de tiempo completo del PV del proyecto para los cuales el EVcum es mayor o igual al PV

Y donde, I = incremento de tiempo del valor planificado parcial calculado por:

$$I = (EV_{cum} - PV_C) / (PV_{C+1} - PV_C) \quad \text{(Ecuación 19)}$$

De la Tabla 2, en el mes 6, PV = 5,173,514 y en el mes 7, PV = 6,873,468. Con un EV acumulado de 6,464,323, seis meses de PV se han ganado en su totalidad y una parte del séptimo mes se ha ganado, por lo tanto, C = 6. El período incremental restante de la ES se calcula de la siguiente manera:

$$I = (6,464,323 - 5,173,514) / (6,873,468 - 5,173,514)$$

$$I = 1,290,809 / 1,699,954 = 0.76$$

Por lo tanto, $ES = 6 + 0.76 = 6.76$

❖ Variación del Cronograma, $SV(t)$

$SV(t) = ES - AT$. (Esto es comparable con el EVM donde $SV = EV - PV$.)

Donde: ES es el número de meses de trabajo completado y AT es el tiempo real (Ecuación 20)
(en meses) desde la fecha de inicio del proyecto.

Usando el ejemplo anterior y la Tabla 4 a continuación, $SV(t) = 6.76 - 8 = -1.24$ (retrasado en el cronograma por 1.24 meses)

❖ Índice de Desempeño del Cronograma, $SPI(t)$ (Ecuación 21)

$SPI(t) = ES / AT$. (Esto es comparable a $SPI = EV / PV$ en métricas EVM.) (Ecuación 21)

Del ejemplo de cálculo de ES anterior, $SPI(t) = ES / AT = 6.76 / 8 = 0.845$ (La Tabla 4 muestra el valor redondeado a 0.85)

❖ Estimación en la Culminación, $EAC(t)$

$EAC(t)$ es la duración estimada del proyecto en meses donde $EAC(t) =$

$PD / SPI(t)$. (Esto es comparable a la ecuación EVMS EAC de $EAC = BAC / CPI$ pero usa elementos basados en la duración.) (Ecuación 22)

Del ejemplo anterior, $EAC(t) = 12 / 0.845 = 14.20$

❖ Duración Planificada del Trabajo Restante, (PDWR)

Duración planificada del trabajo restante, $PDWR = (PD - ES)$. (Esto es comparable a EVM $BCWR = (BAC - EV)$.)

(Ecuación 23)

Donde: PD es la duración del programa de referencia y ES es el número de meses de trabajo completado.

Del ejemplo anterior, $PDWR = (12 - 6.76) = 5.24$

❖ Variación a la Finalización, VAC (t)

$VAC(t) = (PD - EAC(t))$. Esta es la diferencia entre la duración del proyecto de referencia (PD) y la duración estimada del proyecto (EAC (t)) en meses. Esto es comparable a $VAC = BAC - EAC$ en métricas EVM.

Del ejemplo anterior, $VAC(t) = (12-14,20) = -2.20$ o 2.2 meses más allá de la duración planificada.

Tabla 4.

Datos de ES del Proyecto de Muestra.

Baseline (months) — Planned Duration	12	12	12	12	12
Baseline (months) — Actual Time (AT) Duration	4	5	6	7	8
Current Schedule (months) — Estimated Completion Date (ECD)	12	12	13	13	13
EARNED SCHEDULE IEAC(t) Formulas					
$SPI(t) = ES / AT$	0.85	0.88	0.86	0.86	0.85
Earned Schedule (ES) = $SPI(t) * AT$	3.40	4.40	5.16	6.00	6.76

1.2.4.2 Ecuaciones de IEAC (t) relacionadas con el rango del cronograma de ECD usando la Programación Ganada (ES). Las IEAC se desarrollan a partir de la información disponible sobre el estado del proyecto, de modo que se puede verificar su credibilidad y consistencia. Los índices de rendimiento basados en ES pueden proporcionar información sobre un rango para la fecha estimada de finalización del proyecto. Los índices de desempeño basados en la programación ganada también pueden proporcionar información sobre un rango para la Estimación en la Culminación (de tiempo) - EAC (t). Esto es importante porque la duración del cronograma tiene un impacto significativo en el costo del proyecto.

