

RIESGO ASUMIDO POR EL CONTRATISTA POR DEMORAS EN LA
EJECUCIÓN DE LAS TAREAS, EVALUADOS POR EL MÉTODO DEL VALOR
GANADO.

Autor.

Daniel Antonio Avila Navarro

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2020

RIESGO ASUMIDO POR EL CONTRATISTA POR DEMORAS EN LA
EJECUCIÓN DE LAS TAREAS, EVALUADOS POR EL MÉTODO DEL VALOR
GANADO

Autor.

Daniel Antonio Avila Navarro

Trabajo de Grado en la modalidad de Trabajo de Investigación

Tutor de Trabajo de Grado

Ing. Abraham Ruiz Vásquez

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ

2020



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
2. ANTECEDENTES Y LIMITACIONES	15
2.1. ANTECEDENTES.....	15
2.2. LIMITACIONES	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. MARCO TEÓRICO	18
4.1. DESCRIPCIÓN.....	18
4.2. ELEMENTOS BÁSICOS.....	21
4.3. VARIACIONES E ÍNDICES	22
4.3.1. VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA (SV)	22
4.3.2. VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA PORCENTUAL (SV%)	22
4.3.3. VARIACIÓN DEL COSTO (CV):.....	22
4.3.4. VARIACIÓN DEL COSTO PORCENTUAL (CV%)	22
4.3.5. ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA (SPI).....	23
4.3.6. ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTO (CPI):	23
4.4. PRONÓSTICOS	23
5. ESTADO DEL ARTE	25
6. OBJETIVOS.....	28
6.1. OBJETIVO GENERAL	28
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28

7. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	29
8. RIESGOS DEL CONTRATISTA	33
9. HERRAMIENTA MS PROJECT.....	35
CONCLUSIONES	44
BIBLIOGRAFÍA.....	46

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Pronósticos	23

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1 Línea Base de Medición del Rendimiento	19
Ilustración 2 Valor Ganado en un Contexto Ágil	20
Ilustración 3 Técnica del valor ganado definiciones.....	21
Ilustración 4 Metas Físicas	35
Ilustración 5 Asignación metas Físicas	36
Ilustración 6 Hoja de Recursos	37
Ilustración 7 Valor Acumulado	38
Ilustración 8 Valor Acumulado Ejemplo	39
Ilustración 9 Uso de Recursos	40
Ilustración 10 Modificación de Recursos.....	40
Ilustración 11 Visualización de las variaciones	41
Ilustración 12 Informes.....	42

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Correspondencia Contratista.pdf

Anexo 2 Cronograma de Actividades.pdf

Anexo 3 Valor Acumulado.pdf

Anexo 4 Información General Costos.pdf

Anexo 5 Próximas Tareas.pdf

Anexo 6 Flujo de Caja.pdf

Anexo 7 Tareas Críticas.pdf

Anexo 8 Tareas Retrasadas.pdf

Anexo 9 Manual de Implementación del valor ganado a través del MS Project.pdf

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, Fecha de Sustentación: _____

TEMA

Evaluar mediante el método del valor ganado el riesgo asumido por el contratista de obra, al realizar malas prácticas ocasionando demoras en el proyecto y afectando de manera directa el presupuesto y la programación.

TITULO

RIESGO ASUMIDO POR EL CONTRATISTA POR DEMORAS EN LA EJECUCIÓN DE LAS TAREAS, EVALUADOS POR EL MÉTODO DEL VALOR GANADO.

ALTERNATIVA

Trabajo de Investigación

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión integral dinámica de las organizaciones empresariales.

DEDICATORIA

A mis padres y pareja, los cuales han estado en toda mi formación profesional apoyándome y constantemente enseñándome que con esfuerzo se logran las metas que se quieren alcanzar.

AGRADECIMIENTOS

Con el presente trabajo agradezco a cada uno de los docentes de la universidad por transmitir su conocimiento y ayudarme en mi formación académica, en especial a mi tutor de tesis Ing Abraham Ruíz Vázquez que con su infinito conocimiento, correcciones y consejos termino el preste trabajo de grado.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del trabajo de grado se toma como único ejemplo la identificación del riesgo asumido por el CONSORCIO ALIANZA PORTAL AMÉRICAS el cual es contratista y se encuentra realizando la ampliación al portal Américas de Transmilenio.

El contrato de obra número 1536 de 2018 tiene un plazo de ejecución de 12 meses contados a partir del 13 de mayo de 2019 y con fecha de terminación de 12 de mayo de 2020. A la fecha el contratista se ha encontrado problemas los cuales conllevan a modificaciones del contrato y así de la programación, con lo cual es pertinente la identificación de los riesgos que debe asumir.

La metodología que se implementó para realizar la identificación del riesgo que debe asumir el contratista por las demoras se evaluará mediante el método del valor ganado, la cual contempla como información de interés en su accionar el presupuesto y programación de obra presentado por el contratista y las modificaciones por las cuales el contratista se ha visto afectado a lo largo del proyecto.

En este trabajo se realizó la verificación de las metas físicas las cuales hacen parte fundamental de la programación ya previamente presentada por el contratista, por lo cual, mediante esto, se verificaron las demoras que pueden afectar el proyecto e incurrir en riesgos para este.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las obras de infraestructura son de suma importancia para el desarrollo de un país, por tal motivo se deben realizar contratos o convenios en los cuales se ven involucradas entidades públicas y/o privadas con normas que tienen como fin establecer las reglas de juego para la correcta ejecución y entrega a satisfacción. En ocasiones hay factores que intervienen en la realización de las labores derivadas de los contratos y/o convenios que conllevan a demoras en la entrega de las obras y que llegan a afectar a las partes involucradas.

¿Cuál es el riesgo que deben asumir los contratistas de obra por posibles demoras que retrasan la ejecución de las tareas programadas?

En las obras de infraestructura se involucran diferentes componentes que el contratista debe abordar de manera efectiva para la ejecución de las obras en los tiempos acordados en los contratos. Estas demoras como bien se sabe, pueden ser por causa del mal manejo de los recursos o de una mala programación desde el inicio, como también suele suceder en el entorno en la gestión de permisos con entidades territoriales y otras posibles causas que lleguen a afectar de manera directa o indirecta al contratista. Por este motivo se requiere hacer la plena identificación del riesgo al cual están sometidos los contratistas de obra al realizar la ejecución de las tareas programadas.

Es de suma importancia conocer los riesgos que se pueden presentar en un contrato de obra logrando así disminuir las afectaciones en el componente presupuestal del contrato o evitar una posible sanción por parte de la entidad contratante.

2. ANTECEDENTES Y LIMITACIONES

2.1. ANTECEDENTES

Colombia tiene como referencia común, la no terminación de las obras por factores presupuestales que tienen los contratistas, ya sea bien, por una mala planeación o una mala ejecución de las tareas o metas físicas.

Son pocos en Colombia los estudios realizados sobre el método del valor ganado y la evaluación del riesgo asumido por el contratista en la parte presupuestal por demora en el desarrollo oportuno de las actividades y/o tareas, de los cuales se muestra la siguiente información.

Como resultado de la implementación del valor ganado en un proyecto de infraestructura se puede concluir en una de muchas "El proyecto presenta un retraso del 50% en el cronograma de actividades, ..., por lo cual la entidad a través de la Interventoría determino realizar una prórroga de 3 meses al contrato para que finalizara el día 5 de diciembre de 2015."¹

Por medio del método del valor ganado se puede obtener diagnósticos que ayudan a identificar problemas tales como demoras y el costo que acarrea. También se logra contemplar alternativas que logren optimiza la ejecución de los proyectos y lograr una finalización exitosa.

2.2. LIMITACIONES

Para el desarrollo del trabajo de grado se requiere todo tipo de información financiera del proyecto en cuestión, con la que se cuenta de manera limitada por

¹ Alberto González, 2016

parte del CONSORCIO ALIANZA PORTAL AMÉRICAS. Solo se puede analizar, de acuerdo con lo programado vs lo ejecutado y el presupuesto de obra del proyecto, dejando así la delimitación que en el análisis del trabajo de grado se realizará solo la identificación del riesgo asumido por demoras en las actividades y el costo en el que incurre para lograr una finalización con éxito.

3. JUSTIFICACIÓN

Ante las presentes problemáticas presentadas en la ejecución y terminación de las obras vistas en Colombia por problemas de malas programación y ejecución de las mismas, es de gran importancia implementar el método del valor ganado con la herramienta Ms Project en dichos proyectos. Por lo cual con este trabajo de investigación se identificará el riesgo que debe asumir el contratista por demoras en la ejecución de tareas programadas y los costos en los que incurre para dar solución a ellas y llegar así a una exitosa finalización del proyecto.

