

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE VALOR GANADO (EVM) Y LA RUTA
CRÍTICA (CPM) EN UN PROYECTO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA
PENÍNSULA DE SANTA ELENA (URBANIZACION CAPAES)**

AUTOR:

Solórzano Yazbek, Santiago Paúl

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. Murillo Bustamante, Roberto, MDI, MBA

Guayaquil, Ecuador

03 de septiembre del 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Solórzano Yazbek Santiago Paúl**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____
Ing. Murillo Bustamante, Roberto, MDI, MBA

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther, MSc.

Guayaquil, a los 03 días del mes de septiembre del año 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Solórzano Yazbek, Santiago Paúl**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE VALOR GANADO (EVM) Y LA RUTA CRÍTICA (CPM) EN UN PROYECTO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (URBANIZACION CAPAES)** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 03 días del mes de septiembre del año 2018

EL AUTOR:

f. _____
Solórzano Yazbek, Santiago Paúl



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Solórzano Yazbek, Santiago Paúl**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE VALOR GANADO (EVM) Y LA RUTA CRÍTICA (CPM) EN UN PROYECTO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (URBANIZACION CAPAES)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 03 días del mes de septiembre del año 2018

EL AUTOR:

f. _____
Solórzano Yazbek, Santiago Paúl

URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TRABAJO DE TITULO SANTIAGO SOLORZANO.pdf (D41460028)
Submitted: 9/14/2018 9:06:00 PM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 8 %

Sources included in the report:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48345/Trabajo%20Final%20Grado.pdf?sequence=1>
<https://uacm123.weebly.com/7-getioacuten-de-la-integracioacuten-del-proyecto.html>
<https://docplayer.es/10778886-Aplicacion-de-evm-a-ruta-critica-estudio-de-caso.html>

Instances where selected sources appear:

35

AGRADECIMIENTOS

Antes de pedir algo, hay que agradecer por todo lo que tenemos.

Agradezco a Dios por darme vida y por permitirme lograr esta meta tan anhelada.

A mis Padres, seres maravillosos que me han brindado su apoyo en todo momento, sin importar las circunstancias, Uds. saben a qué me refiero.

A mi hermana, pieza fundamental para este logro, ya que de ella aprendí a hacer las cosas bien y a tiempo, aunque sé que me falta mucho

A mi Abuelita que hace poco se fue a descansar en lo eterno, gracias por tanto y perdón por tan poco.

A mis abuelitos por regalarme padres únicos y maravillosos.

A mis familiares, por Uds. soy lo que soy y aquí estaré siempre para Uds., una mención especial a los "Muy Señores".

A mi movimiento estudiantil Fuerza Civil, la cual me enseñó que en la política se conoce grandes amigos con una misma intención de ayudar sin recibir nada a cambio.

A mi Constructora Abu Fravels S.A., un sueño hecho realidad, que se comenzó a labrar desde el primer ciclo junto a mi Socio y mejor amigo Ober Veliz y hace 3 años es ya un hecho, a mis colaboradores que me han enseñado a liderar y a ver que la vida es mucho más amplia que las 4 paredes de nuestra casa.

Gracias a mis amigos en general y en especial a Thelmo, Dayanna, Andrés, Oscar, el Guambra, etc. Y a todos mis futuros colegas.

GRACIAS!

Solórzano Yazbek Santiago Paúl

DEDICATORIA

Es difícil nombrar a cada una de las personas que hicieron posible que llegue este momento, porque llenaría esta hoja y muchas más, todos son importantes pero los que voy a nombrar han marcado mi vida.

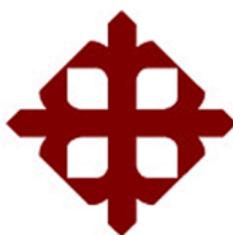
Así que este logro va dedicado para mis padres, solo ellos y yo sabemos lo que hemos pasado para lograr este título.

Para mi abuelita que falleció hace pocos meses, me hubiera gustado mucho que estuvieras aquí, para todos mis tíos que fallecieron durante este proceso y mis abuelitos que fallecieron hace bastantes años y no tuve la oportunidad de compartir con Uds.

Para cada uno de mis familiares y para las personas que lograron formar mi carácter a través de experiencias buenas y otras no tanto.

Y, sobre todo para Dios ya que sin EL no soy nadie.

Solórzano Yazbek Santiago Paúl



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

f. _____

Ing. Murillo Bustamante, Roberto, MDI, MBA

TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Valarezo Moreno de Pareja, Lilia, M.S

DECANO DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther, MSc.

OPONENTE

f. _____

Ing. Nancy Varela Terreros, MSc.

DELEGADO DE COORDINACIÓN DE ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

CALIFICACIÓN

f. _____

Ing. Murillo Bustamante, Roberto, MDI, MBA
TUTOR

f. _____

Ing. Valarezo Moreno de Pareja, Lilia, M.S
DECANO DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther, MSc.
OPONENTE

f. _____

Ing. Nancy Varela Terreros, MSc.
DELEGADO DE COORDINACIÓN DE ÁREA

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1	2
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
Capítulo 2	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.2 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PROYECTOS	7
2.2.2 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS	8
2.2.3 ETAPAS DEL PROYECTO	9
2.2.4 CONTROL Y MONITOREO	11
2.3 CONCEPTO DE VALOR GANADO	12
2.3.1 PROGRAMACIÓN GANADA.....	17
2.4 CONCEPTO DE RUTA CRÍTICA	18
2.5 EVM EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN	20
Capítulo 3	22
MARCO PRÁCTICO	22
3.1 EJEMPLO Y METODOLOGÍA A SEGUIR.....	22
3.2 ESTUDIO DE CASO	23
3.2.1 INTRODUCCIÓN AL CASO	23
3.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	24

3.2.3 PLANOS	25
3.2.4 PRESUPUESTO DE OBRA.....	29
3.2.5 CRONOGRAMA VALORADO DE OBRA	31
3.3 APLICACIÓN DE EVM A RUTA CRITICA.....	34
3.4 MEDICIONES Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN.....	43
Capítulo 4	47
CONCLUSIONES.....	47
CONCLUSIONES PARTICULARES AL CASO DE ESTUDIO	48
Capítulo 5	49
RECOMENDACIONES	49
Capítulo 6	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Henry Gantt.....	4
Figura 2. Ejemplo de EDT/WBS de la construcción de un puente.....	6
Figura 3. Valor Ganado, Valor Planificado y Costo Real.2013.	14
Figura 4. Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI).	15
Figura 5. Curva S tipo.2011.	16
Figura 6. Curva S con costes semanales y costes acumulados.2011. ..	16
Figura 7. Hallar ES gráficamente. 2011.	17
Figura 8. Actividades de la ruta crítica. 2010.	19
Figura 9. Especificaciones técnicas de Proyecto. 2017.	24
Figura 10. Planos de Proyecto. 2017.	25
Figura 11. Planos de Proyecto. 2017.	26
Figura 12. Planos de Proyecto. 2017.	27
Figura 13. Planos de Proyecto. 2017.	28
Figura 14. Ruta Crítica de Proyecto. 2018.	39
Figura 15. Ruta Crítica de Proyecto. 2018.	39
Figura 16. Ruta Crítica de Proyecto. 2018.	39
Figura 17. Ruta Crítica de Proyecto. 2018.	40
Figura 18. Ruta Crítica de Proyecto. 2018.	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto de Proyecto, 2017.	29
Tabla 2. Cronograma Valorado de Obra Proyecto, 2017.	31
Tabla 3. Lista de actividades, cantidad presupuestada vs cantidad real, 2018.	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. PV, EV y AC de todas las actividades en 43 semanas.	34
Gráfico 2. Indicadores de CPI y SPI de todas las actividades en 43 semanas.	38
Gráfico 3. PV, EV y AC aplicado a las actividades de la ruta crítica.	41
Gráfico 4. Indicadores CPI y SPI aplicado a las actividades de la ruta crítica.	42
Gráfico 5. Curvas acumuladas PV y PV aplicado a las actividades de la ruta crítica.	43
Gráfico 6. Curvas acumuladas AC y AC aplicado a las actividades de la ruta crítica.	43
Gráfico 7. Curvas acumuladas EV y EV aplicado a las actividades de la ruta crítica.	44
Gráfico 8. Indicadores CPI y CPI aplicado a las actividades de la ruta crítica.	45
Gráfico 9. Indicadores SPI y SPI aplicado a las actividades de la ruta crítica.	45

RESUMEN

Existen varios métodos de control para conocer el estado de un proyecto, es importante saber elegir que método se va a utilizar de acuerdo a la magnitud y lo que se necesita conocer acerca del proyecto.

La integración de las técnicas de control Critical Path Method (CPM) y Earned Value Management (EVM) en el análisis de un proyecto, es el caso de estudio de este Trabajo de Grado.

El Valor Ganado de un proyecto, ejecutado sobre las actividades de la ruta crítica del mismo, facilita la aplicación de esta técnica reduciendo costos y tiempo.

En ningún caso se debe descuidar las actividades que no pertenecen a la ruta crítica, puesto que se pueden distender en tiempo y convertirse en una de ellas.

Los indicadores de desempeño que dan como resultado en este método no solucionan los problemas que puedan ocurrir en la obra, son valores que nos permiten conocer la realidad de la obra y en el caso de ser negativos, tomar las correcciones pertinentes para resolverlos.

PALABRAS CLAVES

Control, técnicas, métodos, valor, ganado, obra, proyecto, análisis, actividades, tareas, costos.

ABSTRACT

There are several control methods to know the status of a project, it is important to know how to choose the method that will be used according to the magnitude and what you need to know about the project.

The integration of the Critical Path Method (CPM) and Earned Value Management (EVM) control techniques in the analysis of a project is the case study of this Degree Work.

The Earned Value of a project, executed on the activities of the critical route of the same, facilitate the application of this technique reducing costs and time.

In any case, activities that are not related to the critical route must be neglected, the position that can be delayed in time and become one of them.

The performance indicators that result in this method do not solve the problems that can occur in the work, the values that allow us to know the reality of the work and the case of being negative, take the relevant corrections to solve them.

KEYWORDS

Control, techniques, methods, value, livestock, work, project, analysis, activities, tasks, costs.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

La administración de proyectos es la parte más compleja a la hora de ejecutar un proyecto, puesto que siempre nos encontramos con circunstancias adversas, tales como sobrecostos, materiales que no se encuentran en stock, personal que se ausenta por uno o varios días, el clima que a veces no permite laborar, etc.

Administrar correctamente un proyecto recala en realizar un conjunto de actividades temporales teniendo en cuenta que estamos sujetos a recursos limitados para obtener un fin en particular.

He aquí, que, a lo largo de los años, en base a experiencia y diferentes estudios se han creado técnicas de análisis de un proyecto para planificar, medir su rendimiento, poder monitorear el avance, poder referenciar cuanto se ha gastado de más, que tiempo se ha ocupado adicional, y así podremos pronosticar el tiempo que se necesita para la culminación del mismo y el costo final del proyecto, que por lo general siempre es mayor al presupuestado inicialmente, el EVM nos ayudará a conocer lo que necesitamos saber sobre el proyecto.

A muchos profesionales les gusta utilizar técnicas de análisis de red, como CPM – Critical Path Method, para la previsión de programación y EVM – Earned Value Management para la previsión de costos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos métodos tienen diferentes suposiciones subyacentes, mientras el CPM es principalmente una herramienta principalmente de planificación, el EVM es principalmente una herramienta de monitoreo y control.

CPM generalmente asume que el rendimiento futuro será igual al plan original, a menos que se realicen cambios en el alcance, el tiempo, la lógica, los recursos o el costo del plan original. Además, CPM asume inicialmente que los problemas u oportunidades que afectaron el rendimiento en el pasado no se repetirán en el futuro y que el plan original es mejor que el rendimiento

pasado en el proyecto como un predictor de rendimiento futuro en el mismo proyecto.

Por el contrario, la suposición generalmente asociada con EVM es que el desempeño pasado en el proyecto es un buen predictor del desempeño futuro en el mismo proyecto, que el desempeño hasta la fecha continuará en el futuro, y que las eficiencias o ineficiencias observadas hasta la fecha prevalecerán a través de la finalización del proyecto, a menos que se realicen cambios.

OBJETIVO GENERAL

Aplicación de la metodología de Valor Ganado en Ruta Crítica, en un ejemplo de un proyecto de construcción, para poder obtener la diferencia que existe entre aplicar el EVM al total de las actividades del proyecto y aplicar solamente a las actividades que pertenecen a la Ruta Crítica. Al final con los indicadores que nos den como resultado, podremos comparar y decidir si esta aplicación es más eficaz y eficiente que los métodos tradicionales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los conceptos de CPM – Critical Path Method y EVM – Earned Value Management, tratando de complementar estos métodos de control y recomendar una manera óptima de medir el progreso del proyecto.
- Mostrar los beneficios que trae la integración de estos dos métodos para evaluar el estado de los proyectos.
- Informar a los interesados del proyecto el estado del presupuesto y el desempeño del mismo de manera eficaz y clara.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La técnica de EVM, es un procedimiento objetivo para medir el desempeño de un proyecto, a través de conjugar el alcance, el tiempo y el costo. Contrastando así lo que se planifica con lo que se ejecuta y luego poder hacer un análisis sobre lo que realmente se ha ganado.

Administrar, es una materia que siempre se ha utilizado desde nuestros orígenes, cada conjunto de tareas que realizamos forma un proyecto, el Project Management Institute(PMI) le ha dado un sentido más académico a partir de los años 70', introduciendo prácticas de gestión de proyectos, métodos de control, indicadores, en fin, una serie de herramientas para desarrollar un proyecto satisfactoriamente.

Todo esto ha sido un largo proceso en el que varias personas, entidades y organizaciones han colaborado en el desarrollo de la administración de proyectos, para lo cual es importante destacar acontecimientos que han marcado este camino.

En 1917, Henry Gantt, fue el creador del Diagrama de Gantt; una idea de mucha importancia para todo el mundo en esa década, desarrolla una gráfica que representa las actividades y su tiempo de duración. A la actualidad, es uno de métodos más empleados debido a su facilidad y simplicidad a la hora de aplicarlo.



Ilustración 1. Henry Gantt. Fuente:

<http://lasteoriasadministrativasunipana.blogspot.com.es/2011/09/biografia-henry-gantt.html>

Para 1957, utilizando el diagrama de Gantt, el Dupont Corporation crea el método de control Critical Path Method (CPM), conocido en español como la

Ruta Crítica, en el cual se predice la duración del proyecto usando la secuencia de sus actividades, reflejando cuales son las actividades que son menos flexibles en el cronograma.

Siguiendo los acontecimientos, en 1958, una oficina del Departamento de Defensa de los EEUU desarrolló otra técnica llamada PERT (Program Evaluation and Review Technique), bastante similar al CPM pero menos rígido, esta técnica permite analizar tarea por tarea, los eventos que participan en la realización de un proyecto, colocamos su tiempo de duración y las actividades que debemos desarrollar para seguir con la siguiente, así identificamos el tiempo mínimo necesario para la culminación del proyecto, podemos modificar el tiempo de duración de cada tarea

La WBS (Work Breakdown Structure) aparece en 1962, luego de que el Departamento de Defensa de los Estados Unidos ordenará su aplicación, es una técnica que sirve para estructurar la organización de un proyecto a través de una representación jerárquica, en la cual se asignan tareas y responsabilidades que deben ser realizadas en su totalidad para culminar un proyecto, lo que compromete a cada integrante de la organización a culminar la parte de su trabajo.

Se funda en los Estados Unidos de América, el Project Management Institute (PMI), considerada la organización más importante y de mayor influencia en la administración de proyectos, su contribución a este campo data desde 1969. Se lo conoce como el creador de una de las principales herramientas en el Project Management, la "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos" (PMBOK).

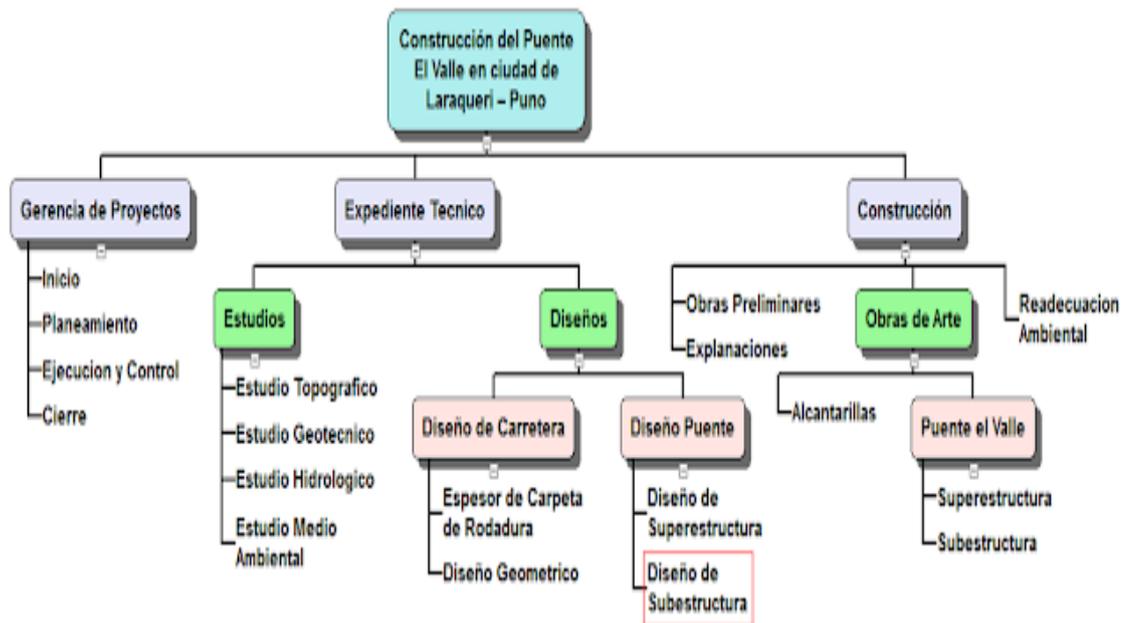


Ilustración 2. Ejemplo de EDT/WBS de la construcción de un puente.

Fuente: <http://ingenieriaconstruccion929.blogspot.com/2015/09/gestion-del-alcance-del-proyecto.html>

Para 1987, El PMI publica por vez primera el PMBOK, un texto que intenta documentar todas prácticas e informaciones de administración de proyecto aceptadas hasta la fecha. Su primera edición se realizó en 1996 y cada cuatro años se actualiza una nueva publicación (la publicación del año 2012 paso al siguiente año). El PMBOK es el libro guía para el mundo de la administración de proyectos.

En el año de 1989, aparece en escena la Gestión de Valor Ganado (EVM), técnica utilizada por el Subsecretario de Defensa para el departamento de adquisiciones. El PMBOK® de 1987 ya tenía un bosquejo de EVM que subsiguientemente fue extendido en otras publicaciones.

El PMBOK® se convierte en un Estándar ANSI en 1998. El Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (American National Standards Institute, ANSI) reconoció al PMBOK® como un estándar; donde se constituyen puntos/ítems en dicho método, los cuales son:

- Organización.
- Planeación, cronograma y presupuesto.
- Consideraciones sobre contabilidad.

- Informes de análisis y dirección.
- Revisiones y mantenimiento de la información.

El PMI® lanza la 4° edición del PMBOK®. Esta cuarta edición, siguiendo los lineamientos tradicionales del PMI®, se enfoca en hacer más fácil el entendimiento y su puesta en práctica con mejoras en su contenido, esto se publicó en el 2008.

Hasta el 2013 se tuvo que esperar para la publicación de la 5° Edición de la Guía PMBOK® en español. La nueva edición amplía el número de procesos de 42 a 47. Uno de los cambios más notorios, es la “nueva” área de conocimiento de gestión de proyectos, denominada “Gestión de los Interesados del Proyecto”, lo cual no es del todo nueva ya que se hace referencia en una edición anterior.

El PMI publico la 6° Edición de la Guía PMBOOK® el 6 de septiembre de 2017, siendo los cambios más significativos en sus capítulos 6 y 9 de las áreas de conocimiento, ya que Gestión del Cronograma del Proyecto, antes llamada Gestión del tiempo del Proyecto, deja en claro que se habla de la planificación del cronograma y no de tiempo y Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto cambia a Gestión de los Recursos del Proyecto, hace referencia a la gestión de todos los recursos del proyecto, tanto humanos como materiales, así como, se introducen 3 nuevos procesos y se realiza modificaciones en procesos ya existentes.

2.2 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PROYECTOS

2.2.1 PRESENTACIÓN

Al hablar de elaboración de proyectos, algo que se presenta en la vida cotidiana y no siempre ha sido fácil su comprensión y análisis. Más aún, en el mundo de las organizaciones sociales, es un tema que se encuentra presente

y con grandes dudas para las personas de rangos superiores. Por ello se presentan algunas consideraciones sobre la materia de formulación de Proyectos.

Un proyecto es un conjunto de tareas conectadas entre sí para poder cumplir con un fin común.

Una organización puede planificar una serie de proyectos a distintos niveles:

- Para mejorar la producción en obra.
- Para fortalecer el trabajo en equipo.
- Para crear nexos con otras constructoras y poder licitar en proyectos conjuntamente
- Para colaborar con la sociedad con obras de construcción de interés social.

