

# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de Grado**  
Previo a la obtención del título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Tema:**  
**PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE OBRA  
EN LA INSTALACIÓN DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO EN SAN  
JACINTO, YAGUACHI BAJO EL ANALISIS  
DEL MÉTODO DE VALOR GANADO  
(EARNED VALUE MANAGEMENT)**

**Realizado por:**  
**GRACE PAOLA TOLEDO NIETO**

**Director:**  
**ING. ROBERTO MURILLO BUSTAMANTE**

**Guayaquil – Ecuador**

**2010**

# **TRABAJO DE GRADO**

**Tema:**

## **PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE OBRA EN LA INSTALACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN SAN JACINTO, YAGUACHI BAJO EL ANALISIS DEL METODO DE VALOR GANADO (EARNED VALUE MANAGEMENT).**

**Presentado a la Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil de la  
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**

**Por:**

**GRACE PAOLA TOLEDO NIETO**

**Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar  
por el título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Tribunal de sustentación:**

**Ing. Roberto Murillo Bustamante  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

**Ing. Ernesto Suárez Rodríguez  
PROFESOR INVITADO**

**Dr. Ing. Walter Mera Ortiz.  
DECANO DE LA FACULTAD**

**Ing. Lilia Valarezo de Pareja. M.Sc.  
DIRECTORA DE LA ESCUELA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a mi madre Grace Nieto y a mi padre Carlos Toledo, ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, son las personas que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son lo que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación entre otros, es a ellos a quien les debo todo, horas de consejos , de regaños y de alegrías de las cuales estoy muy segura que lo han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgullosa.

Le agradezco a mi hermano Andrés el cual me ha apoyado mucho a lo largo de mi carrera universitaria, aunque la distancia nos separa siempre nos mantenemos muy unidos. A mi tía Ana le agradezco por ser un soporte muy grande en mi, ya que gracias a sus consejos y sus sabidurías me han ayudado mucho en mi culminación de mi carrera.

Mis abuelitos maternos y paternos, mis tíos, y toda mi familia que me han apoyado durante todos estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mi en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

Les agradezco a todos los profesores que han impartido sus enseñanzas a través de todos los años de vida universitaria, en especial a mi director de tópicos Ing. Roberto Murillo, quien a lo largo de este tiempo me ayudó a desarrollar este proyecto el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.



# ÍNDICE

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Páginas
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos.....	3

## CAPÍTULO II CONCEPTOS SOBRE ANÁLISIS DE VALOR GANADO – EVM

2.1 Proyecto: Concepto y Tipos.....	6
2.1.1. Etapas de un Proyecto.....	9
2.2 Diagrama de Gantt.....	10
2.3 Descripción del Valor Ganado (EVM) y sus Elementos Básicos...12	
2.4 La WBS – Estructura de Desglose de Actividades.....	18
2.5 Diferencias con Respecto al Diagrama de Gantt.....	27
2.6 Análisis de Rendimiento de EVM y Pronósticos.....	28
2.7 Plan de Análisis y Precisión, Variaciones, Índices y Pronósticos..29	
2.8 Limitaciones (Desventajas).....	37

## CAPÍTULO III Caso de Aplicación en Proyecto de “RED CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CABECERA CANTONAL DE SAN JACINTO DE YAGUACHI”

3.1. Descripción de la Obra.....	39
3.2. Solución a los Problemas Detectados.....	44



3.3. WBS del Proyecto.....	45
3.4. Presupuesto y Cronograma Valorado.....	46
3.5 Plano.....	47

## **CAPÍTULO IV**

### **MEDICIONES DE PROYECTO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN**

4.1. Semana 9.....	50
4.2. Semana 10.....	64
4.3. Semana 11.....	68
4.4. Semana 12.....	73
4.5. Semana 13.....	74
4.6. Semana 14.....	75
4.7. Semana 15.....	75
4.8. Semana 16.....	76
4.9. Semana 17.....	76
4.10. Tabulaciones de SPI y CPI por rubro.....	78

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	83
5.2. Recomendaciones.....	84

ANEXO.....	87
------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	96
-------------------	----



# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 . ANTECEDENTES

El Análisis de Valor Ganado es un concepto introducido por el PMI (Project Management Institute) que permite medir el avance de un proyecto de modo concreto, sin guiarse exclusivamente por los valores típicos que son:

- Horas trabajadas por las personas
- Dinero gastado en la obra

Sino que además incluye mediciones del avance real de un proyecto, relacionándolo luego con todo el resto de variables del proyecto.





El concepto de Valor Ganado es una herramienta muy útil para el manejo de proyectos, pues con esta podemos saber con gran facilidad y rapidez cómo está el proyecto, en cuanto a costo y tiempo. El Valor Ganado proporciona una medida objetiva y universal del progreso de un proyecto, ya que ni el tiempo transcurrido ni el dinero gastado pueden medir el avance de un proyecto.

El Análisis de Valor Ganado permite un análisis en la dimensión de costos y tiempos, en cualquier fase o periodo de evaluación del proyecto.

Método de Valor Ganado también es:

- Una técnica que mide el rendimiento del proyecto desde su inicio hasta su cierre.
- Y proporciona un medio para pronosticar el rendimiento futuro en base al rendimiento pasado.

## **1.2. OBJETIVOS**

- En este trabajo de grado se busca exponer la metodología de Valor Ganado – EVM - mediante la aplicación de sus parámetros en un proyecto real de “CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CABECERA CANTONAL DE SAN JACINTO DE YAGUACHI”.
- Dar a conocer el mencionado sistema de gestión de proyectos para determinar los avances, acciones correctivas, variaciones en el programa, ajustes en el presupuesto para poder concluir la obra en tiempo, costo y alcance.