La correcta utilización de los recursos es vital para la vida de un proyecto, esto se logra mediante una buena planeación y/o programación de los mismo, el método del valor ganado es una fuerte herramienta para lograr este objetivo, debido a que suministra datos en tiempo real para la identificación de problemas y posibles soluciones en la marcha de la ejecución de las actividades.

La presente Investigación tiene como fin crear una herramienta en Ms Project, con la que se logre identificar los costos en los que incurre al tener demoras en las actividades programadas y el costo con el cual se verá afectado.

Por otra parte, se busca también la creación de un manual con el cual los interesados puedan implementar en los proyectos, de manera que, se realice todo por medio del método del valor ganado, facilitando así la identificación de problemas con los que se enfrenta en los proyectos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. DESCRIPCIÓN

El método del valor ganado o como se reconoce internacionalmente “Earned Value Method (EVM)”. Reúne un proceso sistemático de ayudas a gerentes de proyecto para facilitar la identificación de problemáticas encontrando variaciones en el mismo que permiten tomar medidas en tiempo real, ya que “EVM se utiliza en el control de costos y cronogramas y puede ser muy útil en el pronóstico del proyecto.” Traducido de “EVM is used on the cost and schedule control and can be very useful in project forecasting.”²

La planificación en todo tipo de proyectos, es de vital importancia, ya que con ella podemos observar riesgos los cuales muchas veces pasamos por alto.

“La planificación abarca a todas las áreas del conocimiento de la dirección de proyectos (integración, alcance, cronograma, costo, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados) y se lleva a cabo de manera gradual y progresiva con procesos iterativos.”³

Lo anterior con el fin que el proyecto desde la etapa de planificación logre prever todo tipo de problemáticas que lo lleguen a afectar de una u otra manera.

La planificación de proyectos mediante el método del valor ganado. Es de vital importancia ya que “Ayuda a definir con mayor precisión dónde estamos en el proyecto, así como a calcular su finalización exitosa.” Traducido de “It helps define

² (Umesh, 2008)

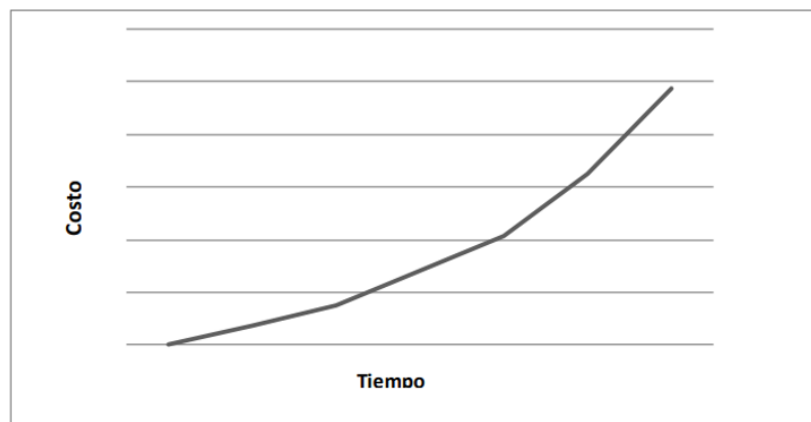
³ (Zambrano Leal, 2012)

more accurately as to where we are in the project as well as calculate its successful completion.”⁴

El método se basa en identificar con precisión las dificultades que puedan afectar el curso del proyecto ya que “EVM implementa un sistema para capturar un plan de línea base y luego rastrear con precisión lo que se entrega contra el plan.” Traducido de “EVM implements a system to capture a baseline plan and then to accurately track what is delivered against the plan.”⁵

El control de los recursos en un proyecto es fundamental para lograr con éxito la meta final del mismo. Para lograr esto, el método del valor ganado reúne en su temática diversos recursos y herramientas con las cuales se logran evidenciar las diferentes dificultades y/o posibles soluciones con las que se puede enfrentar tal proyecto.

Ilustración 1 Línea Base de Medición del Rendimiento



Fuente. (Lacouture, 2015)

En la ilustración anterior se puede observar la línea base de medición del rendimiento (PMB) la cual surge a partir de la información recolectada del proyecto tal como el alcance, el cronograma de actividades y los costos.

⁴ (APMG International, 2017)

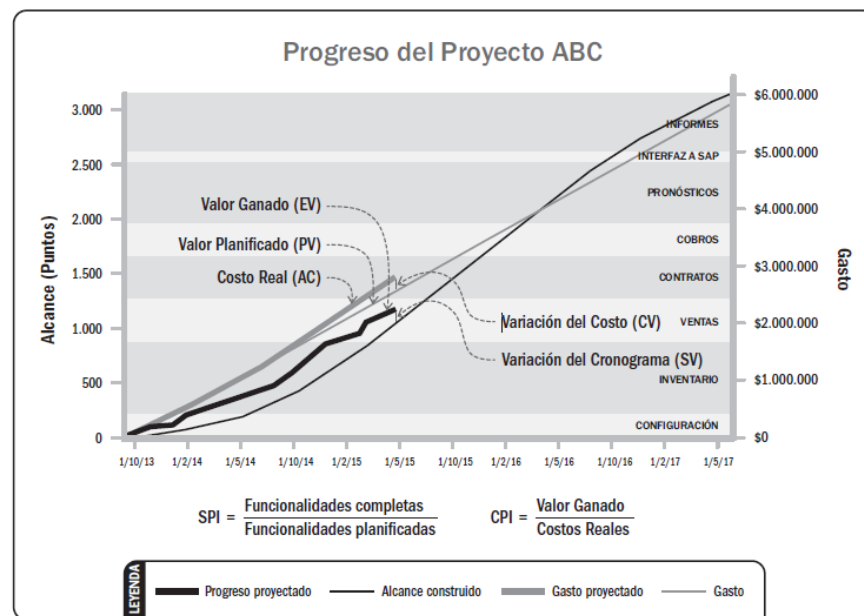
⁵ (Roberts & Roberts, 2017)

El método del valor ganado se centra en la optimización de los recursos mediante la comparación en tiempo real, del costo actual y lo presupuestado, dándonos herramientas gráficas que permitan identificar los retrasos, ganancias obtenidas, si los recursos están siendo direccionados de manera correcta en las actividades en los tiempos previstos y demás indicadores que nos muestran el estado actual del proyecto.

Mediante una buena implementación del valor ganado se logran obtener indicadores de control que revelan información valiosa para el buen manejo del proyecto.

“Un factor fundamental para el éxito de un sistema de gestión del valor ganado es la descomposición de manera estructurada de los componentes que lo integran: alcance, recursos, planificación y presupuesto.”⁶

Ilustración 2 Valor Ganado en un Contexto Ágil



Fuente. (Project Management Institute, 2017 p. 84)

⁶ (Sola, 2003)

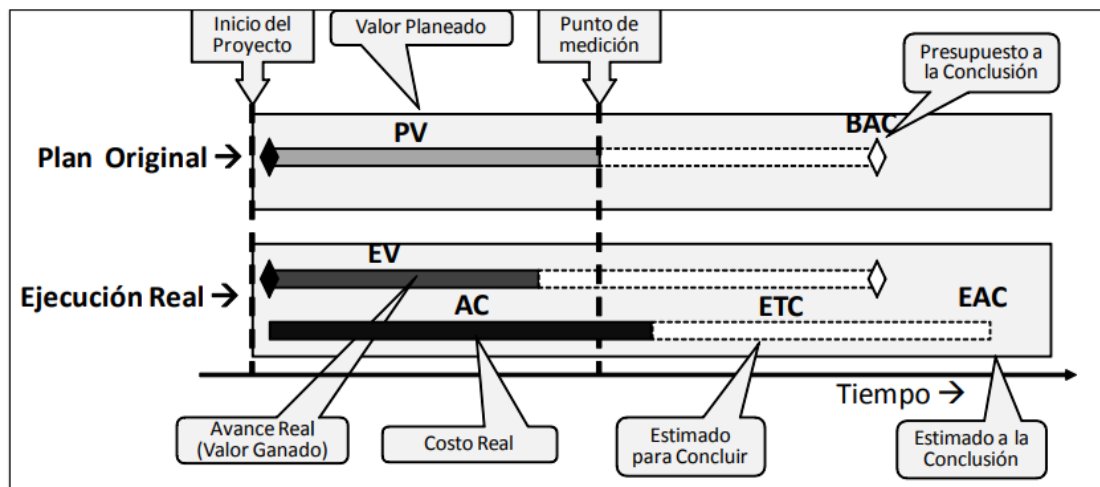
En la ilustración se muestran diferentes elementos los cuales aportan información valiosa a la hora de la gestión correcta de un proyecto, mediante el método del valor ganado y se definen a continuación.