La planificación tiene, entre otros, los siguientes beneficios:

- Ayuda a definir hacia donde se quiere ir y cuál es la meta.
- Señala un camino lógico a seguir para llegar a ella.
- Mantiene informado de cómo se progresa respecto del plan trazado.
- Deja ver los errores primero en el papel, antes de que aparezcan en la realidad.
- Permite realizar rápidos ajustes si se presentan dificultades en el curso del trabajo.

Es algo común hacer las cosas sin planificar, porque se piensa que la planificación es una pérdida de tiempo, que no produce resultados y porque generalmente ocurre que lo "urgente" desplaza lo "importante". La planificación es sumamente importante antes, durante e incluso después de la ejecución de un proyecto, sea cual sea su tipo.

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS

- Según su carácter
 - Sociales

- Financieros
- Según el sector de la economía a la cual están dirigidos
 - Agropecuarios
 - Infraestructura Social
 - Infraestructura Económica
 - Industriales
 - Servicio
- Según el ejecutor
 - Públicos
 - Privados
- Según su área de influencia
 - Locales
 - Regionales
 - Nacionales
 - Multinacionales
- Según el tamaño
 - Pequeños
 - Medianos
 - Grandes

2.2.3 ETAPAS DEL PROYECTO

- Planteamiento del Problema

Es la etapa inicial en la cual vamos a definir el problema que se presenta y el cual requiere la realización de un proyecto para su solución.

Todo proyecto nace de una necesidad a solucionar un problema, pero debido a ciertas limitaciones, se estructura un plan para ejecutar de una forma efectiva y eficaz dicho problema.

- Planificación

La etapa fundamental de todo proyecto, porque es aquí donde se direcciona todas las actividades a realizar para llevar a cabo el proyecto, pero es la que menos tiempo se le otorga.

Es necesaria esta fase para que un proyecto se desarrolle de la mejor manera, aquí donde se fragua el éxito o el fracaso del proyecto

En esta etapa se plantean:

- Los objetivos del proyecto.
- Los métodos de investigación empleados.
- La investigación realizada.
- Las hipótesis que se desea comprobar.
- Las variables del proyecto.
- El resultado de la investigación realizada.
- Los recursos necesarios para su ejecución.
- Los resultados esperados con su aplicación.

Así también, se establece las medidas de control necesarias para medir el desarrollo de cada fase y los recursos utilizados en la misma.

- Ejecución

Es llevar a cabo todo lo planificado, gestionar todos los recursos necesarios para cumplir con cada actividad planificada.

En el sector de la construcción siempre van a existir imprevistos, tales como la no llegada del material, o la falta contar con la mano de obra para cumplir cierta actividad, es por eso que se debe estar atentos a solucionar cualquier inconveniente que se presente durante esta etapa, por eso se pone en práctica las medidas de control que se establecieron en la etapa anterior, para darnos cuenta en ¿qué?, ¿cómo y cuándo? estamos fallando, y poder tomar una corrección a tiempo.

- Recepción del proyecto

Al cumplir con todas las actividades planificadas, podemos dar como culminado el proyecto, es necesario saber que tenemos cumplir con fechas de entrega y con calidad en los trabajos realizados para que, en esta etapa, el cliente puede quedar a gusto con el trabajo realizado y no se generen prórrogas en la entrega, ya que tiempo es igual a dinero.

2.2.4 CONTROL Y MONITOREO

Para cumplir a cabalidad un proyecto, es necesario monitorear periódicamente el Proyecto, identificar problemas y tomar medidas correctivas, así también, identificar si a futuro pudieran existir nuevos riesgos para el proyecto e implementar un plan de contingencia para que no afecte el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con el tipo de proyecto y a las necesidades que éste tenga, el ejecutor del proyecto debe escoger los métodos de control que el crea conveniente. Sea cual sea el método por utilizar se debe desarrollar un plan de trabajo bajo un esquema estructurado, en el cual se detallen todas las actividades a realizar, el personal responsable de cada tarea, dónde se va a realizar, cuándo se va a realizar, cómo se va a realizar, y cuánto va a costar. Así también es necesario información del sector donde se va a desarrollar la obra, ya que son factores externos que pueden afectar directa o indirectamente el desarrollo del proyecto.

Al haber culminado el plan de trabajo, se programan las actividades con fechas de inicio y fin, para poder evaluar su ejecución.

Luego se definen los costos a gastar en cada actividad, de una manera que se pueda controlar bajo una misma unidad, el presupuesto total del proyecto.

Una vez que se cuente con este plan de trabajo, la programación y el costeo detallado, se podrá sacar mucho beneficio al control, y facilitará la toma de decisiones en caso de que se presenten dificultades durante la marcha. Es importante mencionar que todo plan de trabajo, programación y costeo puede hasta cierto nivel y bajo ciertas circunstancias replantearse durante la ejecución del proyecto, siempre y cuando sea en beneficio del fin del proyecto.

Existen múltiples métodos de control o fiscalización de proyectos, entre los principales se tienen a:

- Diagrama de barras (Gantt)
- Curvas de producción acumulada

- PERT
- Método del Valor ganado (EVM)
- Método de la ruta crítica (Critical Path Method, CPM)
 - Diagrama de Flechas
 - Red de precedencias

2.3 CONCEPTO DE VALOR GANADO

El EVM es una técnica que combina el tiempo, alcance y los recursos necesarios para poder evaluar el comportamiento y el avance del proyecto.

Este método se basa en indicadores de rendimientos, los cuales se calculan periódicamente durante la ejecución del proyecto para tomar las medidas correctoras a tiempo, consta de 3 grandes componentes:

1. Valor planificado (PV): es lo que se planifica antes de la obra, que se va a ocupar de recursos para realizar una actividad y es la línea base sobre la cual vamos a medir el desempeño; también conocido como el presupuesto hasta la conclusión (BAC).
2. Valor ganado (EV): es la medición de desempeño del proyecto, evaluamos a una fecha determinada, lo que realmente se ha avanzado y cuantos se ha ganado a la fecha.
3. Costo real (AC): es el costo final de lo que se gastó en la obra, en teoría debería coincidir con el PV, pero no siempre ocurre eso, porque en la construcción existen varios imprevistos.

Con estos 3 datos, se puede hacer un análisis de las variaciones respecto a la línea base aprobada en la planificación.

- Variación del cronograma (SV): es una medida en la cual se evalúa el cronograma propuesto inicialmente, encontramos la diferencia entre lo que se planifico y lo que realmente se ha avanzado. Por tanto, variaciones negativas implicarán un retraso en la ejecución del proyecto. Hay que tener en cuenta que será igual a cero cuando se complete el proyecto. Desde

PMBOK se recomienda la utilización junto la programación de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos. Su fórmula es la siguiente: $SV=EV-PV$.

- Variación del costo (CV): al igual que el SV, pero esta medida evalúa el presupuesto inicial y así podremos conocer cuanto más o menos se ha gastado a una fecha determinada de control. Siendo una medida de desempeño del costo, indica la relación entre el desempeño real y los costos incurridos. Una CV negativa es normalmente difícil de recuperar en un proyecto. Su fórmula es la siguiente: $CV=EV-AC$.

Índices

Lo mencionado anteriormente se convierte en indicadores de eficiencia que reflejan el comportamiento del proyecto en base a su costo y tiempo, siendo útiles para determinar el estado de este. Dichos indicadores se muestran a continuación:

- Índice de desempeño del cronograma (SPI): se mide la eficiencia del cronograma, nos indica numéricamente como se está manejando el tiempo. Se lo mide en base a la unidad, siendo menor a este significa que se ha realizado menos de lo planificado y por encima de la unidad, que se ha ejecutado más trabajo del planificado.

Su fórmula es la siguiente: $SPI = \frac{EV}{PV}$

- Índice de desempeño del costo (CPI): al igual que el SPI, pero esta mide la eficiencia del presupuesto. Un valor por encima de uno refleja un costo inferior al planificado y, por el contrario, un valor inferior muestra un costo superior al programado con respecto al trabajo realizado.

Su fórmula es la siguiente: $CPI = \frac{EV}{AC}$

La medida de control puede ser periódica y de forma acumulativa. Con la siguiente ilustración, podemos explicar como el costo excede el presupuestado y el proyecto tiene un retraso.

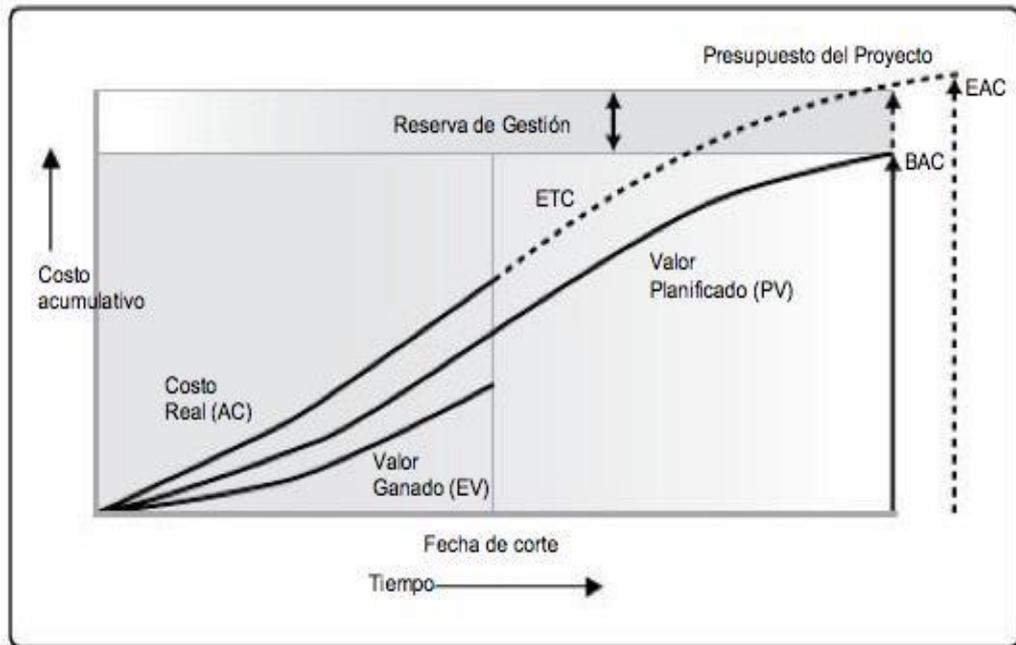


Ilustración 3. Valor Ganado, Valor Planificado y Costo Real.2013. Fuente: 5ª Edición de la Guía del PMBOK

Pronósticos

A medida que avanza el proyecto, se puede desarrollar una estimación a la conclusión (EAC), la cual puede ser diferente al presupuesto final, esto se lo realiza en base al desempeño que tiene el proyecto. El EAC se basa normalmente en los costos reales invertidos para realizar los diferentes trabajos, más una estimación hasta la conclusión (ETC).

Paralelamente en la Gestión del Valor Ganado, los datos pueden proporcionar diferentes EAC's estadísticas, de las cuales se describen las tres más comunes:

- EAC para el trabajo de la ETC a la tasa presupuestada: usa el desempeño real, los costos reales y prevé que todo el trabajo futuro de la ETC se llevará a cabo de acuerdo a lo presupuestado, con la fórmula:

$$EAC = AC + \frac{BAC}{EC}$$

- EAC para el trabajo de la ETC con el CPI actual: se asume en el futuro el proyecto se desarrollará del mismo modo que lo ha hecho hasta la fecha, siendo el CPI acumulativo el presente en la siguiente fórmula:

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

Por último, se puede realizar un pronóstico que expresa a modo de índice, el cual es una medida del desempeño del costo que se debe conseguir con los recursos restantes para tratar de cumplir con el objetivo marcado. El índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante, tal y como sucede con el BAC o la EAC. La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$EAC = \frac{BAC - EV}{BAC - VC}$$

donde sí es evidente que el BAC no es viable, el director de proyecto tendrá en cuenta la EAC calculada y puede substituir al BAC en el cálculo del TCPI. Si el resultado es mayor a 1, se debe mejorar para exceder el presupuesto, en cambio si es inferior es bueno puesto que equivale a tener una holgura en los fondos.

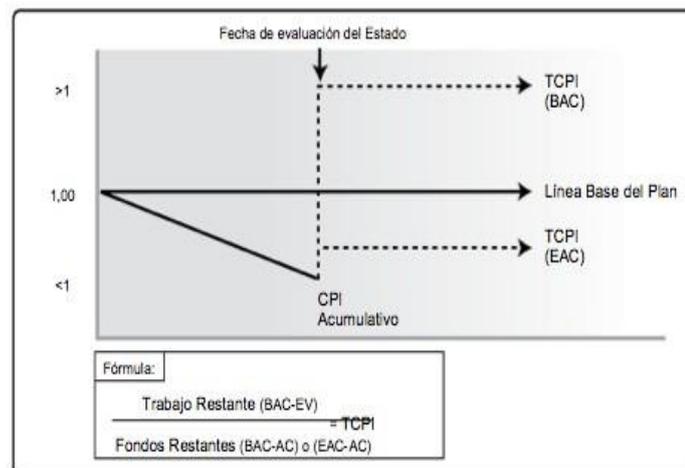
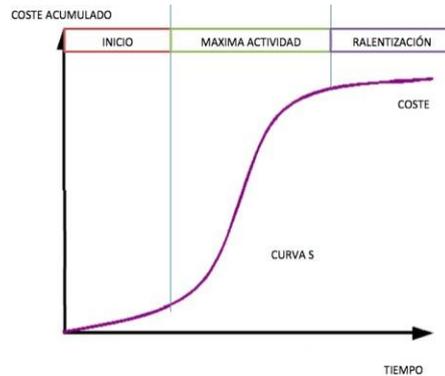


Ilustración 4. Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI). 2013.Fuente: 5ª Edición de la Guía del PMBOK

Los proyectos al tener una tendencia similar de costo con relación al costo acumulado y tiempo de este. Esta igualdad se observa a través de la curva S, donde podemos ver los costos acumulados y su pendiente define el nivel de gastos. Se llama así debido a la forma que adquiere dicha gráfica y que comprende tres fases claras de un proyecto, como se puede ver a



continuación:

Ilustración 5.- Curva S tipo.2011.

Fuente: <http://riunet.upv.es/handle/10251/12392>

Al inicio, podemos ver un crecimiento lento, para luego desarrollar un crecimiento exponencial en las fases intermedias y una nueva ralentización al final, cuando la obra está por culminar.

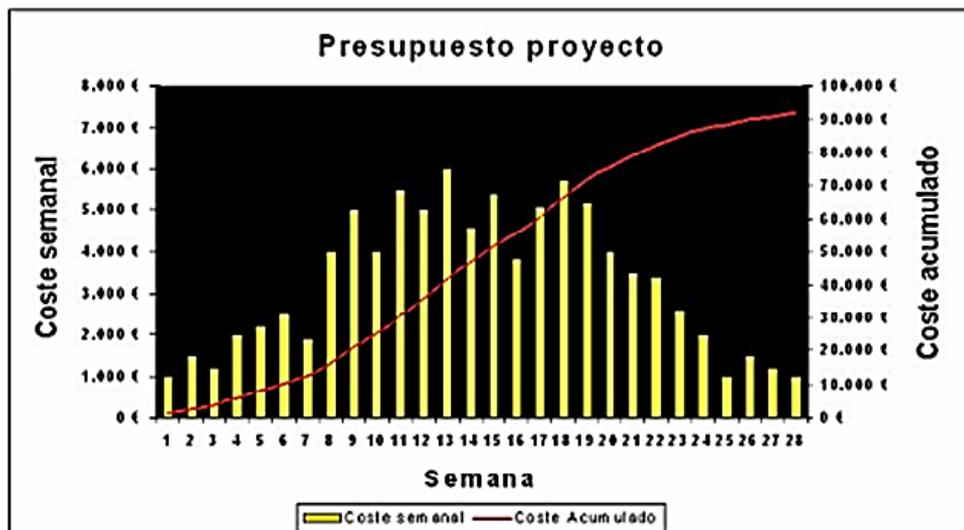


Ilustración 6.- Curva S con costes semanales y costes acumulados.2011. Fuente:

<http://riunet.upv.es/handle/10251/12392>

2.3.1 PROGRAMACIÓN GANADA

“Aunque, como ya se ha dicho, estos índices permiten medir el avance del proyecto, también presentan dos claros inconvenientes. En primer lugar, tanto CV como SV se miden en unidades monetarias y no de tiempo, lo cual complica su interpretación. Y, en segundo lugar, por definición $SV = 0$ ($SPI = 1$) siempre al final del proyecto. Es decir, según se aproxime el final, SV irá convergiendo a cero (SPI a la unidad) indicando una ejecución perfecta del proyecto (100% eficiencia de la programación), aunque éste vaya retrasado. Por consiguiente, habrá un instante de tiempo a partir del cual estos índices dejan de ser fiables, y según se establece (Vanhoucke & Vandevoorde, 2006), el intervalo de tiempo donde estos indicadores pierden su capacidad predictiva coincide aproximadamente con el último tercio del proyecto, periodo crítico donde las previsiones deben ser muy precisas para que la dirección del proyecto vaya planificando las siguientes fases” (Grande, de Cos, & Rodríguez, 2010)

Para superar estos inconvenientes, surge la programación ganada (ES), la cual se obtendrá gráficamente al trazar en una determinada fecha de control (AT) una horizontal por EV hasta interceptar a la línea base de la programación vigente para el proyecto, siendo ES la abscisa correspondiente a dicho punto de intersección, tal y como muestra la ilustración.

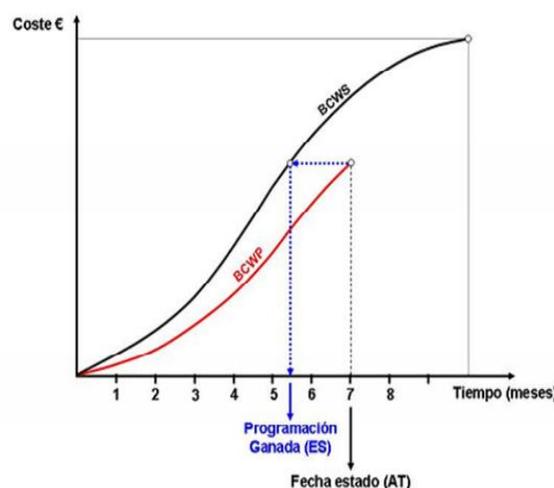


Ilustración 7. - Hallar ES gráficamente. 2011. Fuente: <http://riunet.upv.es/handle/10251/12392>

La programación ganada (ES), no es más que la fecha en la que el valor planificado acumulado (PV) es igual al valor ganado acumulado (EV) en una fecha determinada de control denominada fecha de estado (AT). Si el proyecto va según lo previsto, las fechas (ES y AT) coincidirán y en caso contrario, no lo harán, como ocurre en la ilustración.

2.4 CONCEPTO DE RUTA CRÍTICA

Ahora bien, como indica el PMBOK (en su sección 7.4.2.1 Gestión del Valor Ganado) estas metodologías deben analizarse junto a la ruta crítica. El hecho de que desde el PMI se especifique dichas recomendaciones reside en el propio método de la ruta crítica (CPM).

Este método es una técnica en la cual se puede predecir la duración de un proyecto, al identificar qué secuencias son menos flexibles en el cronograma de la obra, fue desarrollada por Dupont Corporation en 1957.

La aplicación del CPM, va desde los estudios iniciales de un proyecto, hasta la culminación del mismo, cabe recalcar que este método tiene una gran flexibilidad y adaptación a cualquier circunstancia, es así, que el método de la ruta crítica se lo puede aplicar en cualquier situación que contenga una serie de actividades relacionada entre sí para llevar a cabo la culminación de un proyecto; siendo aplicable en cualquier campo tales como: construcción, estudios económicos, planeación de carreras universitarias, censos de población, etc.

Cabe señalar que este método no resuelve los problemas administrativos de un proyecto, es más, aplicado incorrectamente puede generar resultados equívocos; no así, si se lo aplica correctamente, se podrá llevar a cabo el proyecto de una manera óptima, aprovechando todos los recursos, tiempo y dinero, de una manera eficaz y eficiente.

En el desarrollo, el error más usual es que se lo utiliza únicamente al inicio de la obra y no durante, lo cual como mencione en el capítulo pasado, la

construcción es un campo que tiene muchos imprevistos y que uno tiene que utilizar todos los métodos de control para redireccionar la obra a tiempo y que no genere un atraso en la entrega ni un consumo mayor de los recursos económicos.

Hay que ser dinámicos en su uso, combinar estas técnicas de Gestión de Valor Ganado, Programación Ganada y el Método de Ruta Crítica facilita el medio ideal para identificar y analizar la necesidad de modificar o reprogramar el proyecto, reduciendo al mínimo el resultado adverso de cualquier circunstancia. También es un método que permite mejorar la programación del proyecto en caso de que exista una posibilidad, advirtiendo que actividades se pueden acelerar para lograr dicho cometido.