- Poder mostrar cuales son las bondades y beneficio del Análisis de Valor Ganado como también cuales serian sus limitaciones y sus inconvenientes para su aplicación.



## **CAPÍTULO II**

# **CONCEPTOS SOBRE ANÁLISIS DE VALOR GANADO – EVM**



# CAPÍTULO II

## CONCEPTOS SOBRE ANÁLISIS DE VALOR GANADO – EVM

### 2.1 PROYECTO: CONCEPTO Y TIPOS

Un proyecto se conoce como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único<sup>1</sup>. Es un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos siguiendo una metodología definida, para lo cual precisa de un equipo de personas idóneas, así como de otros recursos cuantificados en forma de presupuesto, que prevee el logro de determinados resultados sin contravenir las normas y buenas prácticas establecidas, y cuya programación en el tiempo responde a un cronograma con una duración limitada.

---

<sup>1</sup> Definición del PMI



Un proyecto surge como resultado de:

- Una demanda de mercado
- Una necesidad de la organización
- Un avance tecnológico
- Un requisito legal

Cualquiera que sea el motivo de su desarrollo el proyecto debe de tener un objetivo claro para que se cumplan las metas respectivas al termino del mismo y el cual sea todo un éxito.

Pero debemos tener en cuenta ciertas cosas para que un proyecto sea un éxito, se necesita cumplir los objetivos de tiempo, costo y calidad, a satisfacción del cliente y de los involucrados en el proyecto al mismo tiempo poder desarrollar relaciones a largo plazo con proveedores y demás integrantes del equipo.

Se realiza un proyecto con el objeto de estimar la viabilidad de realizar una determinada obra, corriendo el menor riesgo posible de fracaso, permitiendo el mejor uso de los recursos disponibles.

Algo importante de saber es que:

- Todos los proyectos debe tener un principio y un fin.
- Los administradores de proyectos con experiencia previa ayudan a mantener los proyectos en marcha.
- Proyectos se definen por su alcance, presupuesto y programación.
- Las fases de un proyecto construcción típica son iniciación, planificación, diseño, construcción, puesta en marcha y cierre.
- El nivel de esfuerzo del Contratista del proyecto depende del tamaño del proyecto, el tipo y la fase.



Existen dos tipos de proyectos, que se clasifican como productivos y públicos:

- **Proyecto productivo:** Son proyectos que buscan generar rentabilidad económica y obtener ganancias en dinero. Los promotores de estos proyectos suelen ser empresas e individuos interesados en alcanzar beneficios económicos.
  
- **Proyecto público o social:** Son los proyectos que buscan alcanzar un impacto sobre la calidad de vida de la población, lo cuales no necesariamente se expresan en dinero. Los promotores de estos proyectos son el estado y los organismos multilaterales.

Otras formas de realizar la clasificación de los proyectos son las siguientes:

- Basándose en el contenido del proyecto
  - Proyectos de construcción
  - Proyectos de Informática
  - Proyectos de desarrollo de productos
- Basándose en la organización participante
  - Proyectos Internos
  - Proyectos de departamento
  - Proyectos de unidades cruzadas
  - Proyectos externos (de imagen corporativa)
- Basándose en la complejidad
  - Proyectos Simples
  - Proyectos complejos
  - Programas
  - Mega proyectos

Un proyecto es una propuesta ordenada de acciones que pretende encontrar solución o reducción de la magnitud de un problema que afecta a un individuo o grupo de individuos y en la cual se plantea la magnitud, características, tipos y



periodos de los recursos requeridos para completar la solución propuesta dentro de las limitaciones técnicas, sociales, económicas y políticas en las cuales el proyecto se desenvolverá.

### 2.1.1. ETAPAS DE UN PROYECTO

Las etapas para desarrollar un proyecto según PMI (Project Management Institute) son:

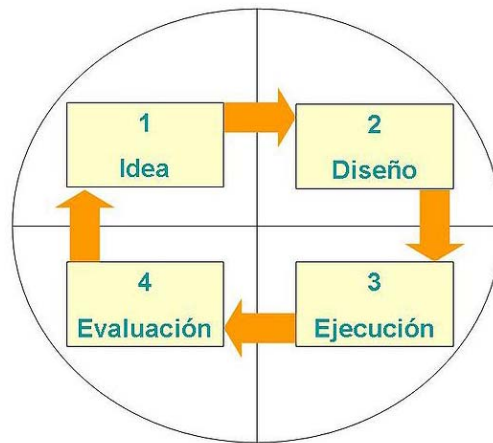
1. Concepción
2. Desarrollo
3. Implementación
4. Terminación

Esto en los proyectos de ingeniería generalmente se lo conoce como:

1. Idea
2. Estudio de prefactibilidad, factibilidad, etc.
3. Diseños
4. Ejecución
5. Evaluación – Entrega

Las dos clasificaciones nos expresan lo mismo. La concepción viene a ser la idea, el desarrollo son los estudios y diseños, la implementación es la ejecución y la terminación es la entrega.

Una **idea**, establece la necesidad u oportunidad a partir de la cual se diseña el proyecto. Luego, en la etapa del **diseño** propiamente dicha, se realiza una valoración de las opciones y estrategias a seguir, con el objetivo a cumplir como guía. Finalmente llega el momento de la **ejecución** y, una vez finalizada, se realiza la **evaluación** (cuando el proyecto es revisado y se juzgan sus resultados en relación a los objetivos planteados).



**Fig. 2.1 Diseño de las etapas de un proyecto**

Es importante tener presente que lo único constante en la construcción es el cambio, por lo que tenemos que estar preparados en cada momento.