4.2. ELEMENTOS BÁSICOS

Como elementos básicos para la implementación del valor ganado se tienen tres valores fundamentales.

- Valor planificado (PV): Es el valor de la PMB en la fecha de estado o en la que se requiere hacer el estudio. También se obtiene en porcentaje y se calcula mediante la operación de $PV\% = PV/BAC$. BAC = Presupuesto hasta la conclusión por sus siglas en inglés (Budget at completion).
- Valor Ganado (EV): Es lo que se ha realizado en la fecha de estudio, medido con los costos utilizados para definir la PMB.
- Costo Real (AC): Es el costo real de la tarea o actividad en la fecha de estado del proyecto y que también podemos definirlo como porcentaje mediante la operación de $AC\% = AC/BAC$.

Ilustración 3 Técnica del valor ganado definiciones



Fuente. (Lacouture, 2015)

Según la anterior ilustración se ven reflejados cambios en los que el proyecto se ve afectado ya sea por buenas o malas prácticas y las cuales se pueden medir mediante variaciones o índices.

4.3. VARIACIONES E ÍNDICES

Son medidas con las cuales se muestran de manera cuantitativa las variaciones o cambios que han surgido a lo largo de los períodos en los que se hacen puntos de medición en la vida del proyecto y logran identificar los problemas en los que este ha incurrido.

4.3.1. Variación del Cronograma (SV)

Mide el desempeño del cronograma y es útil para la identificación de retrasos con comparación de la PMB.

$$SV = EV - PV$$

4.3.2. Variación del Cronograma Porcentual (SV%)

$$SV\% = SV/PV$$

4.3.3. Variación del Costo (CV):

Indica la relación entre el desempeño real y los costos gastados en la ejecución de las tareas a lo largo del proyecto.

$$CV = EV - AC$$

4.3.4. Variación del Costo Porcentual (CV%)

$$CV\% = CV / EV$$

4.3.5. Índice de rendimiento del cronograma (SPI)

Mide el avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado.

$$SPI = EV / PV$$

4.3.6. Índice de rendimiento del costo (CPI):

Mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado indicando así costos inferiores y sobrecostos en las actividades.

$$CPI = EV / PV$$

4.4. PRONÓSTICOS

El método del valor ganado permite calcular los siguientes pronósticos derivados de la operación de los conceptos anteriores así:

Tabla 1 Pronósticos

Pronostico	Ecuacion
$EAC = BAC - SV$	Estimado a la conclusion (Estimate at Completion)
$EAC = BAC / CPI$	Estimado a la conclusion (Estimate at Completion)
$EAC = BAC / (CPI * SPI)$	Estimado a la conclusion (Estimate at Completion)
$EAC = AC + \text{Nuevo estimado para el trabajo remanente}$	Estimado a la conclusion (Estimate at Completion)
$ETC = EAC - AC$	Estimado para concluir (Estimate to Complete)
$VAC = BAC - EAC$	Variación a la conclusión (Variance at Completion)
$VAC\% = VAC / BAC$	Variación a la conclusión porcentual
$CPIAC = BAC / EAC$	Índice de rendimiento del costo a la conclusión (Cost Performance Index at Conclusion)
$EACt = (BAC / SPI) / (BAC / \text{Duración de la PMB}) = \text{Duración de la PMB} / SPI$	Estimado a la conclusión basado en tiempo (Time Estimate at Completion)
$VACT = \text{Duración de la PMB} - EACt$	Variación a la conclusión basada en tiempo (Time Variance at Completion)
$VACT\% = VACT / \text{Duración de la PMB}$	Variación a la conclusión basada en tiempo porcentual
$SPIACT = \text{Duración de la PMB} / EACt$	Índice de rendimiento del cronograma a la conclusión basado en tiempo (Time Schedule Performance Index at Conclusion)

Fuente. (Lacouture, 2015)

Como se puede apreciar en la anterior tabla, los pronósticos nos proporcionan el resultado a la duda “¿Cómo terminará el proyecto?” pero por otro lado también nos indican estimaciones, que nos hacen pensar en cambios para que estas lleguen a ser las más favorables para el éxito del proyecto.

5. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad existen varios métodos y/o herramientas con las que podemos realizar un control efectivo de las obras entorno a una buena planificación y manejo de los recursos disponibles. Un método que lleva ya varios años es el del método del valor ganado, el cual logra mostrar que tan adelantado o retrasado está el proyecto en una variable que se maneja a nivel mundial la cual es el dinero.

Como tesis de investigación se evidencia el siguiente título: “Seguimiento financiero por medio del método del análisis del valor ganado para la construcción de la nueva sede del ministerio de trabajo de Facatativá”⁷

El cual da como conclusión principal de su investigación:

“El proyecto presenta un balance económico que garantiza la utilidad final esperada, pero no corresponde al avance real que requiere para poder cumplir con el plazo esperado del contrato.”⁸. Evidenciando que el método es efectivo para analizar las posibles utilidades y los verdaderos tiempos en los que se pueden lograr a entregar las actividades programadas.

Como otro referente tenemos que en la aplicación de una herramienta basada mediante el método del valor ganado de tres proyectos simultáneos en la Escuela de Ingeniería Julio Garavito;

“Se evidenció por medio de la aplicación del modelo a los tres (3) proyectos seleccionados, que el modelo y la herramienta paramétrica diseñada es aplicable a cualquier tipo de proyecto de cualquier sector y/o organización, dicha aplicación nos

⁷ (Alberto González, 2016)

⁸ (Alberto González, 2016 p. 44)

permitió identificar oportunidades de mejora en el modelo, que fueron incluidas inmediatamente y validadas en los proyectos analizados”⁹

Con lo que se concluye que el método es viable para la implementación en todo tipo de proyecto en el que se quiera implantar, obtenido los resultados esperados en el análisis de problemas y resultados al ser intervenidos de manera correcta.

En la Tesis realizada en la Universidad Ricardo Palma de Lima Perú, donde hacen un control de obra para proyectos de nivel multifamiliar se logra identificar:

“Se puede decir que de haber realizado el control de costo a través del EVM desde el inicio de obra se podría haber conseguido un ahorro de casi S/. 75 mil para el segundo periodo de control.”

Se hacen notar la gran importancia de la implementación de esta herramienta en proyectos, para llegar así a tener un excelente desempeño en la realización de las actividades programadas y reducir los impactos económicos de manera que no lleguen a afectar de modo contundente el proyecto y no dejando llegar a un fin con excito.

En la tesis realizada en Costa Rica, donde se logró hacer el control mediante el método del valor ganado dan como conclusión importante

“... Con la Ayuda de este método pudo obtener una proyección del estado actual en que se encuentra el proyecto, evidentemente con auge de sobrecostos y un atraso considerable...”¹⁰

⁹ (Barrero Vélez, Sarmiento Niño, & Silva Rodriguez, 2015).

¹⁰ (Salas Agüero, 2009)

Esto da un precedente importante, ya que este método funciona en lo que se propone, lo cual es identificar atrasos y sobrecostos que pueden acabar con la vida de un proyecto.

En la implementación en Colombia para presentación de programación de obra frente a las entidades se encuentran dos referentes importantes, como lo son la empresa de acueducto de Bogotá EAAB y el instituto de desarrollo urbano IDU, los cuales tiene normas para la presentación mediante los lineamientos del valor ganado.

La empresa de acueducto de Bogotá EAAB, con la norma técnica NS-048 muestra en sus requisitos la forma en la cual se deben plantear la programación, y en la que se puede observar que se exige para el seguimiento al desempeño de los proyectos en su numeral 4.3.1. Gerencia del Valor Ganado (EVM), “Metodología utilizada para medir y comunicar el progreso físico real de un proyecto”.¹¹

La entidad Instituto de desarrollo urbano IDU en su apéndice G, le informa al contratista como deben contemplar la presentación de la programación y el contenido de forma que “El seguimiento tiene como objetivo mantener actualizado el estado real de la ejecución del proyecto a fin de controlar y prever su desempeño con respecto al plan original en términos de tiempo, costos y alcance, principalmente.”.¹²

¹¹ EAAB Empresa de Acueducto de bogotá, 2020

¹² Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), 2017

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

- Identificar el riesgo que debe asumir el CONSORCIO ALIANZA PORTAL AMÉRICAS por demoras en la ejecución de las tareas programadas, evaluadas mediante el método del valor ganado.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las causas y factores que afectan al CONSORCIO ALIANZA PORTAL AMÉRICAS en la oportuna ejecución de las tareas programadas.
- Identificar el riesgo asumido por el contratista CONSORCIO ALIANZA PORTAL AMÉRICAS por demoras en la ejecución de tareas evaluadas por el método del valor ganado.
- Presentar una herramienta de programación en Ms Project con el método del valor ganado funcional para el proyecto el cual es evaluado para esta investigación.
- Creación de un manual para la implementación de la metodología del valor ganado y su aplicación en los contratos de obra.

7. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la presente investigación se solicitó al contratista la información pertinente a los retrasos presentados a lo largo del proyecto, esto con el fin de comprender el estado actual del proyecto y su problemática.

Una vez realizada la revisión y ajuste de diseños para el proyecto en cuestión el contratista emite un oficio YND-CAPA-OB-0419-079 por el cual manifiesta la no viabilidad de inicio de obras para la fase uno (1), la cual se debe a que la entidad deberá viabilizar los recursos y legalizar los ajustes a los tiempos programados para las fases. En el cual se presentan cambios en el componente de pavimentos modificando así los tiempos en las ejecuciones ya previstas en los anteriores diseños.

Posteriormente se presenta oficio YND-CAPA-OB-0519-096, por el cual el contratista requiere verificaciones a propuesta del especialista en geotécnica en la que propone mejoramiento de la subrasante de apoyo de la estructura de pavimento, esto retrasa las ejecuciones de obra, ya que es un tema de importancia en la estructura del pavimento.

Del anterior oficio se desprende la solicitud de un modificadorio mediante oficio YND-CAPA-OB-0519-097, donde le dan vía libre a dicho concepto de geotecnia, en la que se realiza el cambio de los espesores de la estructura de pavimento. El contratista solicita una ampliación de 30 días calendario y una adición de recursos por \$ 7.074.037.230 pesos M/cte. Adicionalmente días después mediante oficio YND-CAPA-OB-0419-100 se ratifica la solicitud, modificando la suma de adición de recursos por valor de \$5.208.090.123 pesos moneda corriente y mencionando que se encuentran actividades No previstas y una modificación a las cantidades del contrato.

Mediante oficio YND-CAPA-OB-0519-102, el contratista remite ajuste al diseño geométrico realizado por el especialista considerando concepto del especialista sobre posibles asentamientos en las áreas de estacionamiento y mantenimiento.

Con el oficio YND-CAPA-OB-0619-118 se solicita ya el documento final del modificatorio concertado ya con la interventoría para la solicitud a la entidad en el cual definieron adición de recursos por valor de \$4.767.210.924 y una prórroga de 30 días calendario para la etapa uno (1) de zonas de estacionamiento y mantenimiento.

Con lo anterior, la fecha de inicio de labores corresponde al 10 de junio de 2019 y fecha de terminación el 24 de abril de 2020.

Mediante oficio YND-CAPA-OB-1119-423, en el cual el contratista solicita una prórroga de 1.5 meses para la etapa uno (1) – área de patio y mantenimiento, en la que manifiesta que se ve afectado en la ejecución de las actividades de la etapa debido a los desvíos de la operación interna del sistema Transmilenio y ajustes requeridos en la estructura metálica

Con el anterior oficio el contratista obtiene en ampliación de la entrega parcial de la etapa uno (1) con terminación de 6 de enero de 2020 y una entrega final del proyecto de 16 de junio de 2020.

En el oficio YND-CAPA-OB-1119-432 el contratista relación ítems no previstos para ser aprobados por parte de la interventoría y posteriormente por el IDU.

El contratista se ve afectado por un atraso mayor al 3% y se ve en la obligación de presentar un plan de contingencia el cual presenta mediante oficio YND-CAPA-OB-1119-455, y en el que aclara que las razones no son imputables al contratista.

Mediante oficio YND-CAPA-OB-1219-485 el contratista solicita prórroga a la entrega de la etapa uno (1) en 1.5 meses, con argumentos en los cambios de condiciones iniciales de los desvíos propuestos de los buses del sistema Transmilenio.

Por medio de oficio YND-CAPA-OB-1219-506 el contratista solicita modificación a la programación, estos cambios son provenientes a los planes de contingencia mencionados en oficios anteriores.

Haciendo uso de oficio YND-CAPA-OB-0220-056 y mencionando los problemas a lo largo del proyecto el contratista solicita prórroga al contrato con fecha de terminación de 16/07/2020.

A través del oficio YND-CAPA-OB-0220-067 en el cual el contratista da alcance al oficio anteriormente mencionado solicitando nueva fecha de terminación de labores para la etapa 1 en la cual se define fecha de 16 de marzo de 2020

El contrato se rige bajo el titulo G de programación del IDU, en el cual maneja las actividades mediante metas físicas teniendo así, según las cantidades programadas y ejecutadas un reporte de avance con el cual es posible medir el porcentaje de avance o atraso físico de obra, cabe resaltar que el IDU mediante el titulo G le da mucha más importancia al atraso físico que al financiero, teniendo en cuenta los conceptos del valor ganado que muestran que las actividades ya programadas deben ir ejecutándose según lo programado y con esto representa de forma correcta el estado actual de la obra.

Lo anterior es un problema para el contratista, en cuanto a que como se evidencia en los anteriores oficios los contratos de obra sufren de cambios en los diseños a lo largo del contrato, afectando así las cantidades programadas en ejecución o incluso no poder medir cantidades mayores o de actividades no previstas por la demora en los tramites de elaboración de modificatorios, que son la única herramienta por la

cual se pueden realizar cambios a la programación revisada y aprobada por la entidad basados en el título de G de la misma. Esto conlleva a que los reportes semanales del contrato no sean los reales, y muestren atrasos físicos superiores a los permitidos contractualmente conllevando al contratista a procesos engorrosos como los son los de multas o sanciones.

8. RIESGOS DEL CONTRATISTA

El contratista se ve afectado a lo largo del contrato por motivos no imputables, los cuales surgen a partir de cambios en los diseños suministrados por la entidad para la ejecución del proyecto, en los que la programación que llevan ejecutando a lo largo del proyecto no es posible tenerla modificada y al día con estos hallazgos

La programación tiene problemas en tanto que hay ítems que no son posibles de cuantificar ya que no hay un modificadorio al contrato que permita actualizar la programación acorde con el estado actual del proyecto, y cuando esta llega a lugar, surge un nuevo hallazgo que modifica nuevamente el contrato.

La finalidad del manejo de contratos mediante la programación propuesta por este trabajo de investigación es permitirle al contratista evidenciar rápidamente los problemas causado por demoras, y realizar las pertinentes modificaciones cuando haya lugar no afectando las fechas propuestas previamente programadas y aprobadas, es decir, como se evidencia en la información recolecta, darle la posibilidad al contratista de ingresar todas y cada una de las mayores cantidades y nuevas actividades que surgen en la identificación de problemas de diseños. Esto da a lugar a revisiones por parte de la entidad o interventoría que es el primer filtro del contratista para realización de cambios al contrato.

La programación que se propone pretende mostrar las modificaciones pertinentes, observando así realmente todos y cada y uno de los cambios que han afectado el proyecto a lo largo de su ejecución.

En cuanto a la modificación de fechas provenientes de otro tipo de inconvenientes ajenos a los rendimientos de ejecución de las tareas del contratista, tales como desvío no previsto o cambios en los diseños de los elementos relevantes en el proyecto, la herramienta propuesta por esta investigación deja hacer las

modificaciones sin ninguna afectación a la misma, es decir; se pueden dar cambios de fechas a las actividades que se requieran con una justa causa.

La no cuantificación real del estado del proyecto revela datos erróneos, esto se propone de manera semanal tomando un día como corte y agregando cantidades semanales a la programación, como ya se explica anteriormente, si en la programación no es posible agregar cantidades mayores que se están realmente ejecutando así como la de ítems no previstos en el contrato e incluso actividades que se encuentran en 0% de elección ya que debido a un cambio no se piensan realizar en el proyecto, la programación no arrojará información real del estado del proyecto, mostrando posibles atrasos que conlleven que el contratista se tenga que afrontar a procesos sancionatorios o incluso multas.

9. HERRAMIENTA MS PROJECT

La herramienta se alimenta con la información suministrada por parte del contratista con el ultimo corte de obra semanal, el cual tiene como fecha 20 de marzo de 2020. Se encuentra diseñada mediante el concepto del valor ganado y el titulo G “manual de programación”, para dar cumplimiento a los requisitos del contrato. Con la información suministrada por el contratista se realiza la inclusión de metas físicas mediante los recursos para cada una de las tareas programadas previamente.