Las duraciones de IEAC (t) de la programación ganada proporcionan una duración estimada del proyecto. Estas ecuaciones de IEAC (t) proporcionan una fecha de finalización del

proyecto calculada, basada en el desempeño histórico del proyecto basado en la duración, asimismo, proporcionan un punto de referencia con el que se puede hacer una comparación con la fecha de finalización del proyecto informada en el cronograma actual. Cuando se identifican diferencias significativas entre la fecha de finalización del cronograma actual del proyecto y la IEAC (t), se justifica una revisión adicional para obtener una comprensión completa de las razones de las diferencias.

Existen varios métodos para calcular la IEAC(t), y así como los métodos utilizados para predecir el costo de EAC, todos tienen algunas limitaciones o debilidades. La ecuación IEAC (t) que se usa para comparar con la ECD del CAM o la ECD del proyecto debe ser consistente con el estado del proyecto y las tendencias de desempeño. Cada ecuación necesita ser evaluada para determinar qué ecuación de ECD predice con mayor precisión la EAC (t) en cualquier nivel de la EDT del proyecto.

Tabla 5.

Datos de ES con EAC(t) y TSPI para el Proyecto de Muestra.

Baseline (months) — Planned Duration	12	12	12	12	12
Baseline (months) — Actual Time (AT) Duration	4	5	6	7	8
Current Schedule (months) — Estimated Completion Date (ECD)	12	12	13	13	13
EARNED SCHEDULE IEAC(t) Formulas					
$SPI(t) = ES / AT$	0.85	0.88	0.86	0.86	0.85
Earned Schedule (ES) = SPI(t) X AT	3.40	4.40	5.16	6.00	6.76
1. $EAC(t) = AT + (PD - ES)$	12.6	12.6	12.8	13.0	13.2
2. $EAC(t) = PD / SPI(t)$	14.1	13.6	14.0	14.0	14.2
3. $EAC(t) = AT + (PD - ES) / SPI(t)$	14.1	13.6	14.0	14.0	14.2
AVERAGE OF ALL FORMULAS	13.6	13.3	13.6	13.7	13.9
EAC VALIDITY					
$TAPR(t) = (PD - ES_{cum}) / (EAC(t) - AT)$	1.08	1.09	0.98	1.00	1.05
$SPI(t) = ES / AT$	0.85	0.88	0.86	0.86	0.85

Nota: Para cada una de las ecuaciones a continuación, el ejemplo utilizará los datos del mes 8 de la Tabla 5, donde PD = 12, AT = 8, ES = 6.76, SPI (t) = 0.845.

$ECD(t) = AT + (PD - ES)$. (Esto es comparable a $EAC = AC + (BAC - EV)$ usado en EVM) (Ecuación 25)

Ejemplo: $ECD(t) = 8 + (12 - 6.76) = 8 + 5.24 = 13.24$. Esta ecuación asume que la duración restante del alcance del trabajo se cumplirá según lo planeado, independientemente del desempeño anterior. En otras palabras, incluso si el progreso hasta la fecha indica una variación de programación, no se prevén más variaciones de programación. Si la ES hasta la fecha y el AT son esencialmente iguales, entonces esta puede ser una ecuación válida para usar. Esta ecuación se utiliza mejor al principio de la vida del proyecto cuando no hay suficientes datos históricos disponibles para predecir el desempeño futuro. Si el proyecto o la cuenta de control está experimentando una variación significativa en la duración del cronograma hasta la fecha, esta ecuación producirá un EAC (t) demasiado optimista o pesimista.

$ECD(t) = PD / SPI(t)$ (Esto es comparable a $EAC = BAC / CPI$ usado en EVM) (Ecuación 26)

Ejemplo: $ECD(t) = 12 / 0.845 = 14.20$

Esta ecuación es conocida como la forma corta de la ecuación de IEAC (t). Se asume que el desempeño del cronograma hasta la fecha ($SPI(t)$) continuará para el esfuerzo de trabajo restante. Si $SPI(t)$ no es estable, esta ecuación arrojará resultados sospechosos. El $SPI(t)$ generalmente se vuelve más estable con el tiempo, por lo que este es el índice preferido, pero no se debe confiar en él hasta que se haya realizado un progreso suficiente para lograr la estabilidad en este índice. Más adelante en el proyecto, cuando la curva en S comienza a aplanarse (alrededor del 80% completo), un $SPI(t)$ a corto plazo puede ser un mejor indicador de la duración restante. Vea la ecuación a continuación