## **2.2 DIAGRAMA DE GANTT**

Para poder hacer un cronograma, hay varios métodos, entre el cual el más utilizado es el Diagrama de Gantt.

Henry Gantt y Fredrick Taylor popularizaron este método gráfico de programación de obra a principios del siglo 20. Consiste en colocar en el eje vertical la lista de las actividades del proyecto y en el eje horizontal, una escala de tiempo. A cada actividad se le coloca una barra que representa, según la escala horizontal, el tiempo que se van a demorar y entre qué fechas estará ubicada.

Es una popular herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A pesar de que, en principio, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades, la posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar que tareas dependen de otras. El gráfico de Gantt permite identificar la actividad en que se estará utilizando cada uno de los recursos y la duración de esa utilización, de tal modo que puedan evitarse





periodos ociosos innecesarios y se dé también al administrador una visión completa de la utilización de los recursos que se encuentran bajo su supervisión.

Las ventajas del Diagrama de Gantt son:

1. Fácil de leer y revisar.
2. Debido a su simplicidad es una buena herramienta para la comunicación.
3. Fácil actualizarlo a alguna fecha determinada de manera no automatizada.

La gran desventaja en cambio es que este método no enseña las interrelaciones entre actividades, con lo cual no sabemos qué ocurre con el resto de actividades si una se atrasa o adelanta, y esto hace que no se pueda automatizar la actualización.

Para poder entender mejor el Diagrama de Gantt a continuación se mostrará el gráfico correspondiente a la obra que se escogió, que se detallará más adelante:

DIAGRAMA DE GANTT CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE YAGUACHI - PROYECTO No. 6						
ITEM	RUBROS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes
1	Trazado y Replanteo	■				
2	Demolicion y Reposicion de pavimento	■	■	■		
3	Excavacion sin clasificar (Inc. Desalojo)	■	■	■		
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	■	■	■	■	
5	Reparacion de Guias Domiciliarias de Agua Potable	■	■	■	■	
6	Relleno compactado manual	■	■	■	■	
7	Relleno con material del sitio	■	■	■	■	
8	Suministro e Instalacion de Tuberia Perfilada 160 mm	■	■	■	■	
9	Suministro e Instalacion de Tuberia Perfilada 200 mm	■	■	■	■	
10	Suministro e Instalacion de Tuberia Perfilada 575 mm	■	■	■	■	
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple		■	■	■	■
12	Camara colectora de AASS de H.Armado D = 2.00 M		■	■	■	■
13	Acero de Refuerzo		■	■	■	■

**Tabla 2.2 Diagrama de Gantt del Proyecto Sanitario de Yaguachi**



Esta tabla corresponde al Diagrama de Gantt de la Construcción de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Yaguachi (Proyecto 6), la obra tiene un plazo total de 5 meses, la gráfica indica cuanto tiempo se requiere para la ejecución de cada rubro y se lo demuestra sombreando los recuadros en este caso están de color gris. El Diagrama de Gantt se lo coloca comúnmente en el sitio de obra así el encargado del proyecto puede ver si los rubros se están desarrollando con normalidad de acuerdo a lo que se está ejecutando. Pero hay otro método que nos permite saber el estado exacto del proyecto a lo que corresponde a alcance y costos, llamado Análisis de Valor Ganado.

## **2.3 DESCRIPCIÓN DEL VALOR GANADO (EVM) Y SUS ELEMENTOS BÁSICOS**

En la industria de la construcción tradicionalmente se ha tenido malas experiencias en cuanto a que la entrega de proyectos no se dan a tiempo ni acorde al presupuesto inicial. Estadísticamente según el Standish Group<sup>2</sup> 70% de los proyectos de construcción están sobre el presupuesto y atrasados en su cronograma, y 52% de todos los proyectos terminan con un sobre costo del 189% de su presupuesto inicial. Algunos inclusive después de grandes inversiones de tiempo y dinero, simplemente nunca son terminados.

El Análisis del Valor Ganado (EVM por sus siglas en inglés Earned Value Management) fue desarrollado en el año 1960 en Estados Unidos surgiendo como una especialidad en análisis financiero, pero desde entonces se ha convertido en una rama muy importante de la gestión de proyectos y costos de obras de ingeniería, expandiéndose alrededor del mundo incluso hasta algunos países de Sudamérica.

---

<sup>2</sup> Standish Group: Tienen su base en Boston, Massachusetts y es líder en Tecnología de la información de rendimientos de proyectos y valores. Es un grupo privado de profesionales altamente capacitados con muchos años de experiencia en valoración y evaluación de riesgos, costos y cálculo de valores de retorno para proyectos de inversión.



Normalmente el control de avance del proyecto se realiza por medio del cronograma de actividades y el control de costos mediante una comparación entre lo planificado y lo realmente gastado.

El Análisis de Valor Ganado se basa en 3 claves importantes:

1. Valor Planeado (PV)
2. Costo Actual (AC)
3. Valor Ganado (EV)

La técnica del Valor Ganado, permite controlar el avance en el tiempo y el costo de los proyectos introduciendo el concepto del Valor Ganado para el proyecto, es decir valora el trabajo realmente ejecutado en función del presupuesto, con lo que se tiene tres variables para el análisis, que son: 1)el Costo Planificado, 2)el Costo Actual y 3)el Valor Ganado que es el costo del trabajo ejecutado, para evitar así inconvenientes graves como atraso en el plazo de entrega o elevación en el costo total de la obra. Es un método objetivo para medir el desempeño del proyecto en lo referente al alcance, tiempo y costo.