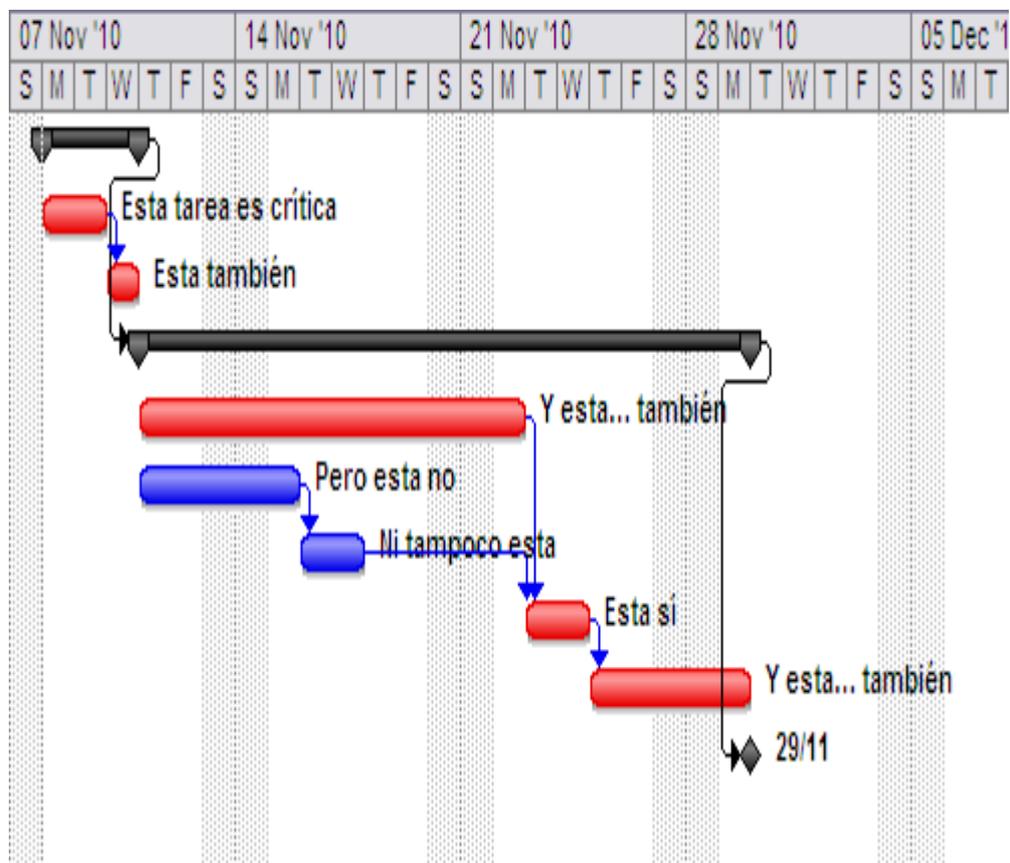


Ilustración 8. - Actividades de la ruta crítica. 2010. Fuente: <http://elringdepn.wordpress.com/2010/11/08/ruta-critica/>

2.5 EVM EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

En un artículo escrito por T.N Weerasinghe Mohottige (Mohottige, 2013) y publicado en el International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), en el cual explica la importancia en la Gestión del Valor Ganado, se basa en mediciones a través de rendimientos, por la variedad de obras existentes, recomienda que este método es útil para unas y no para otras.

Según la afirmación de Takim (Takim, Akintoye, & Kelly, 2003) la cual establece que la medición del desempeño es la recolección y reporte de información sobre las entradas, la eficiencia y la eficacia de los proyectos de construcción, lo cual ha generado una línea de debate en cuanto a la importancia de esta técnica para el cumplimiento de un proyecto. Es por ello que el objetivo principal de la planificación del proyecto es garantizar que todas las actividades se cumplan con la calidad debida y en el tiempo establecido sin descuidar lo más importante, que es el presupuesto. Sin embargo, dentro de una obra existen constantes imprevistos respecto a lo planificado, que pueden y afectan al rendimiento en gran medida y que la labor de dicho control es tratar de aproximar que lo que se ejecute realmente sea muy parecido a lo que se estableció en la planificación.

Actualmente, y a raíz sobre todo de la publicación de Marshall (Marshall, 2007) se prefiere incluir la Gestión del Valor Ganado en contratos de precio cerrado, para evitar el impacto que supondría para la industria aplicar o no dicha técnica a unos contratos y en otros no.

El tiempo de duración del proyecto, es otro punto sobre el cual se debate si esta técnica es eficaz o no, existen defensores que indican que se debe utilizar solo en proyecto de más de 5 años de duración, pero cada vez son más los gerentes de proyectos que sin importar el tamaño de la obra, lo utilizan, generando así mayor control y por ende más reportes acerca del estado de una obra. Entorno a este debate, (Buyse & Vandebussche, 2010) indican como a menudo los proyectos se atascan con la terminación del 90% del mismo, siendo más costoso llevar a cabo el 10% restante de lo que debería y esto se conoce "Desplazamiento de la carga" (Winston y Maroulis, 1998) donde sus autores señalan que la realización de actividades antes de la fecha

indicada, no siempre es bueno, puesto que en relación a los índices de comportamiento, estos pueden ser favorables y en última instancia podemos observar como existen actividades a realizar que comprometen la duración total del proyecto y que representan el avance real de la obra en cuestión.

En cuanto a la parte económica se refiere, se dice que esta técnica genera trabajo adicional que se refleja en dinero, pero solo de debe tener una concordancia entre lo programado en calendario y los costos del proyecto. Así pues, no es necesario cambiar la organización de la empresa o equipo de proyecto, sino que es necesario que cada persona dentro de la empresa tenga claro sus tareas y la responsabilidad sobre la misma, mostrándose además en un organigrama de la obra.

Capítulo 3

MARCO PRÁCTICO

3.1 EJEMPLO Y METODOLOGÍA A SEGUIR

El EVM es la metodología designada para analizar este proyecto, la integración de este método al CPM, es de gran ayuda para los gerentes de proyectos, y es aquí donde podremos evaluar la diferencia de aplicar el EVM al total de las actividades en el proyecto y aplicar el mismo método a la Ruta Crítica, las cuales son las actividades más importantes de la obra, por así decirlo, ya que no tienen tiempo de holgura.

Se ha optado como objeto de estudio, el proyecto de construcción de una vivienda en el sector de Santa Elena, Urbanización Capaes.

Partiendo de una previa revisión a los conceptos fundamentales relacionados al EVM, así como también teniendo claro lo que es una Ruta Crítica empezaremos por hacer un análisis al total de las actividades planificadas para usar como referencia base para el posterior estudio.

El presupuesto es el inicio de un proyecto de construcción y por ende es importante comenzar de la mejor manera, para llevar el proyecto a un feliz término, esto requiere de ser cuidadoso a la hora de contabilizar correctamente las cantidades y los precios unitarios que se cobran por rubro, luego realizamos un cronograma valorado de obra, herramienta que nos ayuda a distribuir el flujo de gasto a lo largo de la obra.

Implementar el uso de programas como Excel y Microsoft Project, facilita organizar las actividades y ayuda a optimizar el tiempo para designar la Ruta Crítica, ya que el Project arroja por medio del diagrama de Gantt, las actividades más críticas de la obra.

3.2 ESTUDIO DE CASO

3.2.1 INTRODUCCIÓN AL CASO

La provincia de Santa Elena es el sitio escogido por gran parte de la población costera y sierra central y sur para alejarse de la jornada laboral y de la rutina, y por turistas internacionales que desean un lugar poder disfrutar de un merecido descanso, esto se debe a varios factores que influyen a la hora de elegir el lugar para descansar, tales como su cercanía a la hora de movilizarse, su clima único y acogedor que invita a compartir el tiempo en familia, y su oferta de hospedaje que con un trato afectuoso y cálido permite complementar lo que se requiere para poder elegir este magnífico lugar.

A lo largo de los años se ha podido desarrollar diferentes proyectos inmobiliarios, los cuales han sido planificados, diseñados y ejecutados para poder satisfacer la demanda de los turistas que año tras año va en crecimiento y que por su constante visita requieren algo más que un hospedaje temporal y se inclinan por una casa vacacional o también llamada segunda casa.

Este es el caso de la Urbanización Capaes, la cual se encuentra ubicada en el sector de Capaes, en la Ruta Spondylus, a pocos minutos de Ballenita, es una agradable y tranquila playa, ideal para caminatas y para la práctica de varios deportes acuáticos, además podemos acotar que se encuentra enmarcado de un paisaje natural de exuberante vegetación de la costa ecuatoriana, sus cristalinas aguas y su fina arena gozan de una privilegiada intimidad a orillas del Océano Pacífico. Este sitio está dirigido a un sector social Medio-Alto en el cual podremos encontrar terrenos desde los 300 m² y con casas estilo mediterráneo, lo cual es uno de los requisitos de la Urbanización.

Como parte de la aplicación de los conceptos antes vertidos y en forma pedagógica se analizará la construcción de una casa vacacional en dicha urbanización, la cual se construirá en un terreno de 300 m² y contará con lo siguiente:

- Casa de 2 plantas.
- 225 m² de construcción.

- Piscina
- Transformador
- Obras complementarias

La obra está programada para que se concluya en 7 meses a partir de la entrega del primer anticipo.

3.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

HORMIGONES Y MORTEROS

IMPLEMENTOS

BLOQUE DE VICTORIA DE 10
 BLOQUE DE VICTORIA DE 20
 CEMENTO HOLCIM RESIST. 210 KG
 ARENA FINA DE RIO
 PIEDRA CHISPA
 PIEDRA 3/4
 ADITIVO SIKA FILL PARA FUNDICION

HIERRO Y ESTRUCTURA

IMPLEMENTOS

VARILLA MICROALIADA N° 10	CORRUGADA
VARILLA MICROALIADA N° 12	CORRUGADA
VARILLA MICROALIADA N° 14	CORRUGADA
VARILLA MICROALIADA N° 16	CORRUGADA
MALLA ELECTROSOLDADA ANDEC	ESTRIADA
ALAMBRE RECOCIDO	

DIMENCIONES HORMIGONES

LOSA ESPESOR 0,20 M (20 CM)
 PILARES PLANTA BAJA 20X20
 PAREDES CONFINADAS ESPESOR 0,20 M
 CISTERNA 10M3
 POZO SEPTICO 10M3
 CONTRAPISO FUNDIDO DE 0,10 M

*Ilustración 9. – Especificaciones técnicas de Proyecto. 2017.
 Fuente: Tutor de Trabajo de Grado*

3.2.3 PLANOS

- PLANO ARQUITECTÓNICO PLANTA BAJA

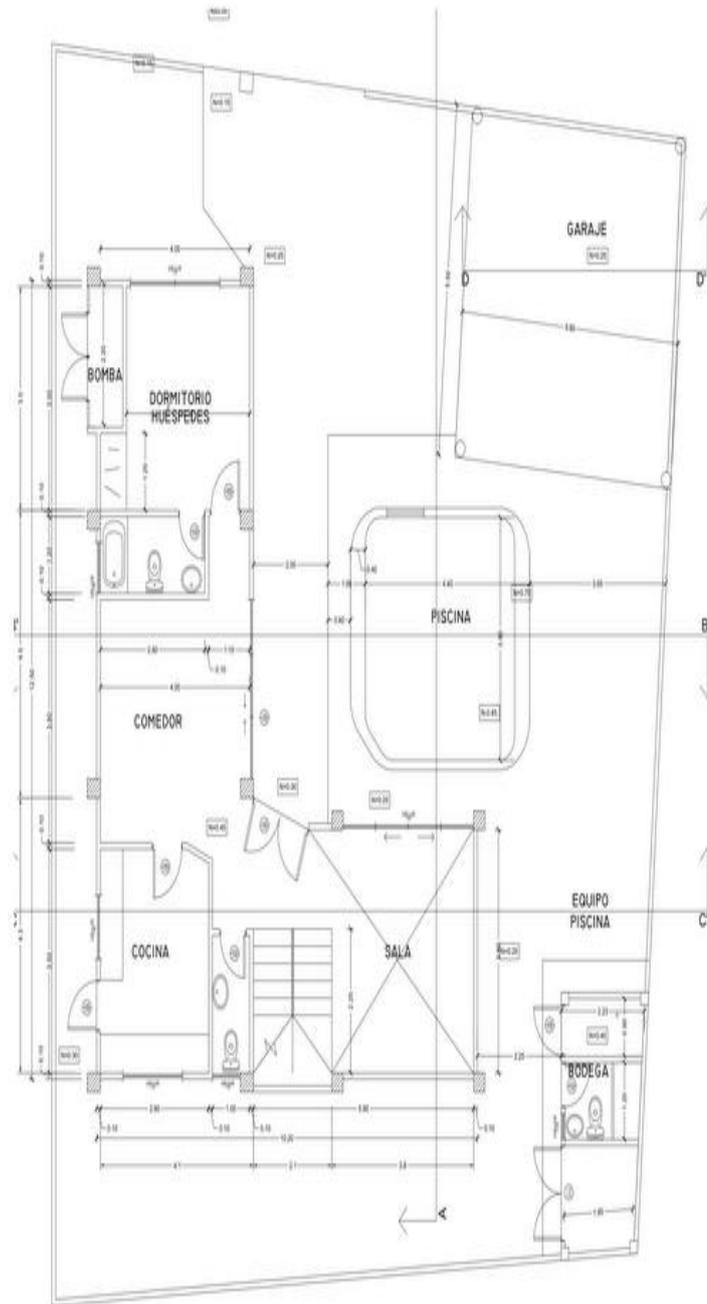


Ilustración 10. – Planos de Proyecto. 2017. Fuente: Tutor de Trabajo de Grado

- PLANO ARQUITECTÓNICO PLANTA ALTA

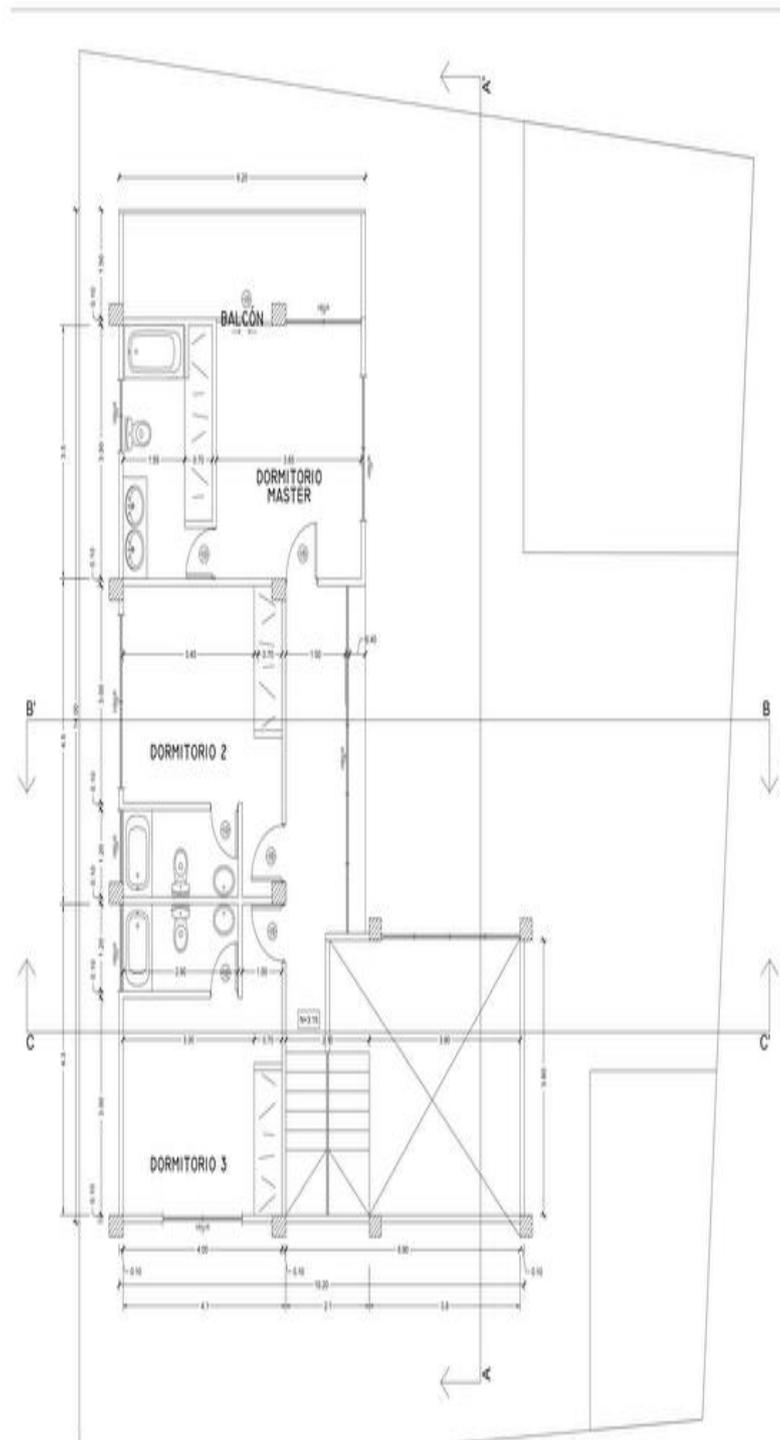


Ilustración 11. – Planos de Proyecto. 2017. Fuente: Tutor de Trabajo de Grado

- PLANO DE CORTES

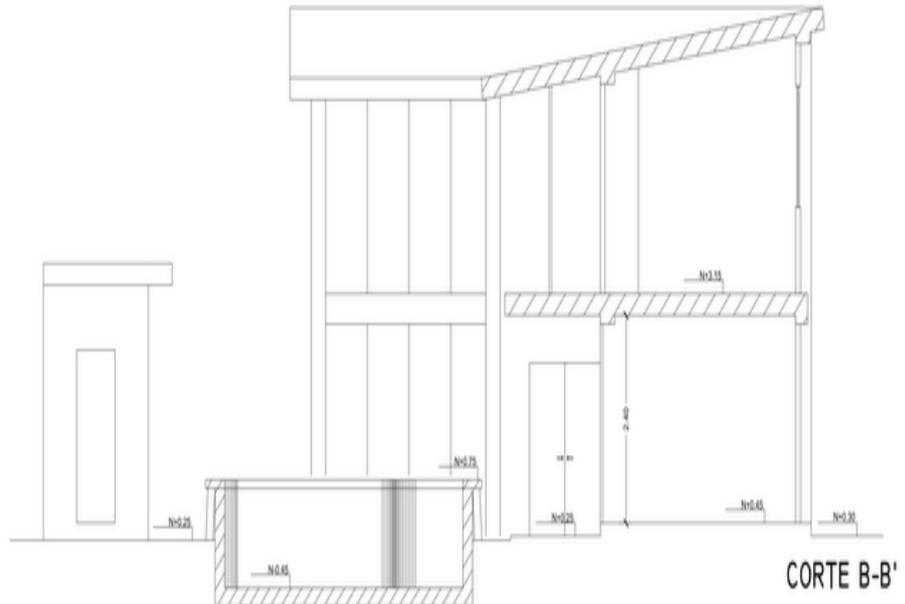
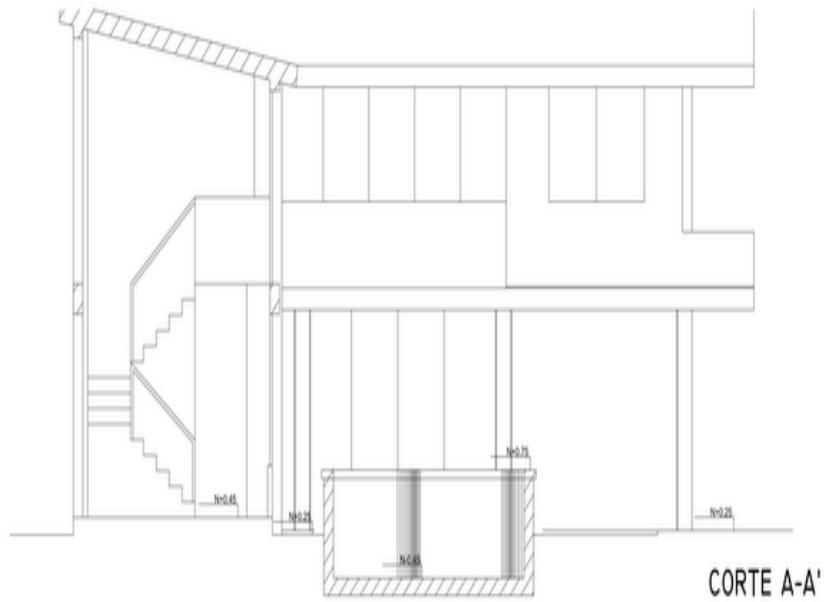