$ECD(t) = AT + (PD - ES) / SPI(t)$ (Esto es comparable a $EAC = AC + (BAC - EV) / CPI$ usado en EVM) (Ecuación 27)

Ejemplo: $ECD(t) = 8 + (12 - 6.76) / .845 = 8 + (5.24 / .845) = 14.2$

Esta ecuación se conoce como la ecuación IEAC (t) de duración del cronograma de formato largo. Se asume que el desempeño del cronograma hasta la fecha (SPI (t)) continuará durante el esfuerzo de trabajo restante, pero desglosa la duración histórica y futura por separado. El SPI (t) generalmente se vuelve más estable con el tiempo, por lo que este es el índice predilecto, sin embargo, no se debe confiar en él hasta que se haya realizado un progreso suficiente para lograr la estabilidad en este índice.

Si el SPI (t) no es estable, esta ecuación producirá resultados sospechosos. Una alternativa a esta ecuación es utilizar un SPI (t) promedio móvil de 3 o 6 meses. Al final de un proyecto, después de que la curva S comienza a aplanarse un poco y el desempeño histórico ya no es una suposición válida, un SPI (t) de duración más corta, 3 o 6 meses, puede resultar en una evaluación más precisa de la duración restante. La ventaja de hacer esto es que el desempeño reciente se contabiliza, en lugar de ser acumulativo, y puede ser más indicativo del desempeño futuro.

1.2.4.3 Índice de Desempeño del Cronograma del Trabajo por Completar TSPI (t).

Los datos de desempeño histórico del proyecto basados en el tiempo es uno de los elementos de consideración que se utilizan para ayudar al administrador de cuentas de control (CAM) a comparar la precisión de la ECD (t). El TSPI (t) se utiliza para evaluar el desempeño futuro del cronograma necesario para lograr la fecha de finalización del cronograma informada. Representa el rendimiento del cronograma basado en el tiempo calculado necesario para completar el trabajo restante por el ECD (t) que se muestra en el cronograma actual. La ecuación es la siguiente:

$$TSPI(t) = (PD - EScum) / (ECD(t) - AT) \quad (\text{Ecuación 28})$$

Esto se compara con el desempeño del cronograma basado en el tiempo logrado hasta la fecha donde:

$$\text{Índice de desempeño del cronograma, } SPI(t) = ES / AT \quad (\text{Ecuación 29})$$

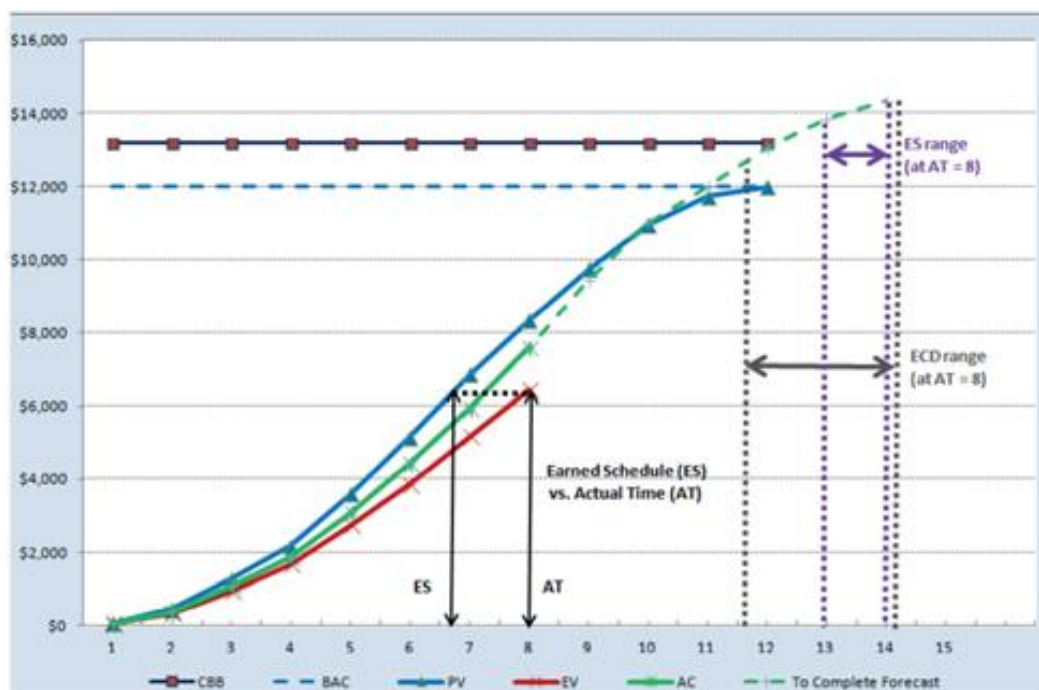
El CAM debe comparar el TSPI (t) con SPI (t). Si el desempeño del programa basado en el tiempo hasta la fecha SPI (t) varía del desempeño del programa basado en el tiempo calculado para el trabajo restante TSPI (t) en más de un 5-10%, esto sugiere un cambio en la tasa de desempeño del trabajo. Una diferencia en la tasa de desempeño histórico y futuro justifica una investigación hasta que el CAM o el gerente del proyecto comprendan y concilien la variación obtenida. El CAM o gerente de proyecto debe evaluar esta diferencia y ser capaz de comprender por qué el desempeño futuro variará del desempeño histórico, de lo contrario, la fecha de finalización de su programa puede ser cuestionada.