Ilustración 4 Metas Físicas

EDT	Nombre de tarea	Duración	% compl	% Progra	Comienzo	Fin	Costo	Costo real	Costo Programado
27	4.1.2 ZONA MANTENIMIENTO	158d	100%	100%	16/08/19	26/01/20	\$60,397,260.44	\$60,397,260.44	\$60,397,260.44
28	4.1.2.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	158d	100%	100%	16/08/19	26/01/20	\$8,328,204.96	\$8,328,204.96	\$8,328,204.96
29	4.1.2.1.1 Replanteo General	158d	100%	100%	16/08/19	26/01/20	\$8,328,204.96	\$8,328,204.96	\$8,328,204.96
30	4.1.2.2 RELLENOS	16d	100%	100%	17/10/19	02/11/19	\$52,069,055.48	\$52,069,055.48	\$52,069,055.48
31	4.1.2.2.1 Columnas de grava F=0.60m (incluye excavación y material de grava entre 2" y 3/4" desgaste los ángeles menores al 20%, transporte, suministro, piloteadora y colocación).	16d	100%	100%	17/10/19	02/11/19	\$52,069,055.48	\$52,069,055.48	\$52,069,055.48
32	4.1.3 ZONA OBRAS COMPLEMENTARIAS	28d	100%	100%	17/10/19	14/11/19	\$1,778,669.76	\$1,778,669.76	\$1,778,669.76
33	4.1.3.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	28d	100%	100%	17/10/19	14/11/19	\$1,778,669.76	\$1,778,669.76	\$1,778,669.76
34	4.1.3.1.1 Replanteo General	28d	100%	100%	17/10/19	14/11/19	\$1,778,669.76	\$1,778,669.76	\$1,778,669.76
35	4.2 PAVIMENTOS	261d	98%	100%	28/06/19	20/03/20	\$23,640,800,031.09	\$22,646,734,257.96	\$23,640,800,031.09
36	4.2.1 ZONA 2 - PATIO DE ESTACIONAMIENTO	255d	98%	100%	28/06/19	14/03/20	\$18,441,415,542.88	\$18,227,367,003.47	\$18,441,415,542.88
37	4.2.1.1 ETAPA 1	233d	97%	100%	28/06/19	21/02/20	\$2,946,526,335.87	\$2,944,389,282.87	\$2,946,526,335.87
38	4.2.1.1.1 Excavación mecánica en material común (Incluye Cargue)	14d	100%	100%	28/06/19	12/07/19	\$68,756,021.63	\$68,756,021.63	\$68,756,021.63
39	4.2.1.1.2 Transporte y disposición final de escombros en sitio autorizado (distancia de transporte 28 k)	14d	100%	100%	28/06/19	12/07/19	\$587,101,914.24	\$587,101,914.24	\$587,101,914.24
40	4.2.1.1.3 6473-Estabilización de subrasante con rajón, incluye equipo de compactación (Suministro, ex	9d	100%	100%	12/08/19	21/08/19	\$219,112,752.00	\$219,112,752.00	\$219,112,752.00
41	4.2.1.1.4 Material de fresado proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Inclu	8d	100%	100%	15/08/19	23/08/19	\$16,948,365.60	\$16,948,365.60	\$16,948,365.60
42	4.2.1.1.5 Transporte de material de fresado y/o material proveniente de centros de tratamiento y/o apr	8d	100%	100%	15/08/19	23/08/19	\$45,534,483.54	\$45,534,483.54	\$45,534,483.54
43	4.2.1.1.6 Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de R	8d	100%	100%	18/08/19	26/08/19	\$68,195,617.20	\$68,195,617.20	\$68,195,617.20
44	4.2.1.1.7 Transporte de material granular proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento c	8d	100%	100%	18/08/19	26/08/19	\$30,356,322.36	\$30,356,322.36	\$30,356,322.36
45	4.2.1.1.8 Geodren vial de 160mm x 1.0m. Suministro e instalación. (incluye excavación manual (Ancho -	27d	100%	100%	18/08/19	14/09/19	\$28,911,274.00	\$28,911,274.00	\$28,911,274.00
46	4.2.1.1.9 Subbase granular clase A (SBG_A) (Suministro, Extendido Manual, Humedecimiento y Compact	8d	100%	100%	20/08/19	28/08/19	\$136,387,376.80	\$136,387,376.80	\$136,387,376.80
47	4.2.1.1.10 Base granular clase A (BG_A) (Suministro, Extendido Manual, Humedecimiento y Compactaci	8d	100%	100%	22/08/19	30/08/19	\$141,964,502.00	\$141,964,502.00	\$141,964,502.00

Fuente. Propia.

Como se observa en la imagen anterior, la tarea “Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Suministro, Extendido, Nivelación, Humedecimiento y Compactación con vibro compactador)” se encuentra programada en la línea 43 de Project y a la se le asigna un recurso bajo el nombre “7693” el cual hace se define a criterio del

propio, en ocasiones se recomienda asignarle como nombre al recurso, el número del ítem que corresponde en el presupuesto contractual para evitar confusiones futuras; por otro lado se puede observar que se hizo una asignación de 964.4 M3 que corresponde al material granular tipo B-400. En la ilustración tomada de la herramienta elaborada para el seguimiento del proyecto en cuestión, también se observa que se encuentra ejecutada en su totalidad.

Esta forma de asignación de recursos nos permite dividir varios frentes de obra en el cual la tarea puede ser distribuida en diferentes tipos de actividades como se puede observar,

Ilustración 5 Asignación metas Físicas

		Nombre del recurso	Trabajo real	Trabajo	Costo	Variación de trabajo
USO DE RECURSOS	12	# 7693	10,019.4 M3	10,162.11 M3	\$718,593,284.43	10,162.11 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	2,576.8 M3	2,576.8 M3	\$182,213,258.40	2,576.8 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	964.4 M3	964.4 M3	\$68,195,617.20	964.4 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	527.29 M3	543.6 M3	\$38,439,586.80	543.6 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	990 M3	990 M3	\$70,005,870.00	990 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	1,262.1 M3	1,262.1 M3	\$89,246,877.30	1,262.1 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	2,706 M3	2,706 M3	\$191,349,378.00	2,706 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	992.81 M3	992.81 M3	\$70,204,573.53	992.81 M3
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y	0 M3	126.4 M3	\$8,938,123.20	126.4 M3

		EDT	Nombre de tarea	Duración	% complt	% Progra	Comienzo	Fin
DIAGRAMA DE GANTT	43	✓ 4.2.1.1.6	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	8d	100%	100%	18/08/19	26/08/19
	62	✓ 4.2.1.2.6	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	30d	100%	100%	14/08/19	13/09/19
	80	✓ 4.2.1.3.8	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	47d	100%	100%	12/11/19	03/01/20
	100	✓ 4.2.1.4.8	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	110d	100%	100%	02/10/19	25/01/20
	120	4.2.1.5.8	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Suministro, Extendido, Nivelación, Humedecimiento y Compactación con vibrocompactador)	50d	97%	100%	06/01/20	25/02/20
	138	✓ 4.2.2.6	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	84d	100%	100%	11/10/19	08/01/20
	158	✓ 4.2.3.8	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	5d	100%	100%	02/01/20	07/01/20
	328	4.4.2.8	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de RCD (Incluye Sumi	10d	0%	0%	11/04/20	21/04/20

Fuente. Propia.

La múltiple asignación del recurso a lo largo del proyecto permite modificar los diferentes tipos de cantidades de acuerdo a la zona la que fue asignada, permitiendo ejecución diferida por frentes de trabajo, asignados en tiempos diferentes según sea

programado. Si se requiriera modificar el precio del recurso, fácilmente es posible en la pestaña de “Hoja de los Recursos”, permitiendo así modificar en todas las asignaciones si permitir la entrada de errores y tener las dos tareas con la misma asignación y costos diferentes.