Ilustración 12. – Planos de Proyecto. 2017. Fuente: Tutor de Trabajo de Grado

- PLANO DE FACHADAS

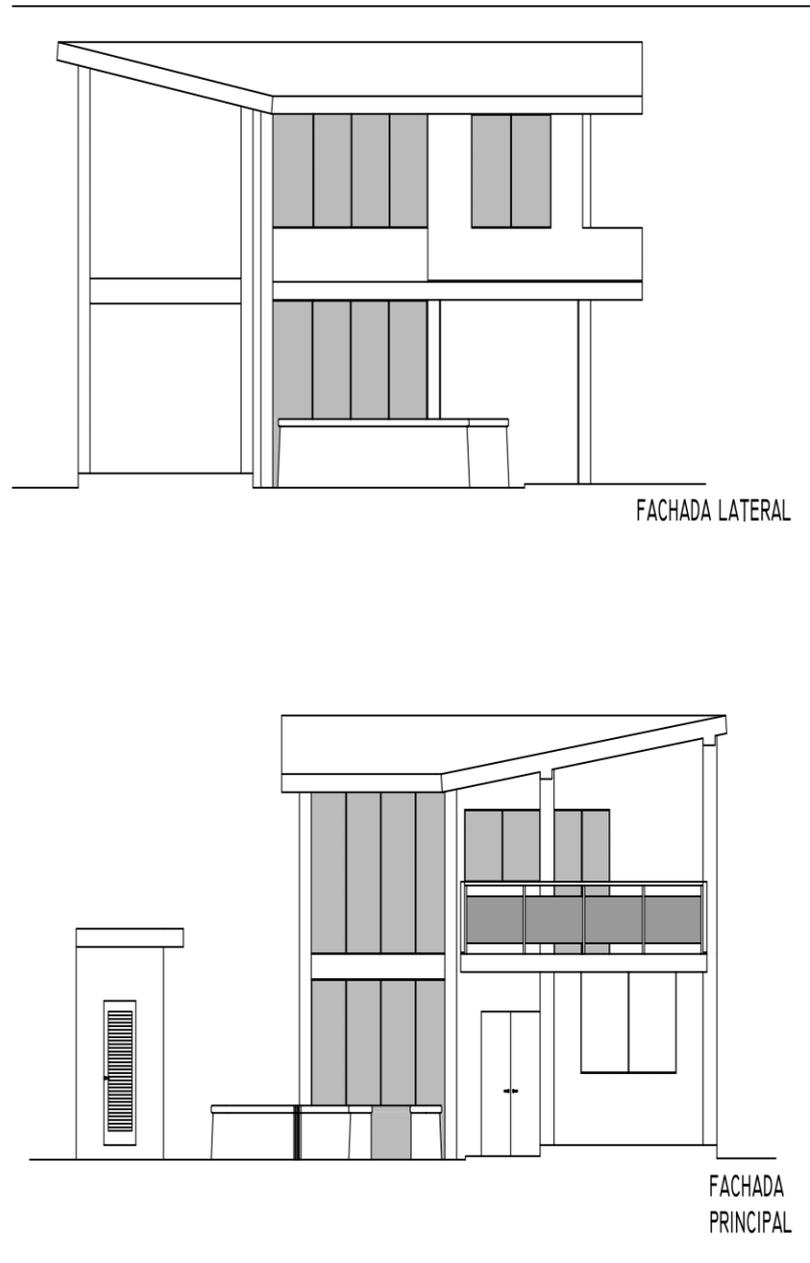


Ilustración 13. – Planos de Proyecto. 2017. Fuente: Tutor de Trabajo de Grado

3.2.4 PRESUPUESTO DE OBRA

RUBROS	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
MOVIMIENTOS DE TIERRA				
Excavación y desalojo	m3	\$4,80	250,00	\$1.200
Relleno compactado	m3	\$15,00	134,00	\$2.010
MUROS				
Muros de bloques de 0,20 ancho	m2	\$28,88	37,00	\$1.069
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO				
Replantillos	m3	\$7,45	85,00	\$633
Zapatas	m3	\$535,00	23,46	\$12.551
Pilares Planta Baja	m3	\$593,00	4,75	\$2.817
Pilares Planta alta	m3	\$593,00	3,42	\$2.028
Vigas de piso	m3	\$592,00	8,32	\$4.925
Vigas de cubierta	m3	\$592,00	9,14	\$5.411
Losas	m2	\$100,25	145,10	\$14.546
Losa de garaje y cuarto bomba	m2	\$100,25	49,90	\$5.002
Piscina	m3	\$485,00	11,35	\$5.505
Cisterna	m3	\$485,00	6,25	\$3.031
MAMPOSTERIA				
Paredes exteriores	m2	\$18,50	221,82	\$4.104
Paredes interiores	m2	\$18,50	136,80	\$2.531
ENLUCIDOS				
Enlucido exterior	m2	\$8,00	220,00	\$1.760
Enlucido interior	m2	\$5,35	355,00	\$1.899
Enlucido cielorosos PB	m2	\$8,00	132,25	\$1.058
Enlucido cielorosos PA	m2	\$8,00	113,15	\$905
Enlucido terrazas impermeabilizado	m2	\$16,50	155,65	\$2.568
Enlucido piscina impermeabilizado	m2	\$17,20	53,74	\$924
REVESTIMIENTOS				
Cerámica baños	m2	\$24,00	42,30	\$1.015
Cerámica cocina	m2	\$24,00	12,75	\$306
Cerámica piscina	m2	\$24,00	54,00	\$1.296
PISOS Y SOBREPISOS				
Contrapiso	m2	\$12,50	78,80	\$985
Cerámica con enlucido piso	m2	\$23,50	155,50	\$3.654
Pavimento revestido grano	m2	\$26,50	28,00	\$742
Adoquín	m2	\$23,50	82,50	\$1.939
CARPINTERIAS				
Puertas madera	m2	\$80,00	25,40	\$2.032
Escalera madera	U	\$4.000,00	1,00	\$4.000
Muebles cocina	M	\$200,00	7,00	\$1.400
Muebles closet	M	\$100,00	10,00	\$1.000
Ventanas Al y vidrio	m2	\$115,00	23,62	\$2.716
Puertas Al y vidrio	m2	\$218,00	25,40	\$5.537
Antepecho y pasamano balcón	m2	\$250,00	6,00	\$1.500
INSTALACION ELECTRICA				
Puntos luz	U	\$48,20	66,00	\$3.181
TC 110 V	U	\$48,20	37,00	\$1.783
TC 220V	U	\$64,50	6,00	\$387
Tablero medidor	U	\$852,00	1,00	\$852
Acometida a medidor	U	\$1.058,00	1,00	\$1.058
Panel breakers	U	\$775,00	3,00	\$2.325
Transformador	U	\$3.960,00	1,00	\$3.960

Acometidas a paneles	M	\$2.526,00	1,00	\$2.526
Luminarias de poste	U	\$135,00	13,00	\$1.755
Cajas de registro	U	\$60,00	8,00	\$480
INSTALACION SANITARIA				
Puntos AA PP fría	U	\$58,00	25,00	\$1.450
Puntos AA PP caliente	U	\$58,00	10,00	\$580
Puntos AA SS	U	\$58,00	18,00	\$1.044
Tubería aguas servidas	m	\$32,00	93,00	\$2.976
Cajas AA SS	u	\$90,00	9,00	\$810
Acometida a cisterna y accesorios	u	\$1.220,00	1,00	\$1.220
Equipo hidroneumático 0,5 HP	u	\$2.650,00	1,00	\$2.650
Distribución AA PP	m	\$24,00	48,00	\$1.152
Equipo piscina	u	\$2.000,00	1,00	\$2.000
Inodoros	u	\$180,00	6,00	\$1.080
Lavabos	u	\$150,00	7,00	\$1.050
Duchas	u	\$150,00	7,00	\$1.050
Lavadero cocina	u	\$280,00	1,00	\$280
PINTURA				
Interior	m2	\$5,30	600,00	\$3.180
Exterior	m2	\$5,20	220,00	\$1.144
Puertas	m2	\$5,30	55,00	\$292
OBRAS COMPLEMENTARIAS				
Cerramiento 2.20 m h	m	\$140,00	24,00	\$3.360
Arreglos exteriores y jardinería	GL.	\$500,00	1,00	\$500
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$148.726
Imprevistos		5%		\$7.436
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$7.436
TOTAL DIRECTOS + INDIRECTOS				\$156.162
Dirección Técnica		8%		\$12.493
TOTAL DIRECTOS +INDIR.+ DIR. TEC.				\$168.655

Tabla 1. – Presupuesto de Proyecto 2017. Fuente: Tutor de Trabajo de Grado

3.2.5 CRONOGRAMA VALORADO DE OBRA

Rubro	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7
MOVIMIENTOS DE TIERRA							
Excavación y desalojo	\$1.200						
Relleno compactado	\$2.010						
MUROS							
Muros de bloques de 0,20 ancho			\$1.069				
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO							
Replanchillos	\$633						
Zapatas		\$12.551					
Pilares Planta Baja		\$2.817					
pilares Planta alta					\$2.028		
Vigas de piso		\$2.463	\$2.463				
Vigas de cubierta					\$5.411		
Losas			\$7.273	\$7.273			
Losa de garaje y cuarto bomba					\$5.002		
Piscina			\$5.505				
Cisterna	\$3.031						
MAMPOSTERIA							
Paredes exteriores			\$2.052	\$2.052			
Paredes interiores			\$1.265	\$1.265			
ENLUCIDOS							
Enlucido exterior				\$880	\$880		
Enlucido interior				\$950	\$950		
Enlucido cielorosas PB				\$1.058			
Enlucido cielorosas PA					\$905		
Enlucido terrazas impermeabilizado					\$2.568		
Enlucido piscina impermeabilizado				\$924			
REVESTIMIENTOS							
Cerámica baños					\$1.015		

Cerámica cocina				\$306	
Cerámica piscina				\$1.296	
PISOS Y SOBREPISOS					
Contrapiso	\$985				
Cerámica con enlucido piso				\$3.654	
Pavimento revestido grano				\$742	
Adoquín				\$1.939	
CARPINTERIAS					
Puertas madera					\$2.032
Escalera madera					\$4.000
Muebles cocina					\$1.400
Muebles closet					\$1.000
Ventanas Al y vidrio					\$2.716
Puertas Al y vidrio					\$5.537
Antepecho y pasamano balcón					\$1.500
INSTALACION ELECTRICA					
Puntos luz	\$1.060		\$1.060		\$1.060
TC 110 V	\$594		\$594		\$594
TC 220V		\$300			\$87
Tablero medidor	\$852				
Acometida			\$1.058		
Panel breakers		\$1.163		\$1.163	
Transformador	\$3.960				
Acometidas a paneles			\$2.526		
Luminarias de poste					\$1.755
Cajas de registro					\$480
INSTALACION SANITARIA					
Puntos AA PP fría	\$483	\$483	\$483		
Puntos AA PP caliente	\$193	\$193	\$193		
Puntos AA SS		\$1.044			
Tubería aguas servidas			\$992	\$992	\$992
Cajas AA SS					\$810

Acometida a cisterna y accesorios						\$1.220	
Equipo hidroneumático 0,5 HP						\$2.650	
Distribución AA PP			\$1.152				
Equipo piscina							\$2.000
Inodoros							\$1.080
Lavabos							\$1.050
Duchas							\$1.050
Lavadero cocina							\$280
PINTURA							
Interior						\$1.590	\$1.590
Exterior						\$572	\$572
Puertas						\$146	\$146
OBRAS COMPLEMENTARIAS							
Cerramiento 2.20 m h					\$3.360		
Arreglos exteriores y jardinería							\$500
TOTAL COSTOS DIR.	\$11.687	\$21.147	\$23.962	\$33.751	\$19.770	\$30.142	\$8.268
Imprevistos	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062
TOTAL COSTOS IND.	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062	\$1.062
TOTAL DIR. + IND.	\$12.749	\$22.209	\$25.024	\$34.814	\$20.832	\$31.204	\$9.330
Dirección Técnica	\$1.785	\$1.785	\$1.785	\$1.785	\$1.785	\$1.785	\$1.785
TOTAL DIR. +IND.+ DIR. TEC.	\$14.534	\$23.994	\$26.809	\$36.598	\$22.617	\$32.989	\$11.115
VALOR MES	\$14.534	\$23.994	\$26.809	\$36.598	\$22.617	\$32.989	\$11.115
VALOR ACUMULADO	\$14.534	\$38.528	\$65.336	\$101.935	\$124.551	\$157.541	\$168.655

Tabla 2. – Cronograma Valorado de Obra Proyecto 2017. Fuente: Tutor de Trabajo de Grado

3.3 APLICACIÓN DE EVM A RUTA CRITICA

Como se planteó en la metodología a seguir, partiremos del análisis al total de las actividades del proyecto que se planifico para 7 meses y fue culminado en 10 meses, teniendo 3 meses de retraso. Cabe recalcar que en los siguientes gráficos, las líneas verdes representan los limites en tiempo y dinero, los cuales se han incrementado y lo podremos corroborar en el análisis que se va a realizar a continuación.

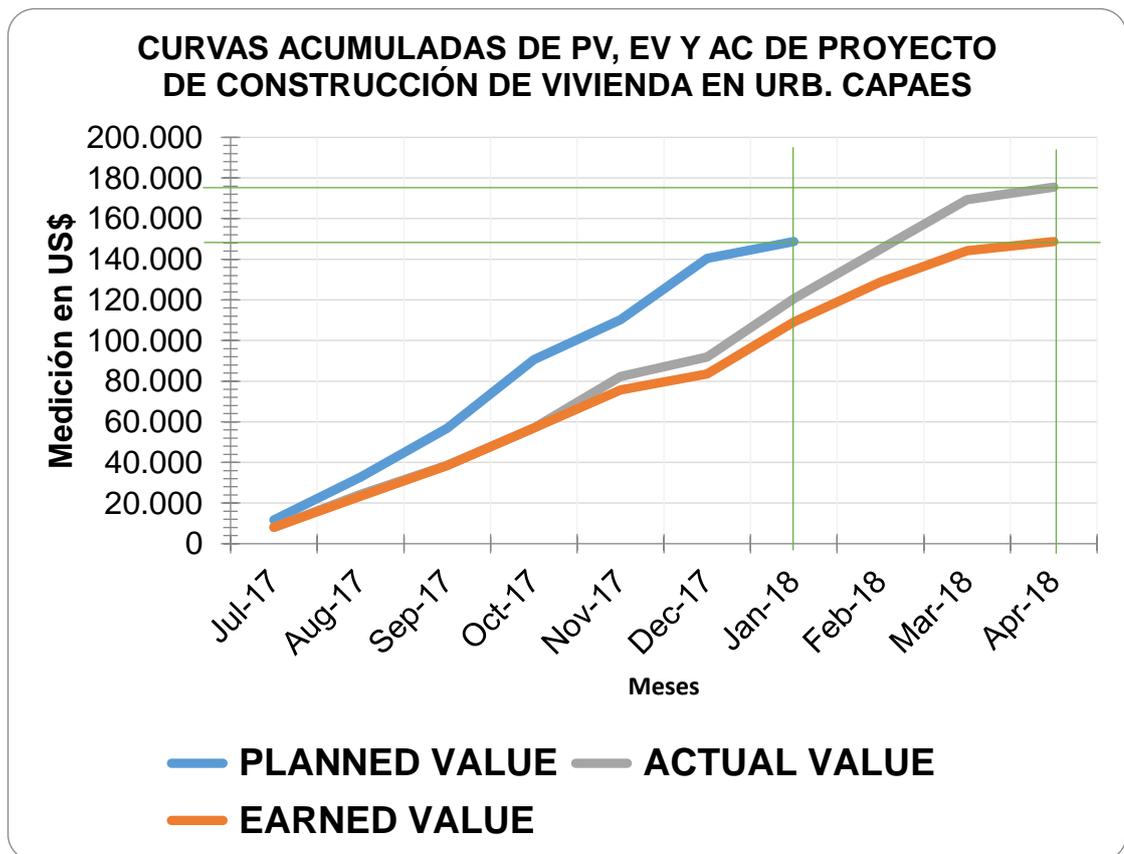


Gráfico 1. PV, EV y AC de todas las actividades en 43 semanas. Fuente:

Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico, los tres valores dibujan la ya citada curva S, teniendo como diferencia que las actividades ejecutadas están por debajo de las actividades planificadas, esto quiere decir que existió una baja producción en obra o que no se desarrollaron todas las actividades planificadas; esto lo podemos observar en la siguiente tabla, en la cual vemos que las dos actividades iniciales fueron modificadas en su cantidad, por ende la producción fue menor a la planificada; luego de esto, lo que está subrayado

con azul son las actividades que incrementaron su cantidad, por las cuales el proyecto se retrasó 3 meses como ya lo mencionamos anteriormente.

Descripcion Actividad	Unidad	CANT. PRESUPUESTADA	CANT. EJECUTADA
MOVIMIENTOS DE TIERRA			
Excavación y desalojo	m3	250,00	225,00
Relleno compactado	m3	134,00	126,87
MUROS			
Muros de bloques de 0,20 ancho	m2	37,00	148,75
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
Replentillos	m3	85,00	86,00
Zapatas	m3	23,46	24,00
Pilares Planta Baja	m3	4,75	5,49
Pilares Planta alta	m3	3,42	3,50
Vigas de piso	m3	8,32	8,95
Vigas de cubierta	m3	9,14	9,89
Losas	m2	145,10	145,10
Losa de garaje y cuarto bomba	m2	49,90	50,00
Piscina	m3	11,35	10,02
Cisterna	m3	6,25	6,38
MAMPOSTERIA			
Paredes exteriores	m2	221,82	248,86
Paredes interiores	m2	136,80	170,00
ENLUCIDOS			
Enlucido exterior	m2	220,00	447,63
Enlucido interior	m2	355,00	550,00
Enlucido cielorosas PB	m2	132,25	132,25
Enlucido cielorosas PA	m2	113,15	113,15
Enlucido terrazas impermeabilizado	m2	155,65	175,65
Enlucido piscina impermeabilizado	m2	53,74	77,62
REVESTIMIENTOS			

Cerámica baños	m2	42,30	167,88
Cerámica cocina	m2	12,75	98,25
Cerámica piscina	m2	54,00	148,21
PISOS Y SOBREPISOS			
Contrapiso	m2	78,80	156,80
Cerámica con enlucido piso	m2	155,50	240,00
Pavimento revestido grano	m2	28,00	46,04
Adoquín	m2	82,50	138,81
CARPINTERIAS			
Puertas madera	m2	25,40	37,56
Escalera madera	u	1,00	1,00
Muebles cocina	m	7,00	8,16
Muebles closet	m	10,00	18,50
Ventanas Al y vidrio	m2	23,62	32,17
Puertas Al y vidrio	m2	25,40	27,06
Antepecho y pasamano balcón	m2	6,00	7,20

INSTALACION ELECTRICA

Puntos luz	u	66,00	48,00
TC 110 V	u	37,00	26,00
TC 220V	u	6,00	6,00
Tablero medidor	u	1,00	1,00
Acometida a medidor	u	1,00	1,00
Panel breakers	u	3,00	3,00
Transformador	u	1,00	1,00
Acometidas a paneles	m	1,00	1,00
Luminarias de poste	u	13,00	11,00
Cajas de registro	u	8,00	7,00
INSTALACION SANITARIA			
Puntos AA PP fría	u	25,00	18,00
Puntos AA PP caliente	u	10,00	7,00

Puntos AA SS	u	18,00	12,00
Tubería aguas servidas	m	93,00	56,00
Cajas AA SS	u	9,00	6,00
Acometida a cisterna y accesorios	u	1,00	1,00
Equipo hidroneumático 0,5 HP	u	1,00	1,00
Distribución AA PP	m	48,00	24,00
Equipo piscina	u	1,00	1,00
Inodoros	u	6,00	5,00
Lavabos	u	7,00	6,00
Duchas	u	7,00	6,00
Lavadero cocina	u	1,00	1,00
PINTURA			
Interior	m2	600,00	673,77
Exterior	m2	220,00	451,15
Puertas	m2	55,00	100,00
OBRAS COMPLEMENTARIAS			
Cerramiento 2.20 m h	m	24,00	60,20
Arreglos exteriores y jardinería	GL.	1,00	1,00

Tabla 3. Lista de actividades, cantidad presupuestada vs cantidad real.