En la Tabla 5 se utilizan los datos del proyecto de la Tabla 2 y utilizando la Programación Ganada, se calcula el rango de duración EAC (t). Para los datos de este proyecto de muestra, el SPI (t) es 0.85 y el TSPI es 1.05, lo que indica que el desempeño del cronograma del proyecto deberá aumentar significativamente para lograr la fecha de finalización estimada informada de 13 meses.

La Gráfico 6 a continuación muestra la curva S del proyecto mencionado y muestra el rango de tiempo estimado de la ECD de EVM y el rango de tiempo proyectado de la ES, EAC (t).

Gráfica 6.

Curva S del Proyecto de Muestra con los rangos de tiempo proyectados por ECD y EAC(t).



1.2.5 Estimación de los recursos y costos para completar el trabajo autorizado restante (ETC)

El desarrollo de cualquier EAC debe considerar no solo cuánto se ha gastado hasta la fecha, sino también qué trabajo se ha realizado. Por ejemplo, un proyecto puede haber gastado el 50% de su presupuesto, pero solo estar completado en un 35%. **El ETC debe tener una fase de tiempo para reflejar cuándo se completará el trabajo restante y qué recursos se necesitan para completar el alcance del esfuerzo laboral.** Se muestra un resumen de esta información en el Reporte de Desempeño del Proyecto (CPR) que muestra los requisitos de recursos por fases. El ETC requiere una comprensión de qué trabajo queda por completar y cuándo se prevé que se complete. Por ejemplo, ¿qué tareas quedan incompletas o aún no han comenzado? ¿Se han resuelto

todos los problemas técnicos actuales? ¿Existe algún riesgo recientemente identificado asociado con el trabajo restante?

Hay una serie de factores que deben tenerse en cuenta al desarrollar el ETC. Estos pueden incluir lo siguiente:

- Estado y progreso del cronograma de trabajo, con especial atención a la ruta crítica y la ruta casi crítica.
- Un cronograma de trabajo realista para el trabajo restante y los requisitos de recursos para garantizar que la fecha de finalización estimada sea razonable.
- Estimaciones de las condiciones futuras del proyecto.
- Costo estimado del alcance de trabajo aprobado restante, incluidos los valores de equipos y materiales.
- Costo estimado de cualquier tendencia dentro del alcance que aún requiera disposición.
- Costo estimado de cualquier trabajo autorizado sin precio (AUW) mantenido en cuentas de control y Presupuesto no distribuido (UB) que no se ha definido.
- Diferencias entre las tasas de costo unitario de material planificadas con respecto a las reales y las tasas de mano de obra (directas e indirectas).
- Costo histórico del proyecto y datos de valor ganado del cronograma (por ejemplo, SPI, CPI, etc.)
- Problemas y éxitos hasta la fecha, junto con una evaluación del impacto en esfuerzos laborales restantes similares.
- Costo estimado de mitigar los riesgos recientemente identificados y las acciones correctivas, junto con el impacto en la cuenta de reserva de gestión del proyecto.
- Estimar los ahorros de costos de cualquier oportunidad futura.

- Disponibilidad de personal / recursos.
- Plazo y disponibilidad de financiamiento del cliente
- Costo potencial de cualquier reclamo de subcontratista no resuelto. (Nota: las reclamaciones no resueltas aún no se aceptan y deben etiquetarse claramente como tales).