La administración del Valor Ganado proporciona a los gerentes de proyectos los siguientes beneficios:

- Utilización del Análisis de Valor Ganado como una técnica que vincula directamente el presupuesto con el plazo del proyecto.
- Utilización del Análisis de Valor Ganado como ayuda para mejorar la estimación de un plazo ejecutable del proyecto en ejecución.
- Utilización del Análisis de Valor Ganado como ayuda para pronosticar los resultados finales del proyecto.

El Valor Ganado es la cantidad presupuestada para el trabajo realmente ejecutado de una actividad hasta un momento determinado. Compara la cantidad de trabajo que se planeo, contra lo que realmente se ha ejecutado para determinar si el costo, el cronograma y el trabajo realizado están llevándose a cabo de acuerdo



con lo planeado. El termino Valor Ganado viene de la idea que cada actividad de un proyecto tiene un costo Planificado, su valor.

EV compara los costos reales contra los costos Planificados, es una práctica común en los proyectos. El paso que se añade con el Valor Ganado es comparar el costo Actual contra el costo Planificado del trabajo terminado.

Esta metodología se puede aplicar en cualquier tipo de obra de construcción y uno de sus beneficios es que basándonos en lo que se ha ejecutado en la obra podemos saber cuáles rubros están generando problemas para así tomar decisiones más acertadas. También nos permite estimar en cuanto tiempo se completaría el proyecto si se mantienen las condiciones con las que se elaboro el cronograma o considerando si se mantienen las condiciones que se presentaran durante el desarrollo del proyecto.

El rendimiento se evalúa matemáticamente y se expresa como indicadores claves del rendimiento. Los índices se utilizan para mostrar una predicción que sea probable y precisa del resultado final de la obra, a menos que se realicen algunos cambios como una reprogramación. El Análisis de Valor Ganado da al gerente del proyecto las herramientas para tener en cuenta la posición de la obra con precisión y qué medidas correctivas son necesarias para recuperar cualquier tiempo perdido.

El Análisis de Valor Ganado nos permite conocer del proyecto ciertos parámetros como:

- Medir los progresos de un proyecto
- Pronosticar su fecha de finalización y el costo final
- Proporcionar las variaciones del cronograma y presupuesto a lo largo del camino.

El Valor Ganado proporciona una medida objetiva y universal del progreso de un proyecto, ya que ni el tiempo transcurrido, ni el dinero gastado, son indicadores



confiables del avance de un proyecto. También permite un análisis en la dimensión de costos y tiempos, en cualquier fase o periodo de evaluación del proyecto, mediante el cálculo de variaciones, índices de rendimiento y proyecciones. Esto da la posibilidad de que el gerente del proyecto identifique los problemas lo más pronto posible y tome medidas correctivas rápidas y efectivas desde etapas tempranas del proyecto (administración de riesgos).

### **ELEMENTOS BASICOS DEL ANALISIS DEL VALOR GANADO**

Los tres elementos básicos del Análisis de Valor Ganado son: Valor Planificado, Valor Ganado y Costo Actual.

**Valor Planificado (PV por sus siglas en inglés Planned Value):** Es el Costo Planificado de la cantidad total del trabajo programado a ser realizado para la fecha propuesta. El Valor Planificado describe que tan lejos se supone que estará el proyecto en algún punto de la programación.

Este valor es la línea base establecida frente a la cual se mide el progreso real del proyecto. Una vez que se establece la línea base, ella puede modificarse solo para reflejar variaciones en costos y programación originados por cambios en el cronograma de trabajo.

Para determinar el Valor Planificado, necesitamos calcular dos factores importantes, ¿cuánto trabajo físico o intelectual se ha programado para completarse la obra (tiempo)? Y ¿cuál que fue el valor presupuestado del trabajo programado?

A continuación se analizara un ejemplo hipotético para poder entender mejor la metodología de Valor Ganado que ha sido previamente descrita. En la figura 2.3.1 demuestra un plan de trabajo en base a un Diagrama de Gantt, donde la técnicas de medida del Valor Ganado han sido incluidos.

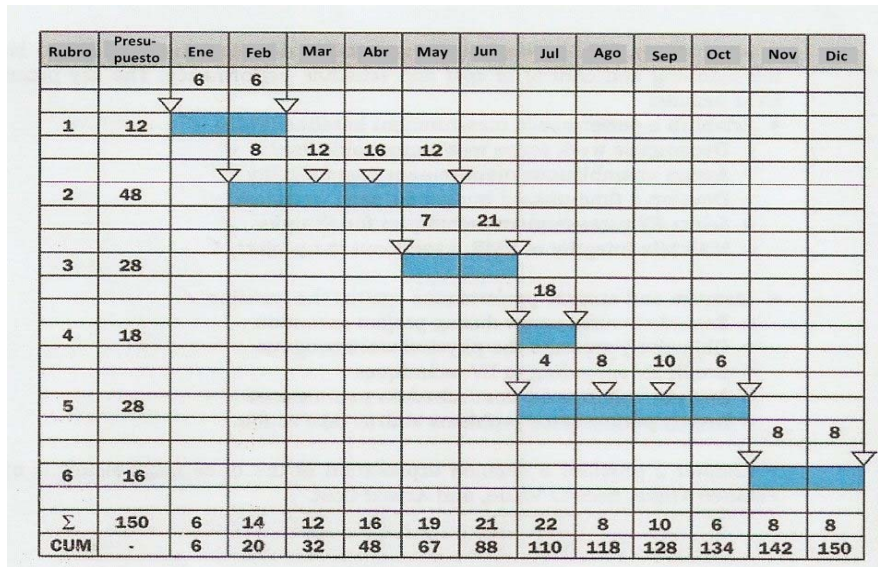


Fig. 2.3.1 Ejemplo del Plan de Trabajo (Diagrama de Gantt Proyecto X)

En la Figura 2.3.2 se muestra la curva del Valor Planificado (PV) del ejemplo anterior Diagrama de Gantt.