Fuente: Elaboración propia

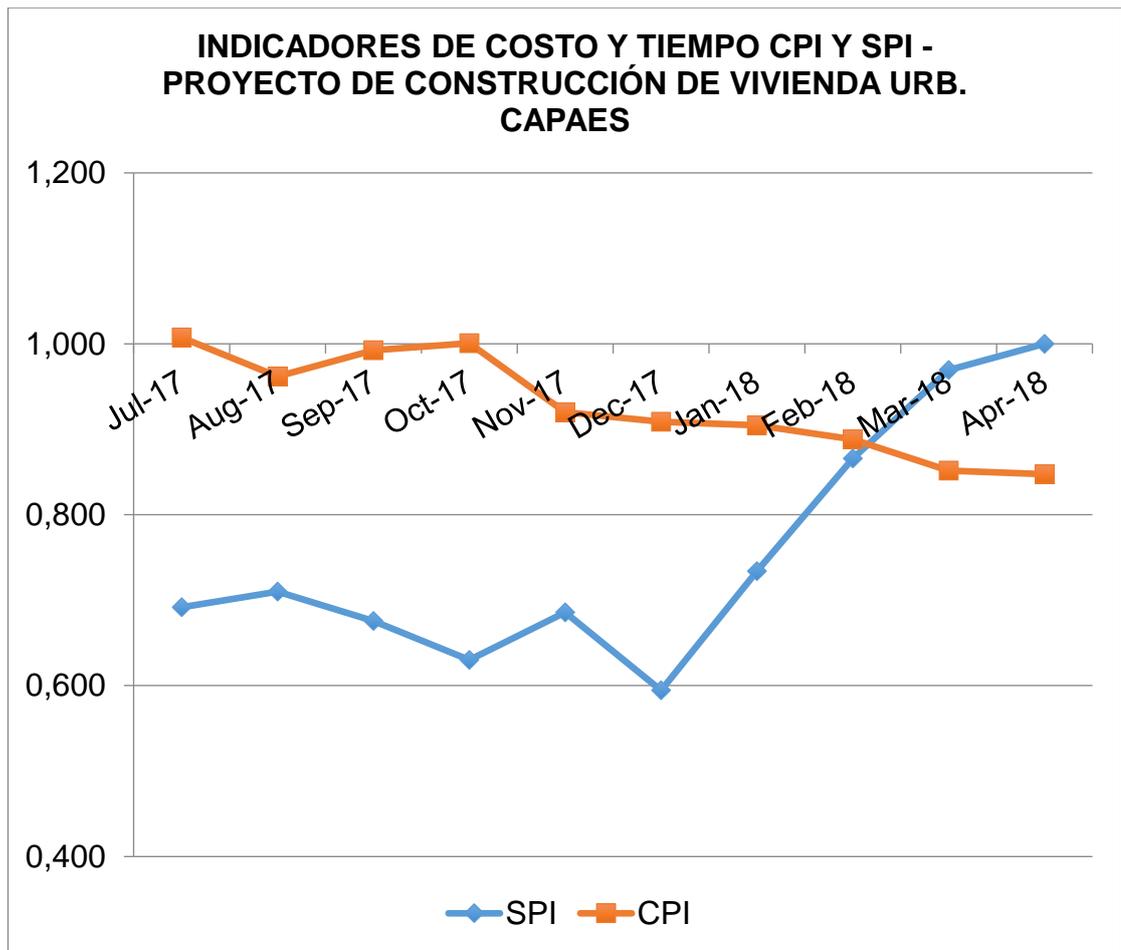


Gráfico 2. Indicadores de CPI y SPI de todas las actividades en 43 semanas. Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se hallaron los índices de desempeño del costo (CPI) y del desempeño del cronograma (SPI), donde se puede observar como el proyecto está costando un poco más de lo que se planificó ya que su tendencia en el gráfico muestra que sus puntos de control son menor a uno, al mismo tiempo que nos damos cuenta de la producción es menor a la planificada al inicio y luego que existen mayor cantidad en las actividades planificadas, lo que nos lleva a que el tiempo se extiende hasta 3 meses después de lo previsto.

Ahora sí, teniendo ya la base sobre la cual empezaremos el estudio, aplicamos la Gestión de Valor Ganado netamente a las actividades que pertenecen a la Ruta Crítica.

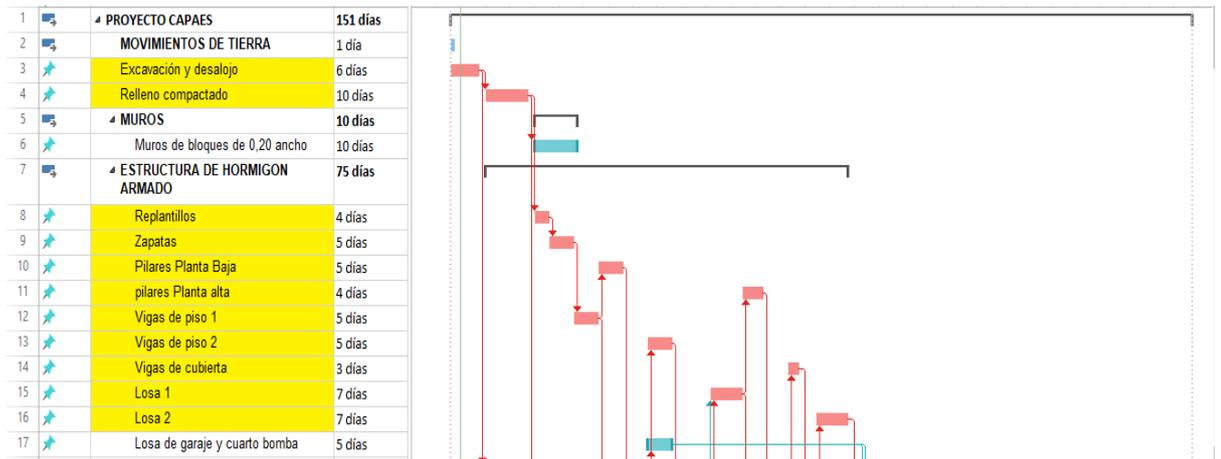


Ilustración 14. – Ruta Crítica de Proyecto. 2018. Fuente: Elaboración propia

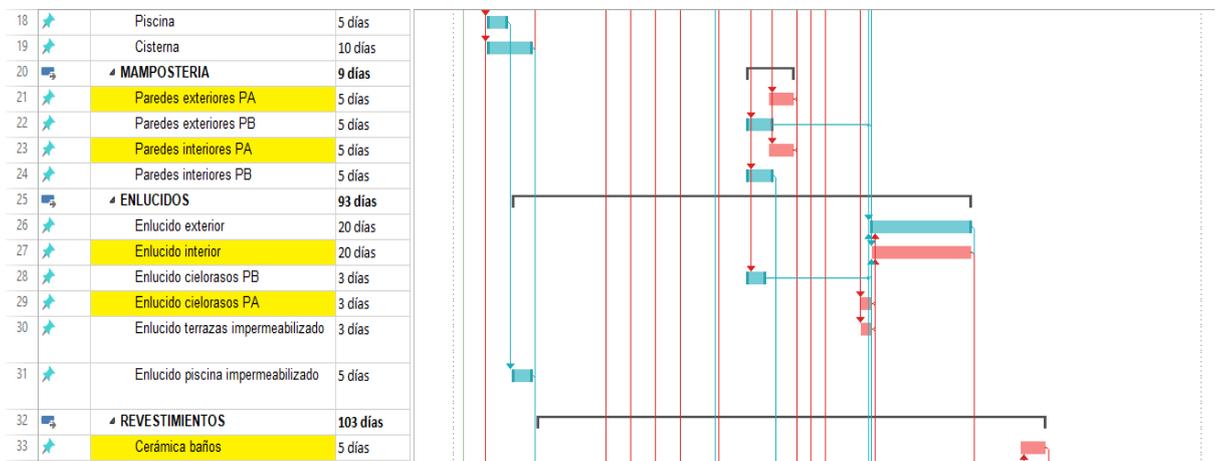


Ilustración 15. – Ruta Crítica de Proyecto. 2018. Fuente: Elaboración propia

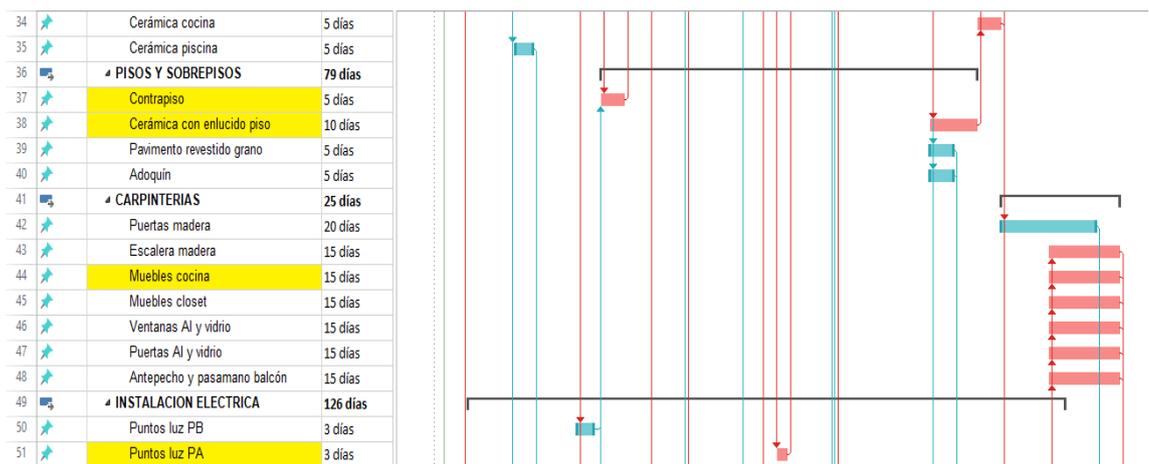


Ilustración 16. – Ruta Crítica de Proyecto. 2018. Fuente: Elaboración propia

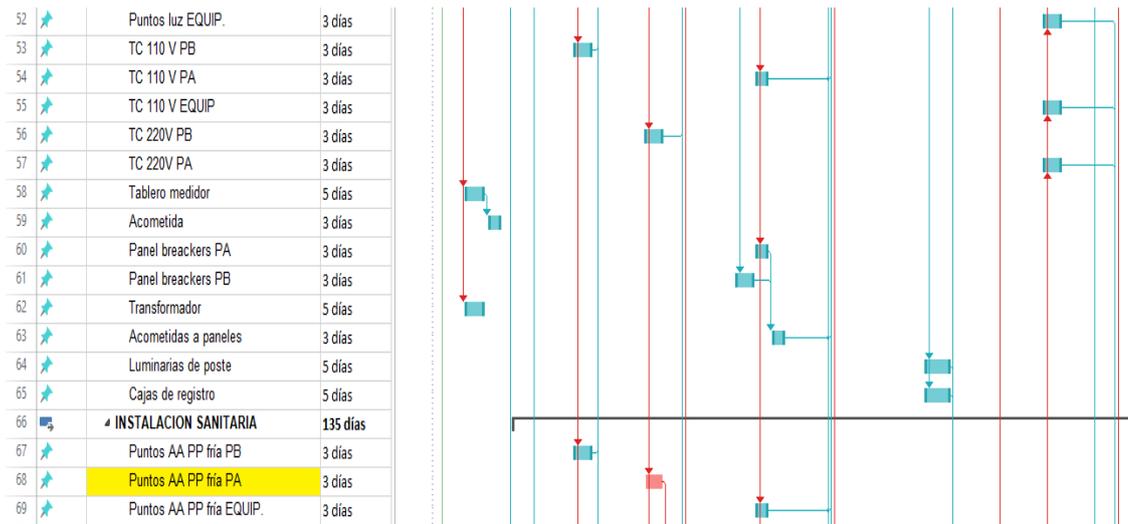


Ilustración 17. – Ruta Crítica de Proyecto. 2018. Fuente: Elaboración propia

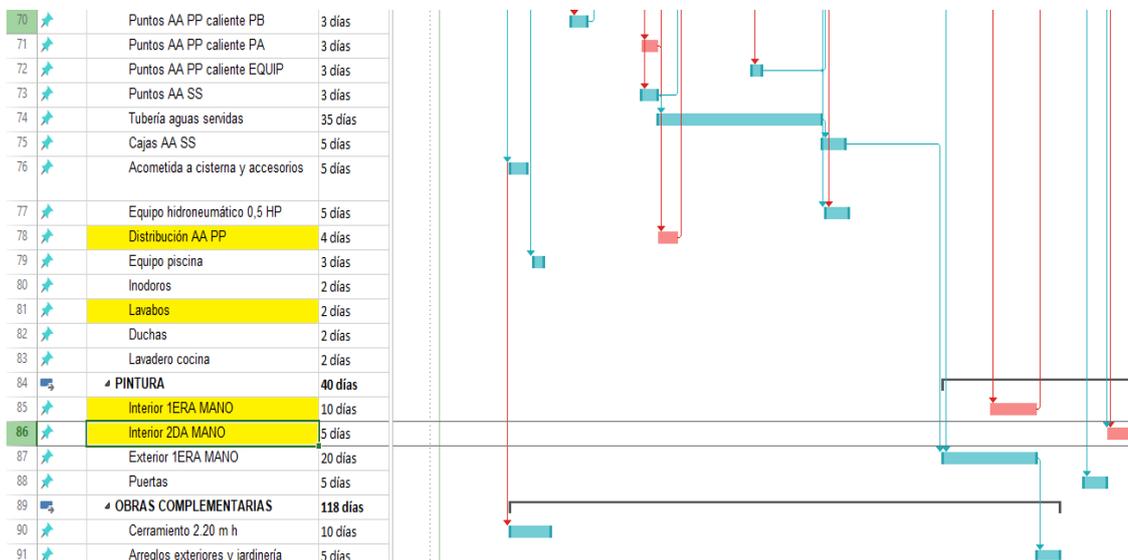


Ilustración 18. – Ruta Crítica de Proyecto. 2018. Fuente: Elaboración propia

Para ello se realizó una planificación en la cual solo constan las actividades de la Ruta Crítica, para luego proceder a obtener los valores de Valor Ganado (EV), Valor Planificado (VP) y Valor Real (AC).

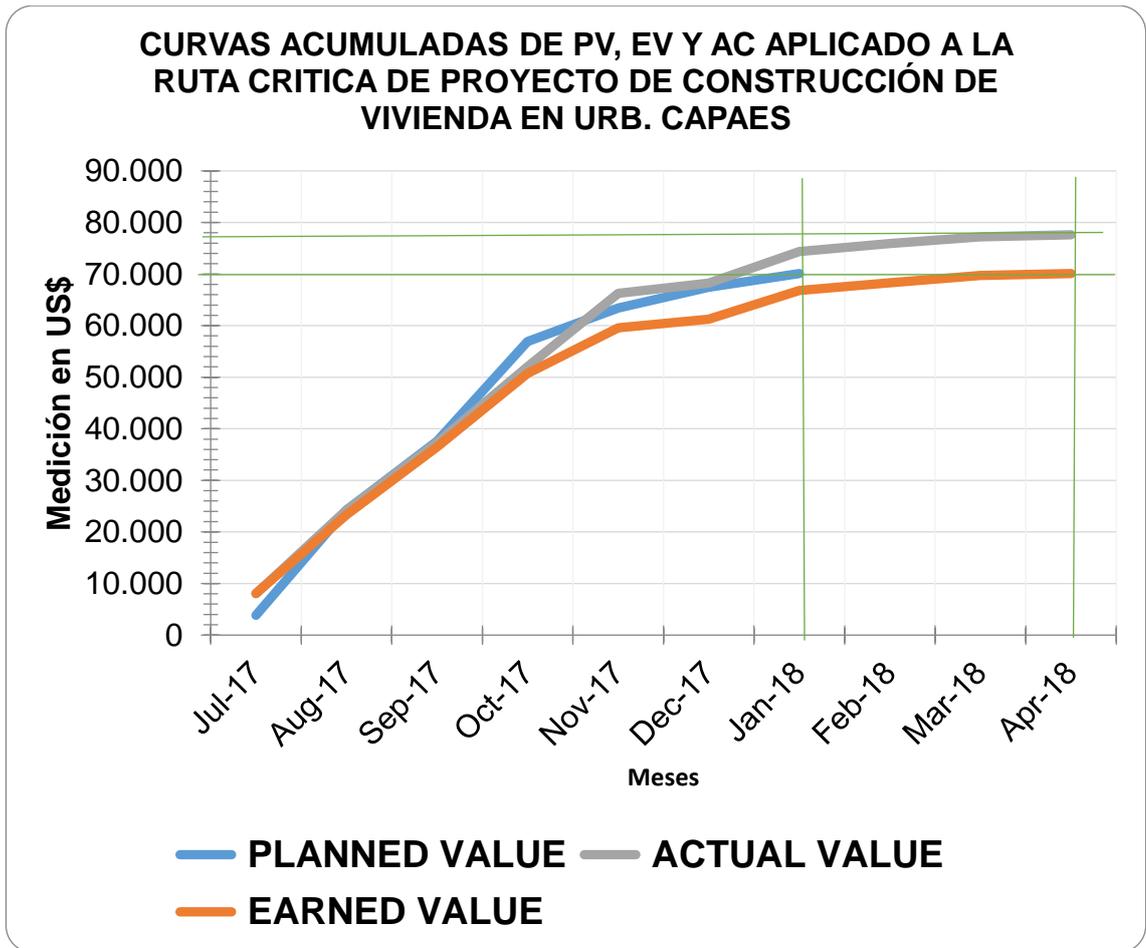


Gráfico 3. PV, EV y AC aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: *Elaboración propia*

Como ya sucedió anteriormente, los valores de EV, AC, y VP forman la curva S, en este caso al tratarse solo de las actividades que forman parte de la Ruta Crítica, todas las curvas son muy parecidas, esto refleja que en el caso de las actividades críticas el valor planificado es similar al valor actual y a su vez similar al valor ganado, aclarando que las curvas de valor ganado y valor actual se prolongan hasta el mes de abril.

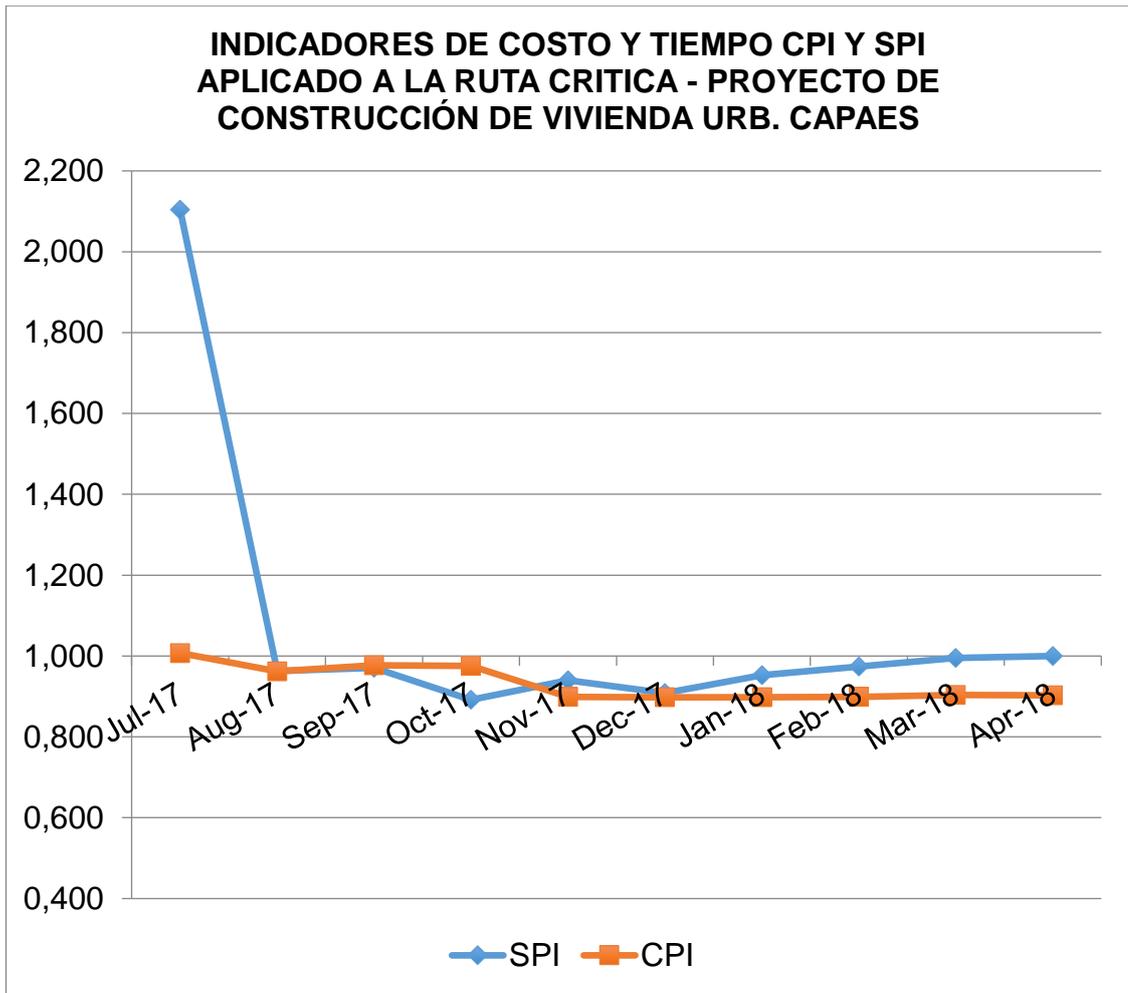


Gráfico 4. Indicadores CPI y SPI aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia

Ante estos datos calculados, se hallan los índices correspondientes al desempeño del costo (CPI) y del cronograma (SPI); lo cual evidencia valores por debajo 1 pero sin ser importantes, pero aun así se gasta más de lo planificado, además el SPI a pesar de que tiene un inicio alrededor de 2, lo que indica que se ha realizado más trabajo de lo planificado, esto fue decayendo pero aun así mantiene su valor cerca a la unidad, aun así se está realizando menos trabajo de lo que se debe realizar para culminar la obra, y una razón es que las cantidades de trabajo aumentaron.