1.2.6 Revisión de la Estimación al finalizar (EAC)

Una vez que se hayan completado los primeros cinco pasos (discutidos en las secciones anteriores):

1. Validación de la EAC como razonable
2. Recolección de los costos reales acumulados a lo largo de un período determinado
3. Cálculo la fecha de finalización del cronograma
4. Análisis de Programación Ganada (ES)
5. Estimación de los recursos y costos para completar el trabajo autorizado restante (ETC)

Los CAM realizarán una evaluación final y realizarán ajustes a su EAC para cada cuenta de control, según corresponda. También pueden necesitar preparar explicaciones para cualquier EAC que pueda ser cuestionado debido a diferencias con respecto a la IEAC y / o IEAC (t). Es una buena práctica para los CAM documentar las entradas y los supuestos utilizados para determinar su EAC a nivel de las CA. Los CAM también deben comunicar al gerente de proyecto cualquier condición, tendencia no resuelta, riesgo u oportunidades restante, etc., para que el gerente de proyecto las considere al determinar la EAC del proyecto.

El gerente del proyecto también debe considerar: desempeño histórico, condiciones, una evaluación de los riesgos y oportunidades restantes, tendencias no resueltas, reclamos potenciales

y otros factores para determinar la EAC más probable, mínimo y máximo para informar interna o externamente, según corresponda. En el mejor de los casos, la EAC asume que las circunstancias y condiciones ideales ocurrirán durante el resto del proyecto y resulta en el menor costo para el cliente. El caso más probable es lo que el PM espera que ocurra realmente, reconociendo el desempeño hasta la fecha, las tendencias, las condiciones probables y los riesgos restantes, junto con otros factores. En el peor de los casos, asumirá que en su EAC que los riesgos identificados ocurrirán junto con cualquier tendencia negativa y resulta en el costo más alto para el cliente.

La que proyecta el PM también debe considerar cualquier asignación de riesgo bajo su control. Las EAC resumidas del CAM a nivel de la PMB deben estar dentro del rango de EAC del director del proyecto (mínimo y máximo) o el director del proyecto debe proporcionar una explicación de las diferencias. Es una buena práctica para el PM documentar los diferentes insumos y supuestos utilizados para determinar su EAC.

2. Referencias

1. Christensen, David S., PhD, and Scott Heise. Cost Performance Index Stability, National Contract Management Journal, Vol 25, National Contract Management Association, Arlington, VA, 1993.
2. Lipke, Walt, and Kym Henderson, Earned Schedule: An Emerging Enhancement to Earned Value Management, CrossTalk, November 2006, U.S. Air Force Software Technology Support Center, Hill AB, UT, 2006.
3. Fleming, Quentin W., and Joel M. Koppelman, Earned Value Project Management, Project Management Institute, Newton Square, PA, 1996.

4. Lipke, Walt, Earned Schedule - Ten Years After, The Measurable News, 2013 Issue 3, College of Performance Management, Reston, VA, 2013.
5. Loop, Robert, EVP PSP, Schedule Metrics Reliability and Predictability, 2013 ACE International Transactions, EVM.1227, AACE International, Morgantown, WV, 2013.
6. Lipke, Walt., Connecting Earned Value to the Schedule, PM - CPM Conference, May 2005
7. Budd, Charles I., and Charlene S. Budd, Earned Value Project Management, Management Concepts 2010.
8. Practice Standard for Earned Value Management 2nd ed, Project Management Institute, Newton Square, PA, 2011
9. Humphreys, Gary C., Project Management Using Earned Value, 2nd ed, Humphreys and Associates, 2002
10. Amos, Scott J., Editor, Skills and Knowledge of Cost Engineering, 5th ed, AACE International, Morgantown, WV, 2004.
11. Humphreys, Kenneth K., Editor, Project and Cost Engineer's Handbook, 4th ed, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, 2005.
12. NDIA PMSC Earned Value Management Systems Intent Guide August 2012 Edition, National Defense Industrial Association.
13. DAU 262 EVMS Module 7 ANSI Analysis & Management Reports Guidelines.
14. H. L. Stephenson, Ed., Total Cost Management Framework: An Integrated Approach to Portfolio, Program and Project Management, 2nd ed., Morgantown, WV: ACE International, Latest revision.
15. ACE International, Recommended Practice 105-90, Cost Engineering Terminology, AACE International, Morgantown, WV. (latest revision)