Ilustración 6 Hoja de Recursos

		Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de	Tasa estándar
1		3007	Material	M2	\$730.16
2		3710	Material	M3	\$5,765.24
3		4613	Material	M3	\$37,868.43
4		4908	Material	M3	\$68,767.99
5		6020	Material	M3	\$27,529.12
6		7591	Material	M3	\$154,050.46
7		NP07	Material	M3	\$68,179.00
8		6509	Material	M3	\$784,283.00
9		6313	Material	M3	\$775,077.00
10		4487	Material	M3	\$147,205.00
11		4556	Material	M3	\$141,422.00
12		7693	Material	M3	\$70,713.00
13		6486	Material	M3	\$47,060.00
14		3864	Material	M2	\$2,666.00
15		3708	Material	KG	\$3,869.00
16		5181	Material	ML	\$41,903.00
17		5727	Material	ML	\$108,689.00
18		3022	Material	M3	\$51,711.00
19		3010	Material	M3	\$33,778.00
20		7713	Material	KG	\$5,266.00
21		7714	Material	KG	\$4,539.00
22		NP1	Material	M3	\$111,610.00

Fuente. Propia.

Con la asignación de los recursos pasamos a elaborar la tabla del valor acumulado en la herramienta, en la cual nos muestra los factores relevantes para la correcta visualización del proyecto.

Ilustración 7 Valor Acumulado

	Nombre de tarea	BAC	Valor planeado: PV	% completado	% Programado	Valor acumulado: EV	Costo real	AC	SV	%VP	SPI	CV	%VC	CPI	EAC	VAC
0	1. AMPLIACIÓN PORTAL AMÉRICAS PROGRAMACIÓN EJECUTADO (02-11-2019)	\$42,192,888,131.00	\$35,233,635,465.07	61%	63%	\$33,339,574,048.96	\$33,293,864,276.46	\$33,092,773,892.87	-\$1,894,061,416.11	-5%	0.95	\$246,800,156.09	1%	1.01	\$41,880,550,266.06	\$312,337,864.94
1	INICIO DE PROYECTO	\$0.00	\$0.00	100%	100%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0%	0	\$0.00	0%	0	\$0.00	\$0.00
2	ETAPA PRELIMINARES	\$433,164,102.00	\$433,164,102.00	100%	100%	\$433,164,102.00	\$433,164,102.00	\$433,164,102.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$433,164,102.00	\$0.00
21	ACTA DE REINICIO	\$0.00	\$0.00	100%	100%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0%	0	\$0.00	0%	0	\$0.00	\$0.00
22	EJECUCIÓN DE OBRA	\$36,069,079,418.38	\$32,059,790,404.07	60%	62%	\$30,165,728,987.96	\$30,120,019,215.46	\$29,918,928,831.87	-\$1,894,061,416.11	-6%	0.94	\$246,800,156.09	1%	1.01	\$35,773,981,148.62	\$295,098,269.76
23	▷ PRELIMINARES	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	100%	100%	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$94,181,033.48	\$0.00
35	▷ PAVIMENTOS	\$23,640,800,031.09	\$23,640,800,031.09	98%	100%	\$22,694,230,373.54	\$22,646,734,257.96	\$22,646,734,257.96	-\$946,569,657.55	-4%	0.96	\$47,496,115.58	0%	1	\$23,591,322,866.54	\$49,477,164.55
170	▷ ESPACIO PÚBLICO	\$32,461,641.00	\$0.00	0%	0%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0%	0	\$0.00	0%	0	\$32,461,641.00	\$0.00
175	▷ ARQUITECTURA	\$2,437,520,304.05	\$673,802,261.98	16%	22%	\$443,560,053.35	\$444,413,472.74	\$444,413,472.74	-\$230,242,208.63	-34%	0.66	-\$853,419.39	0%	1	\$2,442,210,147.24	-\$4,689,843.18
339	▷ ESTRUCTURAS	\$4,158,789,529.26	\$4,158,789,529.26	100%	100%	\$4,158,789,529.26	\$4,158,789,529.26	\$4,158,789,529.26	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$4,158,789,529.26	\$0.00
349	▷ REDES HÚMEDAS	\$2,495,322,709.30	\$2,421,233,626.64	83%	85%	\$2,295,221,100.51	\$2,295,746,070.36	\$2,295,746,070.36	-\$126,012,526.12	-5%	0.95	-\$524,969.85	0%	1	\$2,495,893,446.99	-\$570,737.69
391	▷ REDES SECAS	\$1,737,891,060.00	\$489,760,811.43	26%	24%	\$454,254,805.82	\$454,662,759.66	\$253,572,376.07	-\$35,506,005.61	-7%	0.93	\$200,682,429.75	44%	1.79	\$970,118,884.36	\$767,772,175.64
663	▷ SEÑALIZACIÓN	\$559,628,018.20	\$559,628,018.20	8%	100%	\$3,897,000.00	\$3,897,000.00	\$3,897,000.00	-\$555,731,018.20	-99%	0.01	\$0.00	0%	1	\$559,628,018.20	\$0.00
704	▷ SISTEMA CONTRA INCENDIO	\$890,890,000.00	\$0.00	0%	0%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0%	0	\$0.00	0%	0	\$890,890,000.00	\$0.00
710	▷ ARQUEOLOGÍA	\$21,595,092.00	\$21,595,092.00	100%	100%	\$21,595,092.00	\$21,595,092.00	\$21,595,092.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$21,595,092.00	\$0.00
711	▷ COMPONENTES PMT, SST, AMBIENTAL, SOCIAL, SDA	\$2,768,862,918.00	\$2,740,680,959.00	90%	90%	\$2,740,680,959.00	\$2,740,680,959.00	\$2,740,680,959.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$2,768,862,918.00	\$0.00
712	▷ AMBIENTAL y SST	\$616,447,323.00	\$610,173,017.00	90%	90%	\$610,173,017.00	\$610,173,017.00	\$610,173,017.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$616,447,323.00	\$0.00
723	▷ SOCIAL	\$211,113,181.00	\$208,964,435.00	90%	90%	\$208,964,435.00	\$208,964,435.00	\$208,964,435.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$211,113,181.00	\$0.00
734	▷ PLAN DE MANEJO DE TRAFICO	\$309,129,852.00	\$305,983,476.00	90%	90%	\$305,983,476.00	\$305,983,476.00	\$305,983,476.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$309,129,852.00	\$0.00
745	▷ COMPENSACION Y SEGUIMIENTO SDA	\$38,327,601.00	\$37,937,496.00	90%	90%	\$37,937,496.00	\$37,937,496.00	\$37,937,496.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$38,327,601.00	\$0.00
756	▷ AJUSTES POR CAMBIO DE VIGENCIA PARA OBRAS-AIU-PMA-PGS-PMT	\$1,455,541,290.00	\$1,440,726,542.00	90%	90%	\$1,440,726,542.00	\$1,440,726,542.00	\$1,440,726,542.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$1,455,541,290.00	\$0.00
767	▷ ENSAYOS DE LABORATORIO	\$138,303,671.00	\$136,895,993.00	90%	90%	\$136,895,993.00	\$136,895,993.00	\$136,895,993.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$138,303,671.00	\$0.00
778	FIN DE OBRA	\$2,921,781,692.62	\$0.00	0%	0%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0%	0	\$0.00	0%	0	\$2,921,781,692.62	\$0.00

Fuente. Propia.

En la anterior ilustración se puede observar el método del valor ganado integrado al proyecto en cuestión en el cual se podrá dar revisión continua y procesar los datos para realizar diferentes análisis.

Ilustración 8 Valor Acumulado Ejemplo

	Nombre de tarea	BAC	Valor planeado: PV	% completado	% Programado	Valor acumulado: EV	Costo real	AC	SV
0	1. AMPLIACIÓN PORTAL AMÉRICAS PROGRAMACIÓN EJECUTADO (02-11-2019)	\$42,192,888,131.00	\$35,233,635,465.07	61%	63%	\$33,339,574,048.96	\$33,293,864,276.46	\$33,092,773,892.87	-\$1,894,061,416.11
1	▷ INICIO DE PROYECTO	\$0.00	\$0.00	100%	100%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
2	▷ ETAPA PRELIMINARES	\$433,164,102.00	\$433,164,102.00	100%	100%	\$433,164,102.00	\$433,164,102.00	\$433,164,102.00	\$0.00
21	▷ ACTA DE REINICIO	\$0.00	\$0.00	100%	100%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
22	▷ EJECUCIÓN DE OBRA	\$36,069,079,418.38	\$32,059,790,404.07	60%	62%	\$30,165,728,987.96	\$30,120,019,215.46	\$29,918,928,831.87	-\$1,894,061,416.11
23	▷ PRELIMINARES	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	100%	100%	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	\$0.00
35	▷ PAVIMENTOS	\$23,640,800,031.09	\$23,640,800,031.09	98%	100%	\$22,694,230,373.54	\$22,646,734,257.96	\$22,646,734,257.96	-\$946,569,657.55
170	▷ ESPACIO PÚBLICO	\$32,461,641.00	\$0.00	0%	0%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
175	▷ ARQUITECTURA	\$2,437,520,304.05	\$673,802,261.98	16%	22%	\$443,560,053.35	\$444,413,472.74	\$444,413,472.74	-\$230,242,208.63
339	▷ ESTRUCTURAS	\$4,158,789,529.26	\$4,158,789,529.26	100%	100%	\$4,158,789,529.26	\$4,158,789,529.26	\$4,158,789,529.26	\$0.00
349	▷ REDES HÚMEDAS	\$2,495,322,709.30	\$2,421,233,626.64	83%	85%	\$2,295,221,100.51	\$2,295,746,070.36	\$2,295,746,070.36	-\$126,012,526.12
391	▷ REDES SECAS	\$1,737,891,060.00	\$489,760,811.43	26%	24%	\$454,254,805.82	\$454,662,759.66	\$253,572,376.07	-\$35,506,005.61
663	▷ SEÑALIZACIÓN	\$559,628,018.20	\$559,628,018.20	8%	100%	\$3,897,000.00	\$3,897,000.00	\$3,897,000.00	-\$555,731,018.20
704	▷ SISTEMA CONTRA INCENDIO	\$890,890,000.00	\$0.00	0%	0%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
710	▷ ARQUEOLOGÍA	\$21,595,092.00	\$21,595,092.00	100%	100%	\$21,595,092.00	\$21,595,092.00	\$21,595,092.00	\$0.00