3.4 MEDICIONES Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN

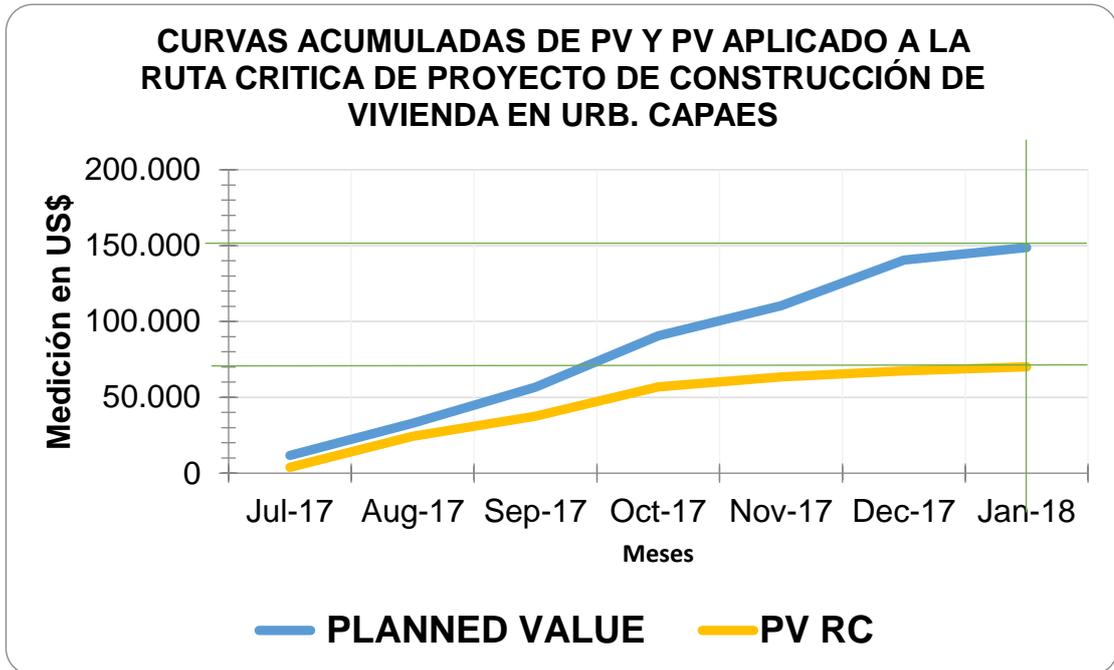


Gráfico 5. Curvas acumuladas PV y PV aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia

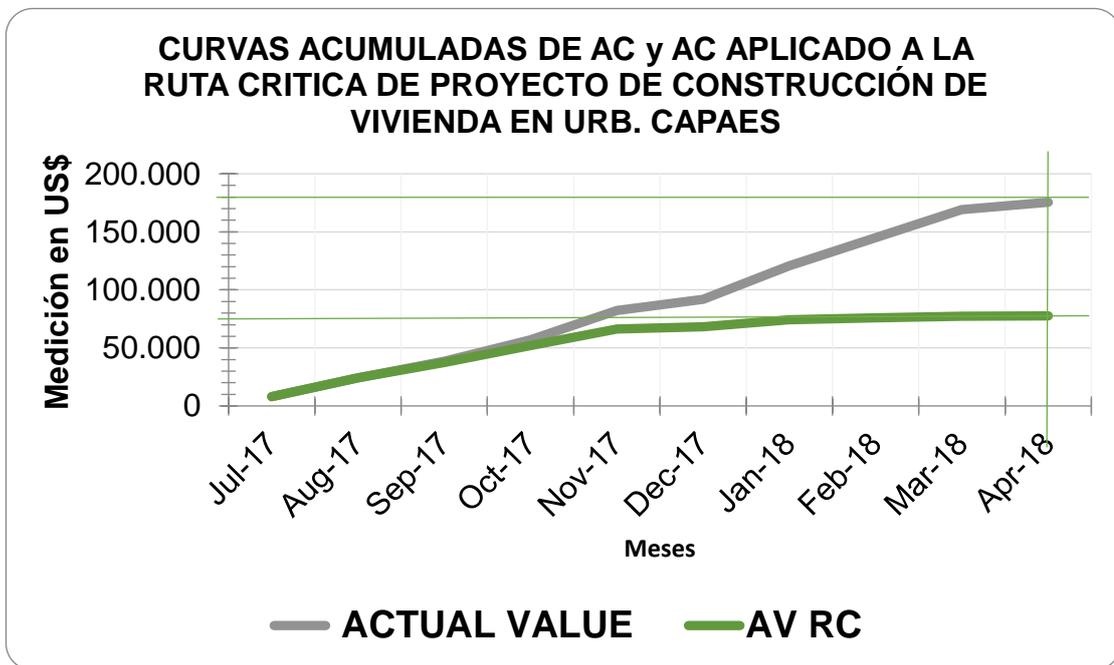


Gráfico 6. Curvas acumuladas AC y AC aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia

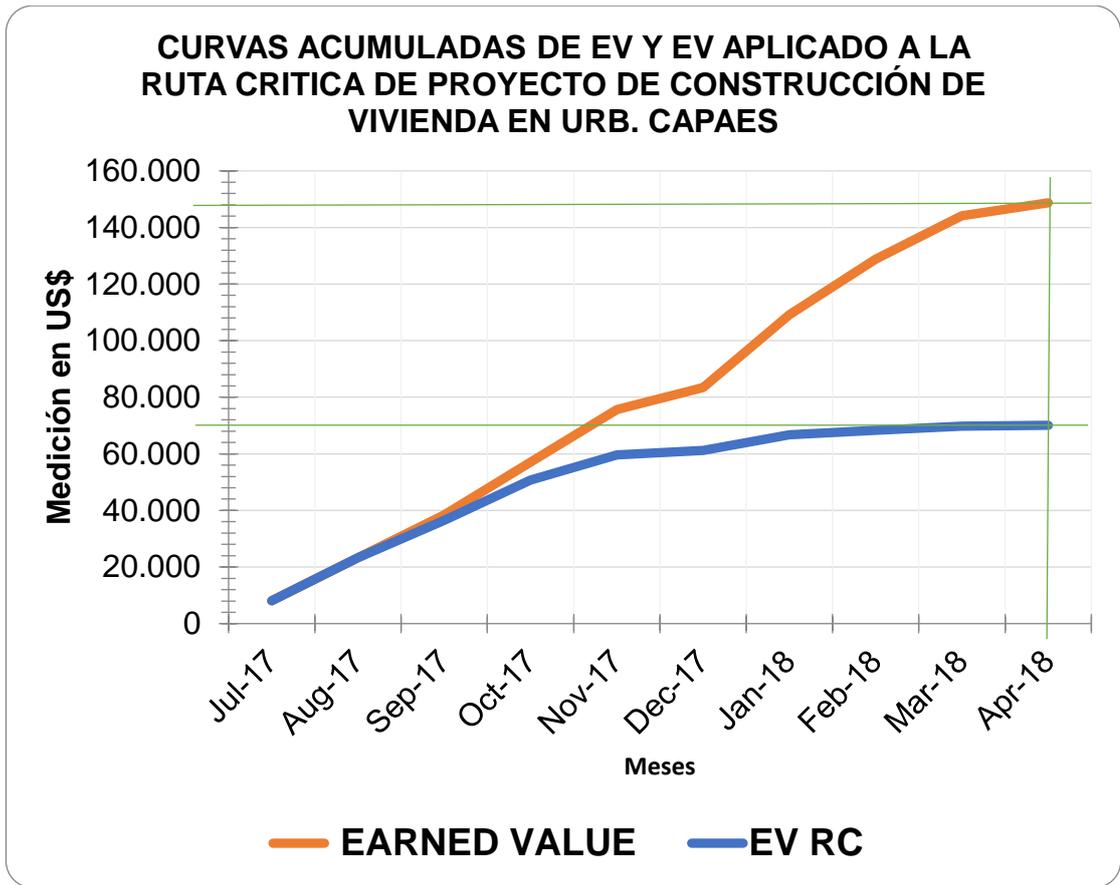


Gráfico 7. Curvas acumuladas EV y EV aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia

Estas gráficas representan el resultado final de este estudio, comparando el EV, PV y AC aplicado al total de actividades del proyecto y a las actividades de la Ruta Crítica.

Podemos notar que la tendencia de las curvas en cada gráfica son similares, mostrando así que el análisis que se efectúa a la Ruta Crítica solo varía en el costo puesto que solo se toman las actividades que marcan la duración del proyecto, por ende va a ser menor al presupuestado al total de las actividades.

Realizar el análisis solo a la Ruta Crítica puede ser de gran ayuda para que el gerente conozca cómo se está comportando el proyecto, reduce el tiempo de aplicación, ya que no se utilizan todas las actividades y puede tomar las correcciones necesarias en caso de que amerite.

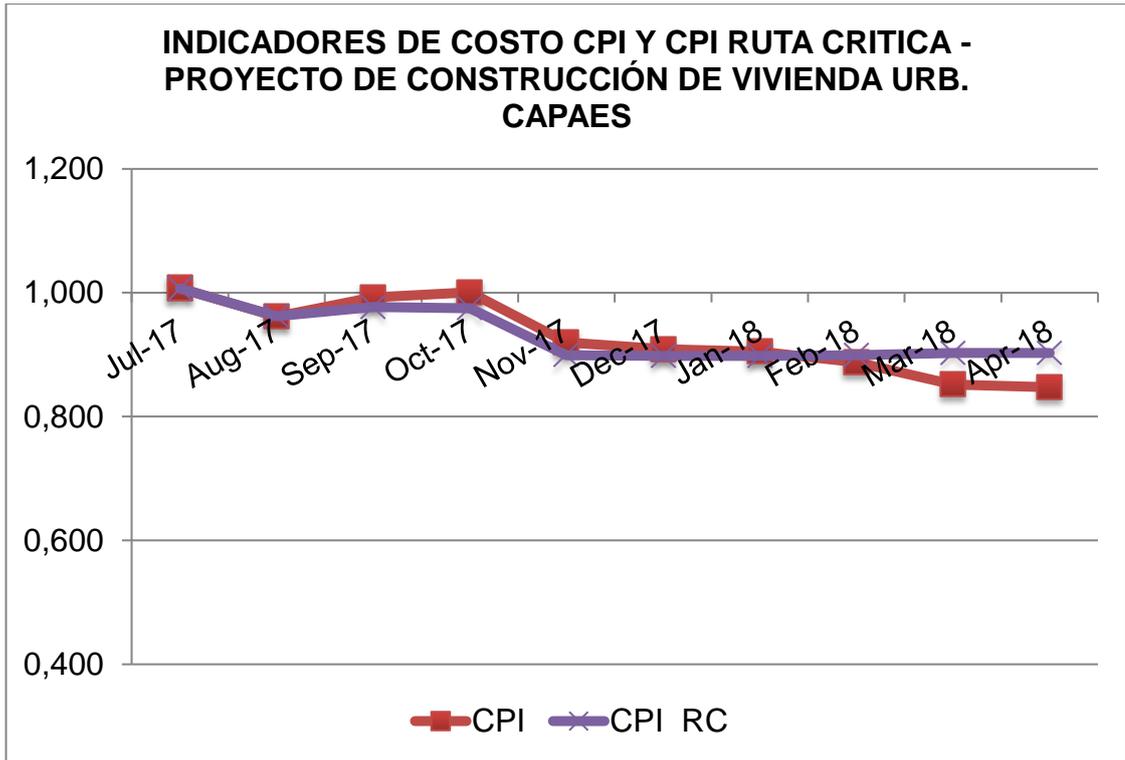


Gráfico 8. Indicadores CPI y CPI aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia

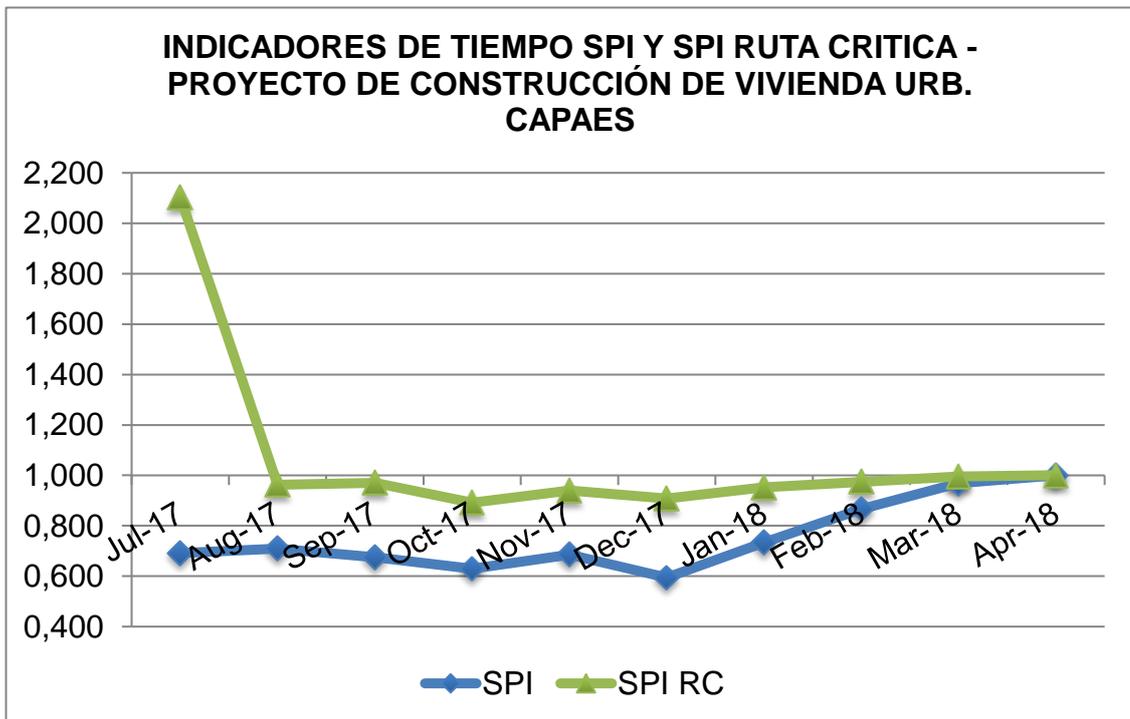


Gráfico 9. Indicadores SPI y SPI aplicado a las actividades de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia

Respecto a los Índices de desempeño CPI y SPI, vemos que el comportamiento en el caso del primero, es muy similar, acercándose en el

tramo final a uno, lo cual muestra la tendencia de que aunque se está gastando más de lo planificado, tiende a mejorar su desempeño, no así en el caso aplicado al total de las actividades en el cual desde el inicio, la tendencia va cada vez más debajo de uno, lo que quiere decir, que en el total de las actividades se está gastando más de lo planificado.

En el caso del SPI podemos ver que existe una diferencia marcada, en la cual la producción en la Ruta Crítica es mayor al inicio y disminuye hasta llegar por debajo de uno, lo que nos indica que la producción bajó, o que las cantidades de estas actividades críticas aumentaron. En el caso del SPI aplicado al total de las actividades en valor siempre se mantiene por debajo de uno, lo que indica que el rendimiento en trabajo es menor al planificado en toda la obra.

Capítulo 4

CONCLUSIONES

- Administrar proyectos podría ser considerado un arte sin embargo es un tema de disciplina en la ejecución y control, el cual cada vez más se va renovando y se van encontrando más y mejores sistemas de control, que simplifican el trabajo del encargado del proyecto, con el fin de determinar las diferencias entre lo planeado y lo que se está ejecutando en obra, y así poder tomar las correcciones necesarias a tiempo.
- La retroalimentación es crítica para el éxito de cualquier proyecto. La retroalimentación oportuna y específica puede permitir a los gerentes de proyecto identificar los problemas de manera temprana y hacer ajustes que puedan mantener un proyecto a tiempo y dentro del presupuesto. (Institute, 2005)
- Respondiendo a las preguntas planteadas en el capítulo inicial, sobre la diferencia entre aplicar el EVM al total de las actividades y aplicarlo con especial énfasis a las actividades de la ruta crítica, es en definitiva una metodología rápida de aplicar, centrando la atención del constructor en las actividades que impactan el plazo de ejecución, con bastante eficacia puesto que se centra en las actividades críticas, que son las que determinan la duración de la obra.
- Los Índices de desempeño del EVM nos indican el estado del proyecto, sobre su programación y sus costos, 2 variables de mucha importancia en el sector de la construcción, ya que tiempo es igual a dinero, y que siguiendo lo planificado, el resultado de la obra va a ser el esperado.
- Realizar el EVM a todas las actividades que componen una obra puede ser demandante, más aún si da como resultado índices negativos, se tomaría las acciones necesarias para corregirlos, pero también puede pasar lo contrario, ¿y si da índices positivos?, estaría mostrando una realidad ficticia, lo cual a vista del gerente de proyecto podría generar una confianza engañosa, en los meses siguientes podría emerger un gran problema y con poco tiempo para corregirlo, que se reflejarían en sobre costos y retrasos importantes

- El estudio de este trabajo determina que al hacer el EVM a las actividades de la Ruta Crítica, resulta más sencillo, más práctico, muestra una información más real, significativa, en definitiva, más eficaz; puesto que controla las actividades que determinan la duración del proyecto y que si son corregidas a tiempo, no tendríamos retrasos ni pérdida de dinero.

CONCLUSIONES PARTICULARES AL CASO DE ESTUDIO

- En el caso de estudio se puede ver que existió una cuantificación mal estimada de ciertos rubros lo que se ve en las diferencias de cantidades al término de la obra o que dichos rubros aumentaron por causas ajenas al director de la obra.
- Este estudio propone una combinación de los métodos de Ruta Crítica y Valor Ganado que contribuya a mejorar la aplicación de Valor Ganado, estudiando la posibilidad de aplicarlo sobre las actividades que conforman la ruta crítica y marcan el desarrollo del proyecto, esto de ninguna manera implica que se deben descuidar las otras actividades ya que el análisis inicial de ruta crítica podría variar y otras actividades tornarse críticas si se dan retrasos.
- En este caso, al aplicar el EVM a la Ruta Crítica, siendo un proyecto ya culminado el cual se está analizando, los indicadores de desempeño muestran claramente que la obra tuvo un retraso porque se desarrollaron más cantidades de trabajo de lo planificado, por ende esto generó un sobre costo considerable en la obra.
- Los indicadores SPI y CPI marcaron una tendencia desde el inicio, lo cual pudo haberse corregido si se hubiera realizado el análisis durante su ejecución, de esta forma se hubiera tomado las correcciones necesarias.

Capítulo 5

RECOMENDACIONES

- Para la correcta aplicación del Earned Value Management, es necesario tener definido un periodo de control, este puede ser por: semanas, quincenas o por mes; mientras más corto es el periodo, más pronto se pueden tomar correcciones en caso de se requiera.
- Los indicadores son valores fáciles de analizar y que ayudan al control de una obra, pero la presencia del Gerente del Proyecto cada día durante su desarrollo corroboraría los resultados de este método de control, con esto quiero decir que los indicadores no son una verdad única y que pueden tener sus márgenes de error. Estos indicadores pueden ser llevados a nivel de rubro, desglosando de esta manera el control y ver puntualmente qué actividad es la que está generando problemas.
- Realizar un correcto presupuesto y un cronograma bien planificado, nos permite usar este y otros métodos de control más fácilmente, puesto que los indicadores no resuelven los errores que se cometieron antes de iniciar el proyecto.
- Usar diferentes métodos de control, de acuerdo a la necesidad y magnitud del proyecto, nos ayudan a culminar la obra dentro del plazo y el presupuesto establecido.

Capítulo 6

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buyse, P., & Vandenbussche, T. (2010). *Performance analysis of Earned Value Management in the construction industry*. Gent.
- Garrido, A., & Carrillo, J. (2013). Reactive programming in Project Management: conceptual approach and practical applications. *EAN*, 74, 72-85.
- Grande, P., de Cos, F., & Rodriguez, F. (2010). NUEVA METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DEL PROYECTO EN BASE A MÉTRICA DE VALOR GANADO. *XIV International Congress on Project Engineering*, 417-427.
- Institute, P. M. (2005). *Practice Standard for Earned Value Management*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Marshall, R. (2007). *The contribution of earned value management to project success on contracted efforts: A quantitative statistics approach within the population of experienced practitioners*.
- Mohottige, T. W. (2013). Standard Practices of Earn Value Management and It's Impact of Construction Industry. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Volumen -2. Issue-5.
- Talim, R., Akintoye, A., & Kelly, J. (2003). Performance Measurement Systems in Construction. *19th Annual ARCOM Conference, University of Brighton*, Vol. 1, 423-32.
- Vanhoucke, M., & Vandevoorde, S. (2006). A Comparison of Different Project Forecastin Methods Using Earned Value Metrics. *International Journal of Project Management*.
- Vose, D. (2008). *Risk Analysis: A Quantitative Guide, 3rd Edition*. Great Barrington, West Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd.