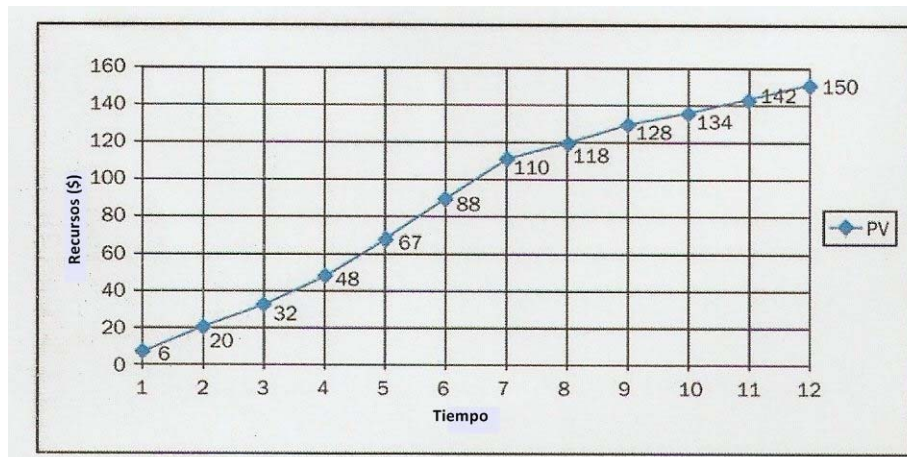


Fig. 2.3.2 Valor Planeado Acumulado (Cronograma Valorado) de un Proyecto X.

**Valor Ganado (EV):** Representa la suma de todo el costo del presupuesto del trabajo ejecutado en un momento dado del análisis. Para medir el valor ganado necesitamos dos nuevos puntos de datos: ¿cuánto de nuestro trabajo programado hemos realmente logrado (en unidades de medición)? y ¿cuál es el valor



presupuestado del trabajo realizado realmente (en cuestión de dinero según el Análisis de Precio Unitario del presupuesto)?

El Valor Ganado es una medida de trabajo realizado. Las técnicas para medir el trabajo realizado se seleccionan durante la planificación del proyecto y son la base para la medición del rendimiento durante la ejecución y control de la obra. Las técnicas de Valor Ganado (EV) deben ser seleccionados en función de atributos claves del proyecto, principalmente:

1. La duración del esfuerzo
2. La tangibilidad de su producto.

Supongamos que la obra del Proyecto X está en ejecución y va por el cuarto mes del los doce que son, en donde se hará un corte en el 4 mes para proyectar la curva del Valor Ganado como se ve en la figura 2.3.3, y nos indica que se ha realizado menos trabajo de lo que se planificó.

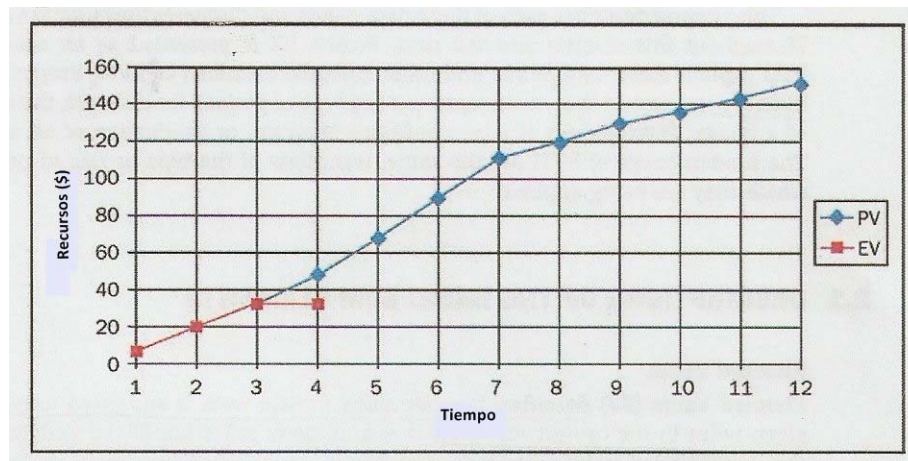


Fig. 2.3.3 Valor Planeado y Valor Ganado Acumulado del Proyecto X.

**Costo Actual (AC por sus siglas en inglés Actual Cost):** Es el costo incurrido para llevar a cabo el trabajo que se ha realizado hasta la fecha. Es un indicador del nivel de recursos que han sido gastados para llevar a cabo el trabajo real realizado en una fecha o en un periodo de tiempo. Para analizar los Costos



Actuales debemos de preguntarnos ¿qué costos realmente hemos gastado o incurrido con el trabajo que se ha ejecutado?

La figura 2.3.4 se incluye otra curva más que es un indicador ya mencionado que es el Costo Actual, donde la curva nos indica que el Contratista ha gastado menos de lo que planeo en gastar para cumplir el trabajo ejecutado hasta el mes cuatro.