Fuente. Propia.

En la ilustración anterior se observa que, para el capítulo de pavimentos, en cual ya debió ser ejecutado en su totalidad como lo muestra la columna PV vs BAC, se encuentra una diferencia en lo realmente ejecutado en \$ 946.569.657,55 los cuales generan problemas debido a que la ejecución de las cantidades de obra que representa ese dinero conlleva a una adición de tiempo en la cual sea posible realizar la ejecución de esas cantidades si prolongar la finalización del proyecto.

Por otro lado, la información que muestra esta tabla cuenta con la distribución inicial de los recursos a la hora de elaborar la herramienta, si se quiere realizar una modificación como es necesario en cada uno de los proyectos; Esto se debe hacer mediante la vista de “Uso de los Recursos” y hacer la modificación necesaria como cantidad o valor unitario.

Ilustración 9 Uso de Recursos

	i	Nombre del recurso	Trabajo	Trabajo real	Tasa estándar	Costo	Variación de trabajo	Variación de costo
USO DE RECURSOS	12	Subbase granular clase A (SBG_A) (Suministro, Extendido)	126.4 M3	0 M3		\$17,875,740.80	0 M3	\$0.00
		7693	10,162.11 M3	10,019.4 M3	\$70,713.00	\$718,593,284.43	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	964.4 M3	964.4 M3		\$68,195,617.20	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	2,576.8 M3	2,576.8 M3		\$182,213,258.40	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	990 M3	990 M3		\$70,005,870.00	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	2,706 M3	2,706 M3		\$191,349,378.00	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	543.6 M3	527.29 M3		\$38,439,586.80	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	1,262.1 M3	1,262.1 M3		\$89,246,877.30	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	992.81 M3	992.81 M3		\$70,204,573.53	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	126.4 M3	0 M3		\$8,938,123.20	0 M3	\$0.00

Fuente. Propia.

Al hacer una modificación en las columnas variación del trabajo y variación del costo, se verá reflejada esta información como se muestra a continuación:

Ilustración 10 Modificación de Recursos

	i	Nombre del recurso	Trabajo	Trabajo real	Tasa estándar	Costo	Variación de trabajo	Variación de costo
USO DE RECURSOS	12	7693	10,162.11 M3	9,719.4 M3	\$70,713.00	\$718,593,284.43	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	664.4 M3	664.4 M3		\$46,981,717.20	-300 M3	-\$21,213,900.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	2,576.8 M3	2,576.8 M3		\$182,213,258.40	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	1,290 M3	990 M3		\$91,219,770.00	300 M3	\$21,213,900.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	2,706 M3	2,706 M3		\$191,349,378.00	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	543.6 M3	527.29 M3		\$38,439,586.80	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	1,262.1 M3	1,262.1 M3		\$89,246,877.30	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	992.81 M3	992.81 M3		\$70,204,573.53	0 M3	\$0.00
		Material granular tipo B-400 proveniente de centros de	126.4 M3	0 M3		\$8,938,123.20	0 M3	\$0.00

Fuente. Propia.

Se puede observar en comparación con la ilustración 9 que la primera asignación y la tercera variaron en cuanto a su cantidad la primera disminuyo en 300M3 y la tercera aumento en 300M3, en las columnas de variaciones tanto como de trabajo y de costo se observa la modificación que esto le hace a la línea base.

Si volvemos a la vista de valor acumulado se observa lo siguiente.

Ilustración 11 Visualización de las variaciones

Nombre de tarea		BAC	Valor planeado: PV	% completado	% Programado	Valor acumulado: EV	Costo real	AC	SV	%VP	SPI	CV	%VC	CPI	EAC	VAC
21	ACTA DE REINICIO	\$0.00	\$0.00	100%	100%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0%	0	\$0.00	0%	0	\$0.00	\$0.00
22	EJECUCIÓN DE OBRA	\$36,069,079,418.38	\$32,059,790,404.07	60%	62%	\$30,147,716,440.37	\$30,098,805,315.46	\$29,897,714,931.87	-\$1,912,073,963.70	-6%	0.94	\$250,001,508.50	1%	1.01	\$35,769,974,699.03	\$299,104,719.35
23	PRELIMINARES	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	100%	100%	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	\$94,181,033.48	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$94,181,033.48	\$0.00
35	PAVIMENTOS	\$23,640,800,031.09	\$23,640,800,031.09	98%	100%	\$22,676,217,825.95	\$22,625,520,357.96	\$22,625,520,357.96	-\$964,582,205.14	-4%	0.96	\$50,697,467.99	0%	1	\$23,587,946,036.12	\$52,853,994.96
36	ZONA 2 - PATIO DE ESTACIONAMIENTO	\$18,441,415,542.88	\$18,441,415,542.88	98%	100%	\$18,256,850,571.46	\$18,206,153,103.47	\$18,206,153,103.47	-\$184,564,971.42	-1%	0.99	\$50,697,467.99	0%	1	\$18,390,205,556.22	\$51,209,986.66
37	ETAPA 1	\$2,946,526,335.87	\$2,946,526,335.87	97%	100%	\$2,944,389,282.87	\$2,923,175,382.87	\$2,923,175,382.87	-\$2,137,053.00	0%	1	\$21,213,900.00	1%	1.01	\$2,925,297,038.72	\$21,229,297.16
38	Excavación mecánica en material común (ir	\$68,756,021.63	\$68,756,021.63	100%	100%	\$68,756,021.63	\$68,756,021.63	\$68,756,021.63	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$68,756,021.63	\$0.00
39	Transporte y disposición final de escombros	\$587,101,914.24	\$587,101,914.24	100%	100%	\$587,101,914.24	\$587,101,914.24	\$587,101,914.24	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$587,101,914.24	\$0.00
40	6473-Estabilización de subrasante con rajón, incluye equipo de compactación (Suministro, extendido a mano, nivelación	\$219,112,752.00	\$219,112,752.00	100%	100%	\$219,112,752.00	\$219,112,752.00	\$219,112,752.00	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$219,112,752.00	\$0.00
41	Material de fresado proveniente de centros de tratamiento y/o aprovechamiento de	\$16,948,365.60	\$16,948,365.60	100%	100%	\$16,948,365.60	\$16,948,365.60	\$16,948,365.60	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$16,948,365.60	\$0.00
42	Transporte de material de fresado y/o material proveniente de centros de	\$45,534,483.54	\$45,534,483.54	100%	100%	\$45,534,483.54	\$45,534,483.54	\$45,534,483.54	\$0.00	0%	1	\$0.00	0%	1	\$45,534,483.54	\$0.00
43	Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento y/o	\$68,195,617.20	\$68,195,617.20	100%	100%	\$68,195,617.20	\$46,981,717.20	\$46,981,717.20	\$0.00	0%	1	\$21,213,900.00	31%	1.45	\$46,981,717.20	\$21,213,900.00

Nombre del recurso	Trabajo	Trabajo real	Tasa estándar	Costo	Variación de trabajo	Variación de costo	Agregar nueva columna
7693	10,162.11 M3	9,719.4 M3	\$70,713.00	\$718,593,284.43	0 M3	\$0.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	664.4 M3	664.4 M3		\$46,981,717.20	-300 M3	-\$21,213,900.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	2,576.8 M3	2,576.8 M3		\$182,213,258.40	0 M3	\$0.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	1,290 M3	990 M3		\$91,219,770.00	300 M3	\$21,213,900.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	2,706 M3	2,706 M3		\$191,349,378.00	0 M3	\$0.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	543.6 M3	527.29 M3		\$38,439,586.80	0 M3	\$0.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	1,262.1 M3	1,262.1 M3		\$89,246,877.30	0 M3	\$0.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	992.81 M3	992.81 M3		\$70,204,573.53	0 M3	\$0.00	
Material granular tipo B-400 proveniente de centros de tratamiento	126.4 M3	0 M3		\$8,938,123.20	0 M3	\$0.00	

Fuente. Propia.