ANEXOS

- PRESUPUESTO VALOR PLANIFICADO (VP)

PLANNED VALUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	PLANNED VALUE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA					-	-	-	-						
1.1	Excavación y desalojo	m3	250,00	4,80	1.200,00	1.200,00									
1.2	Relleno compactado	m3	134,00	15,00	2.010,00	2.010,00									
2	MUROS														
2.1	Muros de bloques de 0,20 ancho	m2	37,00	28,88	1.068,56			1.068,56							
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO														
3.1	Replanchillos	m3	85,00	7,45	633,25	633,25									
3.2	Zapatas	m3	23,46	535,00	12.551,10		12.551,10								
3.3	Pilares Planta Baja	m3	4,75	593,00	2.816,75		2.816,75								
3.4	Pilares Planta alta	m3	3,42	593,00	2.028,06				2.028,06						
3.5	Vigas de piso	m3	8,32	592,00	4.925,44		2.462,72	2.462,72							
3.6	Vigas de cubierta	m3	9,14	592,00	5.410,88				5.410,88						
3.7	Losas	m2	145,10	100,25	14.546,28			7.273,14	7.273,14						
3.8	Losa de garaje y cuarto bomba	m2	49,90	100,25	5.002,48				5.002,48						
3.9	Piscina	m3	11,35	485,00	5.504,75			5.504,75							
3.10	Cisterna	m3	6,25	485,00	3.031,25	3.031,25									
4	MAMPOSTERIA														
4.1	Paredes exteriores	m2	221,82	18,50	4.103,67			2.051,84	2.051,84						
4.2	Paredes interiores	m2	136,80	18,50	2.530,80			1.265,40	1.265,40						
5	ENLUCIDOS														
5.1	Enlucido exterior	m2	220,00	8,00	1.760,00				880,00	880,00					
5.2	Enlucido interior	m2	355,00	5,35	1.899,25				949,63	949,63					
5.3	Enlucido cieloraso PB	m2	132,25	8,00	1.058,00				1.058,00						
5.4	Enlucido cieloraso PA	m2	113,15	8,00	905,20					905,20					
5.5	Enlucido terrazas impermeabilizado	m2	155,65	16,50	2.568,23					2.568,23					

5.6	Enlucido piscina impermeabilizado	m2	53,74	17,20	924,33			924,33					
6	REVESTIMIENTOS												
6.1	Cerámica baños	m2	42,30	24,00	1.015,20			1.015,20					
6.2	Cerámica cocina	m2	12,75	24,00	306,00			306,00					
6.3	Cerámica piscina	m2	54,00	24,00	1.296,00			1.296,00					
7	PISOS Y SOBREPISOS												
7.1	Contrapiso	m2	78,80	12,50	985,00	985,00							
7.2	Cerámica con enlucido piso	m2	155,50	23,50	3.654,25			3.654,25					
7.3	Pavimento revestido grano	m2	28,00	26,50	742,00			742,00					
7.4	Adoquín	m2	82,50	23,50	1.938,75			1.938,75					
8	CARPINTERIAS												
8.1	Puertas madera	m2	25,40	80,00	2.032,00				2.032,00				
8.2	Escalera madera	u	1,00	4.000,00	4.000,00				4.000,00				
8.3	Muebles cocina	m	7,00	200,00	1.400,00				1.400,00				
8.4	Muebles closet	m	10,00	100,00	1.000,00				1.000,00				
8.5	Ventanas Al y vidrio	m2	23,62	115,00	2.716,30				2.716,30				
8.6	Puertas Al y vidrio	m2	25,40	218,00	5.537,20				5.537,20				
8.7	Antepecho y pasamano balcón	m2	6,00	250,00	1.500,00				1.500,00				
9	INSTALACION ELECTRICA												
9.1	Puntos luz	u	66,00	48,20	3.181,20	1.060,40		1.060,40	1.060,40				
9.2	TC 110 V	u	37,00	48,20	1.783,40	594,47		594,47	594,47				
9.3	TC 220V	u	6,00	64,50	387,00		300,00		87,00				
9.4	Tablero medidor	u	1,00	852,00	852,00	852,00							
9.5	Acometida a medidor	u	1,00	1.058,00	1.058,00			1.058,00					
9.6	Panel breakers	u	3,00	775,00	2.325,00		1.162,50		1.162,50				
9.7	Transformador	u	1,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00							
9.8	Acometidas a paneles	m	1,00	2.526,00	2.526,00			2.526,00					
9,9	Luminarias de poste	u	13,00	135,00	1.755,00				1.755,00				
9.91	Cajas de registro	u	8,00	60,00	480,00				480,00				

10	INSTALACION SANITARIA													
10.1	Puntos AA PP fría	u	25,00	58,00	1.450,00	483,33	483,33	483,33						
10.2	Puntos AA PP caliente	u	10,00	58,00	580,00	193,33	193,33	193,33						
10.3	Puntos AA SS	u	18,00	58,00	1.044,00		1.044,00							
10.4	Tubería aguas servidas	m	93,00	32,00	2.976,00			992,00	992,00	992,00				
10.4a	Cajas AA SS	u	9,00	90,00	810,00					810,00				
10.5	Acometida a sistema y accesorios	u	1,00	1.220,00	1.220,00					1.220,00				
10.6	Equipo hidroneumático 0,5 HP	u	1,00	2.650,00	2.650,00					2.650,00				
10.7	Distribución AA PP	m	48,00	24,00	1.152,00		1.152,00							
10.8	Equipo piscina	u	1,00	2.000,00	2.000,00						2.000,00			
10.9	Inodoros	u	6,00	180,00	1.080,00						1.080,00			
10.10	Lavabos	u	7,00	150,00	1.050,00						1.050,00			
10.11	Duchas	u	7,00	150,00	1.050,00						1.050,00			
10.12	Lavadero cocina	u	1,00	280,00	280,00						280,00			
11	PINTURA													
11.1	Interior	m2	600,00	5,30	3.180,00					1.590,00	1.590,00			
11.2	Exterior	m2	220,00	5,20	1.144,00					572,00	572,00			
11.3	Puertas	m2	55,00	5,30	291,50					145,75	145,75			
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS													
12.1	Cerramiento 2.20 m h	m	24,00	140,00	3.360,00				3.360,00					
12.2	Arreglos exteriores y jardinería	GL.	1,00	500,00	500,00						500,00			
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				148.726,08									

PLANNED VALUE					11.686,50	21.147,10	23.961,57	33.751,28	19.769,75	30.142,12	8.267,75	-	-	-
PLANNED VALUE ACUM.					11.686,50	32.833,60	56.795,17	90.546,45	110.316,20	140.458,32	148.726,07	148.726,07	148.726,07	148.726,07
EARNED VALUE					8.085,60	15.220,75	15.064,97	18.664,34	18.616,22	7.836,96	25.671,48	19.626,44	15.392,21	4.547,10
EARNED VALUE ACUM.					8.085,60	23.306,35	38.371,32	57.035,66	75.651,88	83.488,84	109.160,32	128.786,76	144.178,97	148.726,06
ACTUAL VALUE					8.027,00	16.206,00	14.423,00	18.333,00	25.257,00	9.616,00	28.782,00	24.380,49	24.252,18	6.226,00
ACTUAL VALUE ACUM.					8.027,00	24.233,00	38.656,00	56.989,00	82.246,00	91.862,00	120.644,00	145.024,49	169.276,67	175.502,67
SV - SCHEDULE VARIANCE					3.600,90	9.527,26	18.423,85	33.510,79	34.664,32	56.969,48	39.565,75	19.939,31	4.547,10	0,01
SPI - SCHEDULE PERFORMANCE INDEX					0,69	0,71	0,68	0,63	0,69	0,59	0,73	0,87	0,97	1,00
CV - COST VARIANCE					58,60	-926,65	-284,68	46,66	-6.594,12	-8.373,16	-11.483,68	-16.237,73	-25.097,70	-26.776,61
CPI - COST PERFORMANCE INDEX					1,01	0,96	0,99	1,00	0,92	0,91	0,90	0,89	0,85	0,85
EAC- ESTIMATED AT COMPLETION					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- PRESUPUESTO VALOR ACTUAL (AC)

PLANNED VALUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	ACTUAL VALUE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA					-	-	-	-						
1.1	Excavación y desalojo	m3	250,00	4,80	1.200,00	1.080,00									
1.2	Relleno compactado	m3	134,00	15,00	2.010,00	1.117,00						259,00		527,00	
2	MUROS														
2.1	Muros de bloques de 0,20 ancho	m2	37,00	28,88	1.068,56							271,00	2.019,49	2.005,38	
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO														
3.1	Replentillos	m3	85,00	7,45	633,25	640,70									
3.2	Zapatas	m3	23,46	535,00	12.551,10	5.189,30	7.650,70								
3.3	Pilares Planta Baja	m3	4,75	593,00	2.816,75		3.256,90								
3.4	Pilares Planta alta	m3	3,42	593,00	2.028,06			2.075,50							
3.5	Vigas de piso	m3	8,32	592,00	4.925,44		5.298,40								
3.6	Vigas de cubierta	m3	9,14	592,00	5.410,88			2.891,36	2.964,86						
3.7	Losas	m2	145,10	100,25	14.546,28			7.273,14	7.273,14						
3.8	Losas de garaje y cuarto bomba	m2	49,90	100,25	5.002,48							5.012,50			
3.9	Piscina	m3	11,35	485,00	5.504,75								4.600,00	262,00	
3.10	Cisterna	m3	6,25	485,00	3.031,25							3.095,50			
4	MAMPOSTERIA				56.450,24										
4.1	Paredes exteriores	m2	221,82	18,50	4.103,67				2.615,00	958,00	381,00	650,00			
4.2	Paredes interiores	m2	136,80	18,50	2.530,80				925,00	2.220,00					

10	INSTALACION SANITARIA													
10.1	Puntos AA PP fría	u	25,00	58,00	1.450,00		500,00	544,00						
10.2	Puntos AA PP caliente	u	10,00	58,00	580,00		200,00	206,00						
10.3	Puntos AA SS	u	18,00	58,00	1.044,00		400,00	296,00						
10.4	Tubería aguas servidas	m	93,00	32,00	2.976,00		292,00	930,00	418,00	152,00				
10.4a	Cajas AA SS	u	9,00	90,00	810,00				350,00	104,00	86,00			
10.5	Acometida a sistema y accesorios	u	1,00	1.220,00	1.220,00						435,00	621,00	164,00	
10.6	Equipo hidroneumático 0,5 HP	u	1,00	2.650,00	2.650,00				406,00	1.000,00	1.000,00	244,00		
10.7	Distribución AA PP	m	48,00	24,00	1.152,00				250,00	326,00				
10.8	Equipo piscina	u	1,00	2.000,00	2.000,00			1.000,00	500,00				500,00	
10.9	Inodoros	u	6,00	180,00	1.080,00							350,00	550,00	
10.10	Lavabos	u	7,00	150,00	1.050,00							350,00	550,00	
10.11	Duchas	u	7,00	150,00	1.050,00							350,00	550,00	
10.12	Lavadero cocina	u	1,00	280,00	280,00							280,00		
11	PINTURA													
11.1	Interior	m2	600,00	5,30	3.180,00						2.571,00	1.000,00		
11.2	Exterior	m2	220,00	5,20	1.144,00							836,00	1.510,00	
11.3	Puertas	m2	55,00	5,30	291,50						530,00			
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS													
12.1	Cerramiento 2.20 m h	m	24,00	140,00	3.360,00							939,00	5.793,00	1.696,00
12.2	Arreglos exteriores y jardinería	GL.	1,00	500,00	500,00									500,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				205.176,32									

ACTUAL VALUE						8.027,00	16.206,00	14.423,00	18.333,00	25.257,00	9.616,00	28.782,00	24.380,49	24.252,18	6.226,00
ACTUAL VALUE ACUM.						8.027,00	24.233,00	38.656,00	56.989,00	82.246,00	91.862,00	120.644,00	145.024,49	169.276,67	175.502,67

- PRESUPUESTO VALOR GANADO (EV)

PLANNED VALUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	PLANNED VALUE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1	Excavación y desalojo	m3	250,00	4,80	1.200,00	1.200,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	Relleno compactado	m3	134,00	15,00	2.010,00	1.179,81	-	-	-	-	-	273,56	-	556,63	-
2	MUROS														
2.1	Muros de bloques de 0,20 ancho	m2	37,00	28,88	1.068,56	-	-	-	-	-	-	67,41	502,33	498,82	-
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO														
3.1	Replanchillos	m3	85,00	7,45	633,25	633,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Zapatas	m3	23,46	535,00	12.551,10	5.072,54	7.478,56	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Pilares Planta Baja	m3	4,75	593,00	2.816,75	-	2.816,75	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Pilares Planta alta	m3	3,42	593,00	2.028,06	-	-	2.028,06	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Vigas de piso	m3	8,32	592,00	4.925,44	-	4.925,44	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	Vigas de cubierta	m3	9,14	592,00	5.410,88	-	-	2.671,48	2.739,40	-	-	-	-	-	-
3.7	Losas	m2	145,10	100,25	14.546,28	-	-	7.273,14	7.273,14	-	-	-	-	-	-
3.8	Losa de garaje y cuarto bomba	m2	49,90	100,25	5.002,48	-	-	-	-	-	-	5.002,48	-	-	-
3.9	Piscina	m3	11,35	485,00	5.504,75	-	-	-	-	-	-	-	5.208,11	296,64	-
3.10	Cisterna	m3	6,25	485,00	3.031,25	-	-	-	-	-	-	3.031,25	-	-	-
4	MAMPOSTERIA														
4.1	Paredes exteriores	m2	221,82	18,50	4.103,67	-	-	-	2.330,82	853,89	339,60	579,36	-	-	-
4.2	Paredes interiores	m2	136,80	18,50	2.530,80	-	-	-	744,35	1.786,45	-	-	-	-	-
5	ENLUCIDOS														
5.1	Enlucido exterior	m2	220,00	8,00	1.760,00	-	-	-	-	742,66	436,90	191,68	-	388,76	-
5.2	Enlucido interior	m2	355,00	5,35	1.899,25	-	-	-	-	1.467,60	431,65	-	-	-	-
5.3	Enlucido cielorastos PB	m2	132,25	8,00	1.058,00	-	-	-	-	1.058,00	-	-	-	-	-
5.4	Enlucido cielorastos PA	m2	113,15	8,00	905,20	-	-	-	-	905,20	-	-	-	-	-
5.5	Enlucido terrazas impermeabilizado	m2	155,65	16,50	2.568,23	-	-	-	-	-	2.568,23	-	-	-	-
5.6	Enlucido piscina impermeabilizado	m2	53,74	17,20	924,33	-	-	-	-	-	924,33	-	-	-	-

6	REVESTIMIENTOS														
6.1	Cerámica baños	m2	42,30	24,00	1.015,20	-	-	-	-	725,68	123,97	165,55	-	-	-
6.2	Cerámica cocina	m2	12,75	24,00	306,00	-	-	-	-	79,55	-	-	226,45	-	-
6.3	Cerámica piscina	m2	54,00	24,00	1.296,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.296,00	-
7	PISOS Y SOBREPISOS														
7.1	Contrapiso	m2	78,80	12,50	985,00	-	-	-	349,27	635,73	-	-	-	-	-
7.2	Cerámica con enlucido piso	m2	155,50	23,50	3.654,25	-	-	-	-	3.654,25	-	-	-	-	-
7.3	Pavimento revestido grano	m2	28,00	26,50	742,00	-	-	-	-	-	742,00	-	-	-	-
7.4	Adoquín	m2	82,50	23,50	1.938,75	-	-	-	-	-	-	609,20	549,77	779,78	-
8	CARPINTERIAS														
8.1	Puertas madera	m2	25,40	80,00	2.032,00	-	-	33,81	-	-	-	862,16	338,10	676,21	121,72
8.2	Escalera madera	u	1,00	4.000,00	4.000,00	-	-	-	-	-	-	444,44	1.777,78	888,89	888,89
8.3	Muebles cocina	m	7,00	200,00	1.400,00	-	-	-	-	-	-	858,37	198,28	-	343,35
8.4	Muebles closet	m	10,00	100,00	1.000,00	-	-	-	-	-	-	540,54	270,27	-	189,19
8.5	Ventanas Al y vidrio	m2	23,62	115,00	2.716,30	-	-	-	-	-	-	734,14	734,14	734,14	513,89
8.6	Puertas Al y vidrio	m2	25,40	218,00	5.537,20	-	-	-	-	-	-	2.346,27	1.877,02	-	1.313,91
8.7	Antepecho y pasamano balcón	m2	6,00	250,00	1.500,00	-	-	-	-	-	-	1.250,00	-	250,00	-
9	INSTALACION ELECTRICA														
9.1	Puntos luz	u	66,00	48,20	3.181,20	-	-	537,63	761,75	137,50	103,13	1.375,00	-	266,20	-
9.2	TC 110 V	u	37,00	48,20	1.783,40	-	-	355,77	327,31	119,54	106,73	572,08	-	301,98	-
9.3	TC 220V	u	6,00	64,50	387,00	-	-	100,00	100,00	-	-	187,00	-	-	-
9.4	Tablero medidor	u	1,00	852,00	852,00	-	-	-	-	-	-	852,00	-	-	-
9.5	Acometida a medidor	u	1,00	1.058,00	1.058,00	-	-	-	-	-	-	558,00	500,00	-	-
9.6	Panel breakers	u	3,00	775,00	2.325,00	-	-	-	-	2.325,00	-	-	-	-	-
9.7	Transformador	u	1,00	3.960,00	3.960,00	-	-	-	-	-	-	-	3.390,00	570,00	-
9.8	Acometidas a paneles	m	1,00	2.526,00	2.526,00	-	-	-	-	1.500,00	-	1.026,00	-	-	-
9.9	Luminarias de poste	u	13,00	135,00	1.755,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.755,00	-
9.91	Cajas de registro	u	8,00	60,00	480,00	-	-	-	-	-	-	-	-	480,00	-

10	INSTALACION SANITARIA														
10.1	Puntos AA PP fría	u	25,00	58,00	1.450,00	-	-	694,44	755,56	-	-	-	-	-	-
10.2	Puntos AA PP caliente	u	10,00	58,00	580,00	-	-	285,71	294,29	-	-	-	-	-	-
10.3	Puntos AA SS	u	18,00	58,00	1.044,00	-	-	600,00	444,00	-	-	-	-	-	-
10.4	Tubería aguas servidas	m	93,00	32,00	2.976,00	-	-	484,93	1.544,46	694,18	252,43	-	-	-	-
10.4a	Cajas AA SS	u	9,00	90,00	810,00	-	-	-	-	525,00	156,00	129,00	-	-	-
10.5	Acometida a sistema y accesorios	u	1,00	1.220,00	1.220,00	-	-	-	-	-	-	435,00	621,00	164,00	-
10.6	Equipo hidroneumático 0,5 HP	u	1,00	2.650,00	2.650,00	-	-	-	-	406,00	1.000,00	1.000,00	244,00	-	-
10.7	Distribución AA PP	m	48,00	24,00	1.152,00	-	-	-	-	500,00	652,00	-	-	-	-
10.8	Equipo piscina	u	1,00	2.000,00	2.000,00	-	-	-	1.000,00	500,00	-	-	-	500,00	-
10.9	Inodoros	u	6,00	180,00	1.080,00	-	-	-	-	-	-	-	420,00	660,00	-
10.10	Lavabos	u	7,00	150,00	1.050,00	-	-	-	-	-	-	-	408,33	641,67	-
10.11	Duchas	u	7,00	150,00	1.050,00	-	-	-	-	-	-	-	408,33	641,67	-
10.12	Lavadero cocina	u	1,00	280,00	280,00	-	-	-	-	-	-	-	280,00	-	-
11	PINTURA														
11.1	Interior	m2	600,00	5,30	3.180,00	-	-	-	-	-	-	2.289,49	890,51	-	-
11.2	Exterior	m2	220,00	5,20	1.144,00	-	-	-	-	-	-	-	407,67	736,33	-
11.3	Puertas	m2	55,00	5,30	291,50	-	-	-	-	-	-	291,50	-	-	-
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS														
12.1	Cerramiento 2.20 m h	m	24,00	140,00	3.360,00	-	-	-	-	-	-	-	374,35	2.309,50	676,15
12.2	Arreglos exteriores y jardinería	GL	1,00	500,00	500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				148.726,08										

	EARNED VALUE					8.085,60	15.220,75	15.064,97	18.664,34	18.616,22	7.836,96	25.671,48	19.626,44	15.392,21	4.547,10
	EARNED VALUE ACUM.					8.085,60	23.306,35	38.371,32	57.035,66	75.651,88	83.488,84	109.160,32	128.786,76	144.178,97	148.726,06

• INDICADORES DE DESEMPEÑO DE ACTIVIDADES TOTALES.