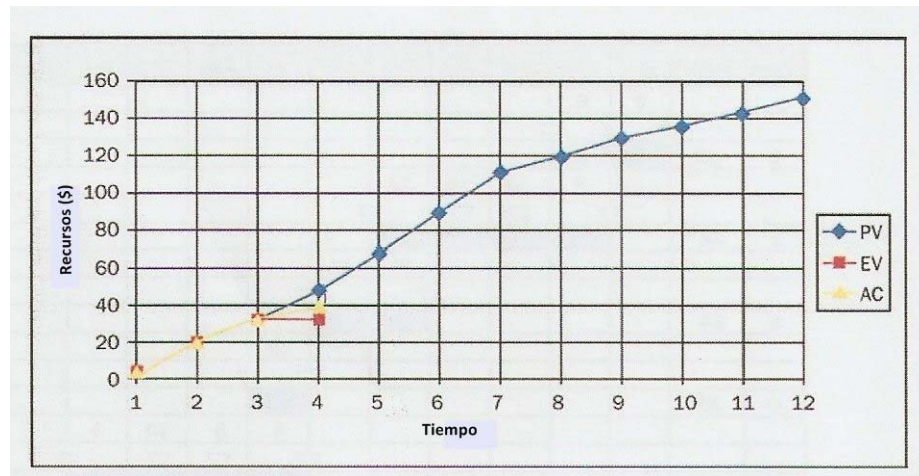


Fig. 2.3.4 Valor Planeado, Valor Ganado y Costo Actual Acumulado del Proyecto X.

## 2.4 WBS – ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE ACTIVIDAD

A lo largo de los años, se determinó que los gerentes de proyecto necesitan una herramienta para ayudar a capturar y controlar su alcance del proyecto. Esto llevó al desarrollo de una Estructura de Desglose de Actividad (WBS de sus siglas en inglés Work Breakdown Structure).

El WBS representa una clara descripción de los productos y el alcance del proyecto. No es una descripción de un proceso o un plan que define cómo o cuando las actividades se producirán, sino más bien está específicamente limitada a describir y detallar el resultado o el alcance del proyecto. Como se indica en la Guía de PMBOK El WBS organiza y define el alcance total del proyecto. El WBS





subdivide el trabajo de proyecto en elementos más pequeños y más manejables en la obra, con cada nivel descendente de la WBS representa una definición cada vez más detallada de la obra de proyecto.

La Estructura de Desglose de Actividad (WBS) proporciona la base para la definición del trabajo en lo que se refiere a los objetivos del proyecto. El WBS también establece el esquema para gestionar el trabajo hasta su terminación.

WBS se utiliza en proyectos como sigue:

- Para definir el alcance del proyecto, se divide el proyecto en actividades y después estas actividades se descomponen en componentes. El WBS también puede definir el ciclo de vida del proyecto, así como los productos adecuados para el mismo.
- Para proporcionar al equipo de gestión del proyecto un esquema en el que se basa en informes sobre la condición y el progreso del proyecto.
- Para facilitar la comunicación entre el jefe de proyecto y las partes interesadas a lo largo de la vida del proyecto. El WBS es el esquema para comunicar información sobre el proyecto que incluye, pero no se limita a, horario, riesgo, rendimiento, dependencias y presupuesto.

Un proyecto se hace más manejable al descomponer en componentes individuales que son conocidos como una Estructura de Desglose de Actividades o WBS. Esta estructura define los elementos de trabajo únicos que pueden ser arreglados y completados en el orden definido por el diagrama de red: secuencialmente, en paralelo, o en el orden específico necesario para lograr los resultados del proyecto.



Los siguientes términos ayudan a aclarar esta definición:

- **Estructura:** Algo dispuesto en un patrón definido de organización.
- **Desglose:** División en partes o categorías; la separación en componentes más simples; la descomposición.
- **Actividades:** Es un esfuerzo físico o mental, o es un ejercicio de habilidad para superar los obstáculos y lograr un objetivo. Es comúnmente usado para referirse a un trabajo específico, deber, función o asignación que a menudo suele ser una pieza o fase de alguna empresa más grande; algo producido o realizado por el esfuerzo, el esfuerzo o el ejercicio de habilidad. En este contexto, el trabajo se refiere a productos de trabajo o productos que son el resultado del esfuerzo.

El WBS es una descomposición jerárquica orientada en la entrega de la obra para que sea ejecutada por el equipo del proyecto. Por lo tanto, se puede definir en los siguientes términos:

- **Entregable:** Cualquier producto único y verificable, con resultado o capacidad de realizar un servicio que debe presentarse para completar un proceso, fase o proyecto
- **Orientado:** En posición o alineados con respecto a un punto o un marco de referencia; se centró hacia las preocupaciones y los intereses de un grupo específico.
- **Jerárquica:** Clasificados de acuerdo con varios criterios en niveles sucesivos o capas.
- **Descomposición:** Una técnica de planificación que subdivide el alcance del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de administrar.

Estas definiciones trabajan juntas para definir el papel global de la WBS, para ofrecer una base para el desarrollo de proyectos.



## **Niveles de la Estructura de Desglose de Actividades (WBS)**

El WBS incluye todo el trabajo necesario por hacer para poder definir el proyecto a los jefes de de la obra, a las partes interesadas y participantes internos y externos, como miembros del equipo y subcontratistas. El WBS proporciona una declaración clara de los objetivos y resultados de los trabajos a realizar. La profundidad de un WBS depende del tamaño y la complejidad del proyecto y el nivel de detalle necesario para planificar y administrar. La mayoría de las Estructuras de Desglose de Actividad consiste en una jerarquía multinivel que describe el alcance completo del proyecto; sin embargo, el número específico de niveles debería ser adecuado para administrar de forma eficaz el proyecto en cuestión.

Normalmente, los niveles superiores de la WBS reflejan las actividades principales del proyecto o etapas más importantes en el ciclo de vida del proyecto. Estos niveles también evalúan el rendimiento individual de la actividad y de equipo, comunicando los logros y midiendo el costo con respecto a actividades individuales, así como el proyecto en su conjunto.