En la ilustración anterior observamos que el estado de esa tarea con su asignación de la cantidad cambio generando un costo inferior de \$21.213.900,00 como se puede observar en la columna VAC, es quiere decir que, si es una modificación a este corte, esa actividad ya no costará lo que tenía proyectado inicialmente si no que tuvo una variación y ahora tendrá un costo inferior.

La herramienta permite realizar modificaciones de interés del proyecto para ver realmente el estado actual del proyecto. Como se puede observar no solo modificando cantidades o precio, sino que también ingresando nuevas actividades dando un costo adicional. Esto permite tener una trazabilidad del 100% del proyecto en la herramienta.

Es posible generar informes del estado físico del proyecto, tales como pueden ser los informes de tareas retrasada, tareas críticas y las que sean necesarias para tomar decisiones a la hora de realizar la verificación semanal del proyecto.

Los informes mencionados pueden dar los datos de manera resumida como se muestra a continuación.

Ilustración 12 Informes

TAREAS RETRASADAS

Nombre	Comienzo	Fin	% completado	% Programado
1. AMPLIACIÓN PORTAL AMÉRICAS PROGRAMACIÓN EJECUTADO (02-11-2019)	30/01/19	16/07/20	61%	63%
EJECUCIÓN DE OBRA	28/06/19	16/07/20	60%	62%
PAVIMENTOS	28/06/19	20/03/20	98%	100%
ZONA 2 - PATIO DE ESTACIONAMIENTO	28/06/19	14/03/20	98%	100%
ETAPA 1	28/06/19	21/02/20	97%	100%
Sardinel fundido en sitio en concreto premezclado de 3000 PSI. Suministro y construcción. (Grava común) E=0.20m H=0.35m (Incluye formaleta metálica, acero de refuerzo y alambre negro).	18/01/20	21/02/20	81%	100%
ETAPA 2	15/07/19	21/02/20	99%	100%
Mezcla asfáltica densa en caliente MD12 con Cemento Asfáltico 60-70 (Suministro, Extendido, Nivelación y Compactación con vibrocompactador y compactador de llantas)	26/08/19	11/12/19	99%	100%

Fuente. Propia.

Con la información estudiada podemos inferir de manera rápida que en la etapa dos (2) la mezcla asfáltica se encuentra en atraso, ya que debió estar ejecutada en su totalidad para el 11 de diciembre y aun a la fecha 20-03-2020 le falta cantidad por ejecutar.

Todo este procedimiento que se mostró a manera de ejemplo puede ser ejecutado como se explica en el Anexo 10 “Manual de Implementación del valor ganado a través del MS Project”

CONCLUSIONES

La correcta planificación, control y seguimiento de actividades es de vital importancia para todas y cada una de las obras, mediante la metodología aplicada en el presente trabajo de investigación, se logran obtener datos de real importancia a la hora de la toma de dediciones frente a cualquier tipo de eventualidad.

La utilización de la herramienta debe ser de manera sistemática mediante reuniones en las cuales los integrantes puedan ingresar datos y observar la información para definir posibles cambios a la herramienta, que permitan una mejor ejecución y distribución de los recursos a lo largo del proyecto. Sabiendo que cualquier tipo de proyecto de obra está sujeto a diversos cambios que modifiquen el curso inicial de la programación.

Para el proyecto en cuestión, se pudo observar que, mediante la recolección de la información, el contratista en el cual se basó esta investigación, fue perjudicado por problemas técnicos de la entidad por falencias en los estudios y diseños entregados para la realización de la obra y cambios que se dieron posteriormente por terceros, afectando así la programación inicial y atrasando actividades fundamentales para el progreso de la misma. Por lo cual no se contaba con una herramienta que permitiera la correcta identificación de las actividades problema, ni la actualización de datos para verificar su estado real.

Con base a la información arrojada por la herramienta mediante informes presentados en la presente investigación, se observa que el contratista tiene a fecha del 20-03-2020 un atraso físico del 2% y un atraso financiero de \$1,912,073,963.70 pesos moneda corriente, lo cual viene a ser un riesgo para contratista ya que, debe tomar medidas de inmediato, para lograr el des atraso de actividades aumentando su rendimiento a la vez que ejecuta las actividades ya previamente programadas,

para obtener el ingreso suficiente para el sostenimiento y correcta finalización del contrato.

Una herramienta con la metodología del valor ganado a través de MS Project nos permite ingresar los datos en tiempo real, permitiendo la actualización, modificación y corrección de la misma frente a cualquier posible eventualidad, ya sea por problemas técnicos o de otra índole. Otorgando a los directores de obra información de calidad a la hora del manejo de sus proyectos, con implementación de medidas correctivas para mejorar la ejecución de actividades.

La metodología implementada a través de Ms Project, ofrece beneficios a los directores de obra, por la gran diversidad de informes que son producto de la herramienta, por otro lado, una de las ventajas a la hora del ingreso de datos, es que la herramienta tiene un dinamismo que le permite tener modificaciones en sus datos, permitiendo también mostrar estos cambios a lo largo del proyecto y realizar comparaciones con los datos iniciales.

Como resultado de las anteriores conclusiones y del estudio que se hizo en el presente trabajo de grado se pudo proponer el Manual de implementación del valor ganado a través del MS Project, que busca entregar una herramienta útil para directivos de obras en su constante planeación, control y ejecución de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Alberto González, I. D. (2016). *Seguimiento financiero por medio del método del análisis del valor ganado para la construcción de la nueva sede del ministerio de trabajo de Facatativá* (UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14082>

APMG International. (2017). What is Earned Value Management and Why is it Important? | APMG International. Recuperado el 27 de septiembre de 2019, de <https://apmg-international.com/es/article/what-earned-value-management-and-why-it-important>

Barrero Vélez, S. C., Sarmiento Niño, D. M., & Silva Rodriguez, L. M. (2015). *Desarrollo de un modelo de diagnóstico para la recuperación de proyectos con desviaciones de alcance, tiempo y costo* (ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO). Recuperado de [https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/264/1/Barrero_Velez%2CSandra Carolina - 2015.pdf](https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/264/1/Barrero_Velez%2CSandra%20Carolina%20-2015.pdf)

EAAB Empresa de Acueducto de bogotá. *PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS NS-048 EAAB v3.* , (2020).

Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), A. M. de B. D. C. *APÉNDICE G “LINEAMIENTOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROYECTOS”.* , (2017).

Lacouture, F. (2015). *Implementación de la metodología del valor ganado en un proyecto de infraestructura vial.* 15. Recuperado de [http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11532/1/IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO EN UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11532/1/IMPLEMENTACIÓN%20DE%20LA%20METODOLOGÍA%20DEL%20VALOR%20GANADO%20EN%20UN%20PROYECTO%20DE%20INFRAESTRUCTURA%20VIAL.pdf)

Project Management Institute, I. (2017). *AGILE PRACTICE GUIDE* (Sexta Edic). Recuperado de [www.PMI.org](http://www.pmi.org)

Roberts, B. D., & Roberts, S. (2017). *International Management of Value and Earned Value Management – why both?* 2. Recuperado de <https://apmg-international.com/es/file/1581/download?token=18yTCeyU>

Salas Agüero, F. (2009). *Valor Ganado: Aplicacion en el control y seguimiento del revestimiento del tunel de conduccion del Proyecto Hidroelectrico de Pirris.* (Universidad de Costa Rica). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3217/1/30326.pdf>

Sola, R. (2003). *Sistemas de gestión del valor ganado para la dirección integrada del proyecto.* 478–487. Recuperado de https://www.aeipro.com/files/congresos/2003pamplona/ciip03_0478_0487.2165.pdf

Zambrano Leal, A. (2012). Sociedad de control y profesión docente. Las imposturas de un discurso y la exigencia de una nueva realidad. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 53(95), 45–52. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>