EV	\$ 8.086	EV	\$ 23.306	EV	\$ 38.371	EV	\$ 57.036	EV	\$ 75.652	EV	\$ 83.499	EV	\$ 108.160	EV	\$ 128.787	EV	\$ 144.179	EV	\$ 148.726		
PV	\$ 11.687	PV	\$ 32.834	PV	\$ 56.795	PV	\$ 90.546	PV	\$ 110.316	PV	\$ 140.458	PV	\$ 148.726	PV	\$ 148.726	PV	\$ 148.726	PV	\$ 148.726	PV	\$ 148.726
AC	\$ 8.027	AC	\$ 24.233	AC	\$ 38.656	AC	\$ 56.989	AC	\$ 82.246	AC	\$ 91.862	AC	\$ 120.644	AC	\$ 145.024	AC	\$ 169.277	AC	\$ 175.503		
BAC	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726	\$ 148.726					

	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
Variación en Cronograma	SV= -3.600,90 dólares SV%= (30,81) %	SV= -9.527,26 dólares SV%= -29,017 %	SV= -18.423,85 dólares SV%= -32,439 %	SV= -33.510,79 dólares SV%= -37,009 %	SV= -34.664,32 dólares SV%= -31,423 %	SV= -56.969,48 dólares SV%= -40,560 %	SV= -39.565,75 dólares SV%= -26,603 %	SV= -19.939,31 dólares SV%= -13,407 %	SV= -4.547,10 dólares SV%= -3,057 %	SV= -0,01 dólares SV%= 0,000 %
Índice de Rendimiento del Cronograma	SPI= 0,6919	SPI= 0,7098	SPI= 0,6756	SPI= 0,6299	SPI= 0,6858	SPI= 0,5944	SPI= 0,7340	SPI= 0,8659	SPI= 0,9694	SPI= 1,0000
Tiempo Estimado en Finalización	EACT= 10,12 meses	EACT= 9,86 meses	EACT= 10,36 meses	EACT= 11,11 meses	EACT= 10,21 meses	EACT= 11,78 meses	EACT= 9,54 meses	EACT= 8,08 meses	EACT= 7,22 meses	EACT= 7,00 meses
Variación en Costo	CV= 58,60 dólares CV%= 0,72 %	CV= -926,65 dólares CV%= -3,976 %	CV= -284,68 dólares CV%= -0,742 %	CV= 46,66 dólares CV%= 0,082 %	CV= -6.594,12 dólares CV%= -8,716 %	CV= -8.373,16 dólares CV%= -10,029 %	CV= -11.483,68 dólares CV%= -10,520 %	CV= -16.237,73 dólares CV%= -12,608 %	CV= -25.097,70 dólares CV%= -17,407 %	CV= -26.776,61 dólares CV%= -18,004 %
Índice de Rendimiento del Costo	CPI= 1,007	CPI= 0,962	CPI= 0,993	CPI= 1,001	CPI= 0,920	CPI= 0,909	CPI= 0,905	CPI= 0,888	CPI= 0,852	CPI= 0,847
Índice Costo-Programación	CSI= 0,697	CSI= 0,683	CSI= 0,671	CSI= 0,630	CSI= 0,631	CSI= 0,540	CSI= 0,664	CSI= 0,769	CSI= 0,826	CSI= 0,847
Índice de Rendimiento de Finalización	TCPI= 1,000	TCPI= 1,007	TCPI= 1,003	TCPI= 0,999	TCPI= 1,099	TCPI= 1,147	TCPI= 1,409	TCPI= 5,387	TCPI= -0,221	TCPI= 0,000
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 147.648 dólares	EAC= 154.639 dólares	EAC= 149.829 dólares	EAC= 148.604 dólares	EAC= 161.690 dólares	EAC= 163.642 dólares	EAC= 164.372 dólares	EAC= 167.478 dólares	EAC= 174.615 dólares	EAC= 175.503 dólares
Variación de Terminación	VAC= 1.077,82 dólares VAC%= 0,72 %	VAC= -5.913,31 dólares VAC%= -3,98 %	VAC= -1.103,41 dólares VAC%= -0,74 %	VAC= 121,68 dólares VAC%= 0,08 %	VAC= -12.963,55 dólares VAC%= -8,72 %	VAC= -14.915,85 dólares VAC%= -10,03 %	VAC= -15.646,00 dólares VAC%= -10,52 %	VAC= -18.751,72 dólares VAC%= -12,61 %	VAC= -25.889,23 dólares VAC%= -17,41 %	VAC= -26.776,61 dólares VAC%= -18,00 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 139.621,26 dólares	ETC= 130.406,39 dólares	ETC= 111.173,49 dólares	ETC= 91.615,40 dólares	ETC= 79.443,63 dólares	ETC= 71.779,93 dólares	ETC= 43.728,08 dólares	ETC= 22.453,31 dólares	ETC= 5.338,64 dólares	ETC= 0,02 dólares

- PRESUPUESTO VALOR PLANIFICADO APLICADO A RUTA CRITICA

PLANNED VALUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	PLANNED VALUE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA														
1.1	Excavación y desalojo	m3	250,00	4,80	1.200,00	1.200,00									
1.2	Relleno compactado	m3	134,00	15,00	2.010,00	2.010,00									
2	MUROS														
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO														
3.1	Replántillos	m3	85,00	7,45	633,25	633,25									
3.2	Zapatas	m3	23,46	535,00	12.551,10		12.551,10								
3.3	Pilares Planta Baja	m3	4,75	593,00	2.816,75		2.816,75								
3.4	Pilares Planta alta	m3	3,42	593,00	2.028,06				2.028,06						
3.5	Vigas de piso	m3	8,32	592,00	4.925,44		2.462,72	2.462,72							
3.6	Vigas de cubierta	m3	9,14	592,00	5.410,88				5.410,88						
3.7	Losas	m2	145,10	100,25	14.546,28			7.273,14	7.273,14						
4	MAMPOSTERIA														
4.1	Paredes exteriores	m2	221,82	18,50	4.103,67			2.051,84	2.051,84						
5	ENLUCIDOS														
5.2	Enlucido interior	m2	355,00	5,35	1.899,25				949,63	949,63					
5.4	Enlucido cielorosas PA	m2	113,15	8,00	905,20				905,20						
6	REVESTIMIENTOS														
6.1	Cerámica baños	m2	42,30	24,00	1.015,20					1.015,20					

7	PISOS Y SOBREPISOS													
7.1	Contrapiso	m2	78,80	12,50	985,00	985,00								
7.2	Cerámica con enlucido piso	m2	155,50	23,50	3.654,25				3.654,25					
8	CARPINTERIAS													
8.3	Muebles cocina	m	7,00	200,00	1.400,00					1.400,00				
9	INSTALACION ELECTRICA													
9.1	Puntos luz	u	66,00	48,20	3.181,20	1.060,40		1.060,40		1.060,40				
10	INSTALACION SANITARIA													
10.1	Puntos AA PP fría	u	25,00	58,00	1.450,00	483,33	483,33	483,33						
10.7	Distribución AA PP	m	48,00	24,00	1.152,00		1.152,00							
10.10	Lavabos	u	7,00	150,00	1.050,00						1.050,00			
11	PINTURA													
11.1	Interior	m2	600,00	5,30	3.180,00					1.590,00	1.590,00			
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS													
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				70.097,53									

PLANNED VALUE					3.843,25	20.359,30	13.423,03	19.257,27	6.524,28	4.050,40	2.640,00	-	-	-
PLANNED VALUE ACUM.					3.843,25	24.202,55	37.625,58	56.882,85	63.407,13	67.457,53	70.097,53	70.097,53	70.097,53	70.097,53
EARNED VALUE					8.085,60	15.220,75	13.204,75	14.209,93	8.879,85	1.650,34	5.541,33	1.497,12	1.464,50	343,35
EARNED VALUE ACUM.					8.085,60	23.306,35	36.511,10	50.721,03	59.600,88	61.251,22	66.792,56	68.289,68	69.754,18	70.097,53
ACTUAL VALUE					8.027,00	16.206,00	13.131,00	14.646,00	14.271,95	1.942,75	6.137,00	1.581,00	1.270,60	400,00
ACTUAL VALUE ACUM.					8.027,00	24.233,00	37.364,00	52.010,00	66.281,95	68.224,70	74.361,70	75.942,70	77.213,30	77.613,30
SV - SCHEDULE VARIANCE					-4.242,35	896,21	1.114,48	6.161,82	3.806,24	6.206,30	3.304,97	1.807,85	343,35	-
SPI - SCHEDULE PERFORMANCE INDEX					2,10	0,96	0,97	0,89	0,94	0,91	0,95	0,97	1,00	1,00
CV - COST VARIANCE					58,60	-926,65	-852,90	-1.288,97	-6.681,07	-6.973,48	-7.569,14	-7.653,02	-7.459,12	-7.515,77
CPI - COST PERFORMANCE INDEX					1,01	0,96	0,98	0,98	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
EAC - ESTIMATED AT COMPLETION					69589,53	72884,59	71735,02	71878,92	77955,24	78078,16	78041,20	77953,15	77593,37	77613,31

- PRESUPUESTO VALOR ACTUAL APLICADO A RUTA CRITICA

PLANNED VALUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	ACTUAL VALUE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA					-	-	-	-						
1.1	Excavación y desalojo	m3	250,00	4,80	1.200,00	1.080,00									
1.2	Relleno compactado	m3	134,00	15,00	2.010,00	1.117,00					259,00		527,00		
2	MUROS														
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO														
3.1	Replantillos	m3	85,00	7,45	633,25	640,70									
3.2	Zapatas	m3	23,46	535,00	12.551,10	5.189,30	7.650,70								
3.3	Pilares Planta Baja	m3	4,75	593,00	2.816,75		3.256,90								
3.4	Pilares Planta alta	m3	3,42	593,00	2.028,06			2.075,50							
3.5	Vigas de piso	m3	8,32	592,00	4.925,44		5.298,40								
3.6	Vigas de cubierta	m3	9,14	592,00	5.410,88			2.891,36	2.964,86						
3.7	Losas	m2	145,10	100,25	14.546,28			7.273,14	7.273,14						
4	MAMPOSTERIA														
4.1	Paredes exteriores	m2	221,82	18,50	4.103,67				2.615,00	958,00	381,00	650,00			
5	ENLUCIDOS														
5.2	Enlucido interior	m2	355,00	5,35	1.899,25					2.273,75	668,75				
5.4	Enlucido cielorosas PA	m2	113,15	8,00	905,20					905,20					

6	REVESTIMIENTOS													
6.1	Cerámica baños	m2	42,30	24,00	1.015,20				2.880,00	492,00	657,00			
7	PISOS Y SOBREPISOS													
7.1	Contrapiso	m2	78,80	12,50	985,00			695,00	1.265,00					
7.2	Cerámica con enlucido piso	m2	155,50	23,50	3.654,25				5.640,00					
8	CARPINTERIAS													
8.3	Muebles cocina	m	7,00	200,00	1.400,00						1.000,00	231,00		400,00
9	INSTALACION ELECTRICA													
9.1	Puntos luz	u	66,00	48,20	3.181,20		391,00	554,00	100,00	75,00	1.000,00		193,60	
10	INSTALACION SANITARIA													
10.1	Puntos AA PP fría	u	25,00	58,00	1.450,00		500,00	544,00						
10.7	Distribución AA PP	m	48,00	24,00	1.152,00				250,00	326,00				
10.10	Lavabos	u	7,00	150,00	1.050,00							350,00	550,00	
11	PINTURA													
11.1	Interior	m2	600,00	5,30	3.180,00						2.571,00	1.000,00		
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS													
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				70.097,53									

ACTUAL VALUE					8.027,00	16.206,00	13.131,00	14.646,00	14.271,95	1.942,75	6.137,00	1.581,00	1.270,60	400,00
ACTUAL VALUE ACUM.					8.027,00	24.233,00	37.364,00	52.010,00	66.281,95	68.224,70	74.361,70	75.942,70	77.213,30	77.613,30

- PRESUPUESTO VALOR GANADO APLICADO A RUTA CRITICA

PLANNED VALUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	PLANNED VALUE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA					-	-	-	-						
1.1	Excavación y desalojo	m3	250,00	4,80	1.200,00	1.200,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	Relleno compactado	m3	134,00	15,00	2.010,00	1.179,81	-	-	-	-	-	273,56	-	556,63	-
2	MUROS														
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO														
3.1	Replantillos	m3	85,00	7,45	633,25	633,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Zapatas	m3	23,46	535,00	12.551,10	5.072,54	7.478,56	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Pilares Planta Baja	m3	4,75	593,00	2.816,75	-	2.816,75	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Pilares Planta alta	m3	3,42	593,00	2.028,06	-	-	2.028,06	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Vigas de piso	m3	8,32	592,00	4.925,44	-	4.925,44	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	Vigas de cubierta	m3	9,14	592,00	5.410,88	-	-	2.671,48	2.739,40	-	-	-	-	-	-
3.7	Losas	m2	145,10	100,25	14.546,28	-	-	7.273,14	7.273,14	-	-	-	-	-	-
4	MAMPOSTERIA														
4.1	Paredes exteriores	m2	221,82	18,50	4.103,67	-	-	-	2.330,82	853,89	339,60	579,36	-	-	-
5	ENLUCIDOS														
5.2	Enlucido interior	m2	355,00	5,35	1.899,25	-	-	-	-	1.467,60	431,65	-	-	-	-
5.4	Enlucido cieloraso PA	m2	113,15	8,00	905,20	-	-	-	-	905,20	-	-	-	-	-

6	REVESTIMIENTOS													
6.1	Cerámica baños	m2	42,30	24,00	1.015,20	-	-	-	-	725,68	123,97	165,55	-	-
7	PISOS Y SOBREPISOS													
7.1	Contrapiso	m2	78,80	12,50	985,00	-	-	-	349,27	635,73	-	-	-	-
7.2	Cerámica con enlucido piso	m2	155,50	23,50	3.654,25	-	-	-	-	3.654,25	-	-	-	-
8	CARPINTERIAS													
8.3	Muebles cocina	m	7,00	200,00	1.400,00	-	-	-	-	-	858,37	198,28	-	343,35
9	INSTALACION ELECTRICA													
9.1	Puntos luz	u	66,00	48,20	3.181,20	-	-	537,63	761,75	137,50	103,13	1.375,00	-	266,20
10	INSTALACION SANITARIA													
10.1	Puntos AA PP fría	u	25,00	58,00	1.450,00	-	-	694,44	755,56	-	-	-	-	-
10.7	Distribución AA PP	m	48,00	24,00	1.152,00	-	-	-	-	500,00	652,00	-	-	-
10.10	Lavabos	u	7,00	150,00	1.050,00	-	-	-	-	-	-	408,33	641,67	-
11	PINTURA													
11.1	Interior	m2	600,00	5,30	3.180,00	-	-	-	-	-	2.289,49	890,51	-	-
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS													
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				70.097,53									

	EARNED VALUE					8.085,60	15.220,75	13.204,75	14.209,93	8.879,85	1.650,34	5.541,33	1.497,12	1.464,50	343,35
	EARNED VALUE ACUM.					8.085,60	23.306,35	36.511,10	50.721,03	59.600,88	61.251,22	66.792,56	68.289,68	69.754,18	70.097,53

• INDICADORES DE DESEMPEÑO APLICADO A RUTA CRITICA

EV	\$ 8.086	EV	\$ 23.306	EV	\$ 36.511	EV	\$ 50.721	EV	\$ 59.601	EV	\$ 61.251	EV	\$ 66.793	EV	\$ 68.290	EV	\$ 69.754	EV	\$ 70.098		
PV	\$ 3.843	PV	\$ 24.203	PV	\$ 37.626	PV	\$ 56.883	PV	\$ 63.407	PV	\$ 67.458	PV	\$ 70.098								
AC	\$ 8.027	AC	\$ 24.233	AC	\$ 37.364	AC	\$ 52.010	AC	\$ 66.282	AC	\$ 68.225	AC	\$ 74.362	AC	\$ 75.943	AC	\$ 77.213	AC	\$ 77.613	AC	\$ 77.613
BAC	\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098		\$ 70.098

	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18
Variación en	SV= 4.242,35 dólares SV%= 110,38 %	SV= -896,21 dólares SV%= -3,703 %	SV= -1.114,48 dólares SV%= -2,962 %	SV= -6.161,82 dólares SV%= -10,832 %	SV= -3.806,24 dólares SV%= -6,003 %	SV= -6.206,30 dólares SV%= -9,200 %	SV= -3.304,97 dólares SV%= -4,715 %	SV= -1.807,85 dólares SV%= -2,579 %	SV= -343,35 dólares SV%= -0,490 %	SV= 0,00 dólares SV%= 0,000 %
Índice de Rendimiento	SPI= 2,1038	SPI= 0,9630	SPI= 0,9704	SPI= 0,8917	SPI= 0,9400	SPI= 0,9080	SPI= 0,9529	SPI= 0,9742	SPI= 0,9951	SPI= 1,0000
Tiempo Estimado	EACt= 3,33 meses	EACt= 7,27 meses	EACt= 7,21 meses	EACt= 7,85 meses	EACt= 7,45 meses	EACt= 7,71 meses	EACt= 7,35 meses	EACt= 7,19 meses	EACt= 7,03 meses	EACt= 7,00 meses
Variación en Costo	CV= 58,60 dólares CV%= 0,72 %	CV= -926,65 dólares CV%= -3,976 %	CV= -852,90 dólares CV%= -2,336 %	CV= -1.288,97 dólares CV%= -2,541 %	CV= -6.681,07 dólares CV%= -11,210 %	CV= -6.973,48 dólares CV%= -11,385 %	CV= -7.569,14 dólares CV%= -11,332 %	CV= -7.653,02 dólares CV%= -11,207 %	CV= -7.459,12 dólares CV%= -10,693 %	CV= -7.515,77 dólares CV%= -10,722 %
Índice de Rendimiento	CPI= 1,007	CPI= 0,962	CPI= 0,977	CPI= 0,975	CPI= 0,899	CPI= 0,898	CPI= 0,898	CPI= 0,899	CPI= 0,903	CPI= 0,903
Índice Costo-	CSI= 2,119	CSI= 0,926	CSI= 0,948	CSI= 0,870	CSI= 0,845	CSI= 0,815	CSI= 0,856	CSI= 0,876	CSI= 0,899	CSI= 0,903
Índice de Rendimiento	TCPI= 0,999	TCPI= 1,020	TCPI= 1,026	TCPI= 1,071	TCPI= 2,751	TCPI= 4,723	TCPI= -0,775	TCPI= -0,309	TCPI= -0,048	TCPI= 0,000
Estimación del Costo	EAC= 69.590 dólares	EAC= 72.885 dólares	EAC= 71.735 dólares	EAC= 71.879 dólares	EAC= 77.955 dólares	EAC= 78.078 dólares	EAC= 78.041 dólares	EAC= 77.953 dólares	EAC= 77.593 dólares	EAC= 77.613 dólares
Variación de Estimación del Costo	VAC= 508,00 dólares VAC%= 0,72 %	VAC= -2.787,06 dólares VAC%= -3,98 %	VAC= -1.637,49 dólares VAC%= -2,34 %	VAC= -1.781,39 dólares VAC%= -2,54 %	VAC= -7.857,71 dólares VAC%= -11,21 %	VAC= -7.980,63 dólares VAC%= -11,39 %	VAC= -7.943,67 dólares VAC%= -11,33 %	VAC= -7.855,62 dólares VAC%= -11,21 %	VAC= -7.495,84 dólares VAC%= -10,69 %	VAC= -7.515,78 dólares VAC%= -10,72 %
Estimación del Costo	ETC= 61.562,53 dólares	ETC= 48.651,59 dólares	ETC= 34.371,02 dólares	ETC= 19.868,92 dólares	ETC= 11.673,29 dólares	ETC= 9.853,46 dólares	ETC= 3.679,50 dólares	ETC= 2.010,45 dólares	ETC= 380,07 dólares	ETC= 0,01 dólares



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Solórzano Yazbek, Santiago Paúl**, con C.C: # 0924117484 autor del trabajo de titulación: **INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE VALOR GANADO (EVM) Y LA RUTA CRÍTICA (CPM) EN UN PROYECTO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (URBANIZACION CAPAES)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 03 de septiembre del 2018

f. _____

Nombre: **Solórzano Yazbek, Santiago Paúl**

C.C: **0924117484**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE VALOR GANADO (EVM) Y LA RUTA CRÍTICA (CPM) EN UN PROYECTO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (URBANIZACION CAPAES)		
AUTOR	Solórzano Yazbek, Santiago Paúl		
TUTOR	Murillo Bustamante, Roberto		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	03 de septiembre de 2018	No. DE PÁGINAS:	84
ÁREAS TEMÁTICAS:	Evaluación de Proyectos, ingeniería de costos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Control, técnicas, métodos, valor, ganado, obra, proyecto, análisis, actividades, tareas, costos.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Existen varios métodos de control para conocer el estado de un proyecto, es importante saber elegir que método se va a utilizar de acuerdo a la magnitud y lo que se necesita conocer acerca del proyecto.</p> <p>La integración de las técnicas de control Critical Path Method (CPM) y Earned Value Management (EVM) en el análisis de un proyecto, es el caso de estudio de este Trabajo de Grado.</p> <p>El Valor Ganado de un proyecto, ejecutado sobre las actividades de la ruta crítica del mismo, facilita la aplicación de esta técnica reduciendo costos y tiempo.</p> <p>En ningún caso se debe descuidar las actividades que no pertenecen a la ruta crítica, puesto que se pueden distender en tiempo y convertirse en una de ellas.</p> <p>Los indicadores de desempeño que dan como resultado en este método no solucionan los problemas que puedan ocurrir en la obra, son valores que nos permiten conocer la realidad de la obra y en el caso de ser negativos, tomar las correcciones pertinentes para resolverlos.</p>		



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

ADJUNTO PDF:		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR:	CON	Teléfono: +59391047445	E-mail: santi.solyazk@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	LA	Nombre: Ing. Glas Cevallos, Clara Catalina	
	INSTITUCIÓN	Teléfono: +593984616792	
	DEL PROCESO UTE):	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			