El contenido de los niveles superiores puede variar, dependiendo del tipo de proyecto y de la industria involucrada. Para evitar confusiones y repetición del trabajo, a menudo es prudente definir los niveles de la WBS antes de su construcción.

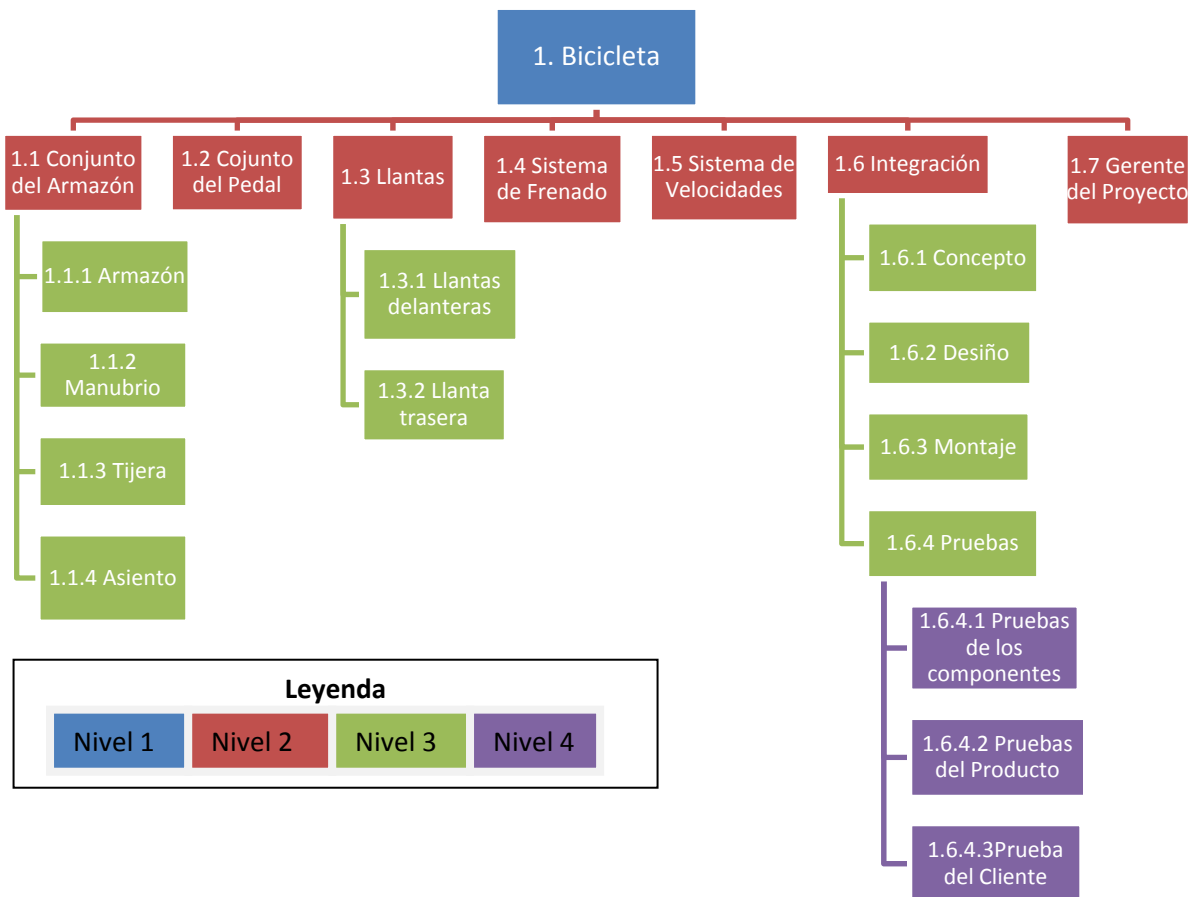
### **La Regla del 100% del WBS**

La regla de 100 % es un núcleo característico de la WBS. Esta regla dice que el WBS incluye el 100 % del trabajo definido por el alcance del proyecto y captura todas las actividades, en términos de trabajo para completarse, incluyendo administración de proyectos. La regla de 100 % es uno de los principios más importantes que rigen el desarrollo, la descomposición y la evaluación de la WBS.



La regla se aplica a todos los niveles dentro de la jerarquía: la suma de los trabajos en el nivel principal debe ser iguales al 100 % de la obra representada por un nivel más bajo. El WBS no debe incluir cualquier trabajo que queda fuera del ámbito real del proyecto, es decir, no puede incluir más de un 100 % del trabajo.

A continuación se representa un ejemplo de WBS para el diseño de una bicicleta:



**Gráfica 2.4.1 WBS de un ejemplo de una bicicleta**

Específicamente, esta WBS ilustra los distintos niveles de un WBS, la numeración, relación de elementos primarios y secundarios de WBS y la representación de



cada una de estas características y principios trabajando en conjunto para formar un WBS completa.

### **Nivel 1**

Este nivel comprende el alcance completo de trabajo necesario para producir la bicicleta. Incluye todos los trabajos directos e indirectos. Nivel 1 es el producto global, siempre un solo elemento de WBS.

### **Nivel 2**

Este es el primer nivel de descomposición. Este nivel de las principales actividades en el ámbito del proyecto. Alberga los componentes básicos de la obra, junto con la integración y administración de proyectos.

### **Nivel 3**

Este nivel descompone el nivel 2 en sus componentes. Es importante tener en cuenta que la regla del 100 % siempre se respeta en el desarrollo de un WBS. Este nivel tendería a iniciar resultados concretos y tangibles del esfuerzo de proyecto.