16. ACE International, Recommended Practice 75R-13, Schedule and Cost Reserves within the Framework of ANSI EIA-748, AACE International, Morgantown, WV. (latest revision)
17. Comparison of Earned Schedule to EVMS Schedule and Metrics, Ron Clendenon, VP: Dan Muehleisen, EVP, 2015 ACE International Transactions, EVM.1959, ACE International, Morgantown, WV, 2015
18. How to Successfully Use Earned Value on Projects, Joseph A. Lukas, PE CCP, 2017 AACE International Transactions, EVM-2606, ACE International, Morgantown, WV, 2017
19. A Survival Guide for Using EVMS on Small EPC Projects, Matthew Christopher Baker, CCP CCT, 2015 AACE International Transactions, EVM.1896, ACE International, Morgantown, WV, 2015
20. Unpacking Earned Value Management for Oil and Gas Projects, Anton W. van der Steege, CCP, 2019 AACE International Transactions, EVM-3165, AACE International, Morgantown, WV, 2019

3. Contribuyentes

Descargo de responsabilidad: El contenido proporcionado por los colaboradores de esta práctica recomendada es propio y no refleja necesariamente el de sus empleadores, a menos que se indique lo contrario.

3 de diciembre de 2019 Revisión:

Eric Marcantoni, vicepresidente ejecutivo (colaborador principal)

Debbie D. Powell, vicepresidenta ejecutiva

Jill Mashburn, vicepresidenta ejecutiva

11 de noviembre de 2014 Revisión:

Eric Marcantoni, vicepresidente (colaborador principal)

Robert Loop, vicepresidente ejecutivo de PSP

Dan Melamed, vicepresidente ejecutivo del PCCh

Richard C. Plumery, vicepresidente ejecutivo

7 de julio de 2022 Traducción y Adaptación:

Julián Camilo Moncaleano Vega. Estudiante Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción – UIS – Cohorte XV.

Álvaro Camilo Andrés Peñaloza. Estudiante Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción – UIS – Cohorte XV.

Anexo 1. Tabla de siglas y traducciones

Siglas	Significado	Traducción
AC	Actual Cost	Costo Real del Trabajo Ejecutado
ANSI	American National Standards Institute	Instituto Nacional Americano de Estándares
BAC	Budget At Completion	Presupuesto al Finalizar
BCWR	Budgeted Cost for Work Remaining	Costo Presupuestado del Trabajo Restante
CA	Control Account	Cuenta de Control
CPI	Cost Performance Index	Índice de Desempeño de los Costos
CPIcum	Cost Performance Index (cumulative)	Índice de Desempeño de los Costos (acumulado)
CPR	Contract Performance Report	Reporte de Desempeño del Proyecto
EAC	Estimate At Completion	Estimación en la Culminación
ECD	Estimate Completion Date	Fecha Estimada de Finalización
EIA	Electronics Industries Alliance	Alianza de Industrias Electrónicas
ES	Earned Schedule	Programación Ganada
ETC	Estimate to Complete	Estimado para Completar el Proyecto
EV	Earned Value	Valor Ganado
EVcurr	Earned Value (current)	Valor Ganado (incremental)
Evcum	Earned Value (cumulative)	Valor Ganado (acumulado)
EVM	Earned Value Management	Gestión del Valor Ganado
EVMS	748 Earned Value Management Systems	Sistemas de Gestión del Valor Ganado
IEAC	Independent Estimate At Completion	Estimación para la Culminación Independiente
PDWR	Planned Duration of Work Remaining	Duración Planeada del Trabajo Restante
PM	Project Manager	Director del Proyecto
PMB	Performance Measurement Baseline	Línea Base de Medición de Desempeño

Siglas	Significado	Traducción
PVcurr	Planned Value (current)	Valor Planeado (incremental)
PVavg	Planned Value (average)	Valor Planeado (promedio)
RP	Recommended Practice	Práctica Recomendada
SCI	Schedule Cost Index	Índice de Costos del Cronograma
SV	Schedule Variation	Variación del Cronograma
TAPR	To Complete Average Performance Rate	Tasa de Desempeño Promedio del Trabajo Restante
TCM	Total Cost Management	Total Cost Management
TCPI	To Complete Performance Index	Índice de Desempeño de Costos del Trabajo por Completar
TSPI	To Complete Schedule Performance Index	Índice de Desempeño de Cronograma del Trabajo por Completar
VAC	Variance at Completion	Variación a la Finalización
VAR	Variance Analysis Report	Reporte de Análisis de Desviaciones