### **Nivel 4**

La complejidad de la obra impulsará la profundidad y el número de niveles de la descomposición de WBS. Este es el último nivel del ejemplo dado de la bicicleta y proviene del desglose del nivel 3.

En resumen, el WBS:

- Define la jerarquía de las actividades
- Soporta todo el trabajo necesario para alcanzar un fin objetivo
- Proporciona una representación gráfica o textual del alcance del proyecto



- Proporciona un esquema para todos los productos a través del ciclo de vida del proyecto
- Facilita asignación de recursos
- Facilita la presentación de informes y análisis de progreso y el estado de datos
- Proporciona un esquema para especificar los objetivos del rendimiento.

### **Situación del Proyecto en función del Valor Ganado**

El Análisis del Valor Ganado se debe personalizar para cada situación específica para así poderse ajustar al proyecto para que este sea eficaz y eficiente. La situación del proyecto varía a lo largo de dos dimensiones fundamentales, la importancia y la incertidumbre del proyecto:

La Importancia tiene que ver con el impacto del éxito o el fracaso del proyecto, y la incertidumbre tiene que ver con la probabilidad de éxito o fracaso del mismo. Factores que afectan la importancia incluyen consideraciones financieras y políticas ambientales, mientras los factores que contribuyen a la incertidumbre del proyecto como su tamaño, complejidad y duraciones.

A medida que aumentan la importancia y la incertidumbre del proyecto, también necesita aumentar el rigor con que se aplica EVM.

El rigor del EVM tiene dos dimensiones:

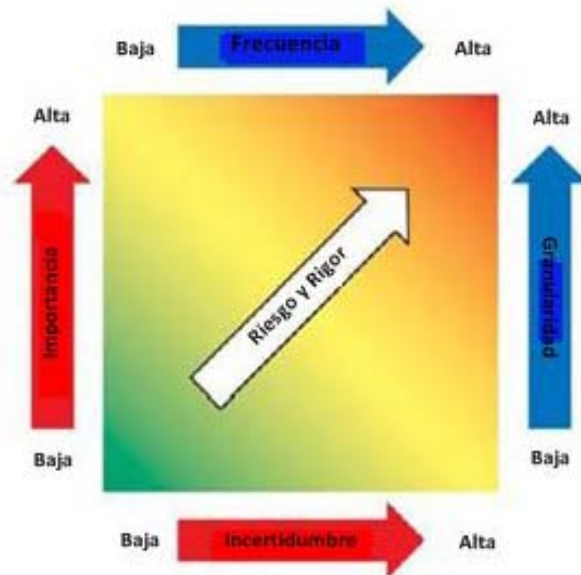
- **Frecuencia:** Intervalos de tiempo en que el proyecto será:
  - Evaluado
  - Analizado
  - Reportado



- **Granularidad:** Nivel de detalle en que el alcance será descompuesto en la WBS

El proyecto necesita que sea separado por partes (elementos), se tiene la necesidad de crear una Estructura de Desglose de Actividades (WBS), en tareas ejecutables y elementos manejables a menudo se lo llama cuentas de control. Ya se trate de una persona o de un equipo se necesita administrar cada uno de los elementos de trabajo. Todo el trabajo debe ser asignado al personal encargado para su ejecución mediante una Estructura de Desglose de Actividad. El WBS nos dará el alcance dividido en tareas que serán asignadas a un responsable.

La implementación de EVM puede ampliarse a lo largo de las dimensiones de la granularidad y frecuencia para alcanzar el grado de rigor necesario por la importancia y la incertidumbre del proyecto. La figura siguiente muestra un modelo teórico de la relación de "riesgo-rigor".



#### 2.4.2 Gráfico del Rigor en función del Riesgo del Proyecto (PMBOK GUIDE)



La administración de proyectos es principalmente una cuestión de planificación, ejecución y control de trabajo.

En el proceso de planificación, los medios para evaluar el progreso del trabajo físico y asignación presupuestaria del Valor Ganado también deben establecerse. Además de la rutina del proyecto, las técnicas de valor ganado son seleccionadas y aplicadas para cada tarea de trabajo, basadas en alcance, programación y consideraciones de costo.

En el proceso de ejecución del proyecto, EVM requiere un registro de la utilización de los recursos (es decir, de trabajo, materiales y similares) para los trabajos que se realiza dentro de cada uno de los elementos de trabajo incluidos en el plan de gestión del proyecto. En otras palabras, los costos reales deben ser capturados de tal manera que permita su comparación con la línea de base de medición de rendimiento.

En el proceso de control de proyecto, EVM requiere que se evalúe el progreso del trabajo físico y presupuestario del Valor Ganado a ser acreditado, tal como se prescribe en el plan de gestión del proyecto. Con este dato del Valor Ganado, los datos de Valor Planificado desde la línea de base del rendimiento medido y los datos de Costo Actual desde el sistema del proyecto de seguimientos de costos, el equipo del proyecto puede realizar análisis EVM en la cuenta de control y otros niveles de la Estructura de Desglose del proyecto e informan los resultados EVM según sea necesario.

La WBS se constituye de esta manera en una herramienta importante para realizar el presupuesto y cronograma de un proyecto. Solamente conociendo el total de actividades que cada rubro conlleva es posible estimar los costos y tiempo que tomarán.





Por otro lado, el EVM se basa en el presupuesto y cronograma de la obra. Cometer errores en la elaboración de estos documentos puede llevar al fracaso del proyecto, incluso si el EVM se aplica de forma perfecta.

Entonces, la WBS es una actividad necesaria en la etapa de planificación, para que la aplicación del EVM sea un éxito.

## **2.5 DIFERENCIAS CON RESPECTO AL DIAGRAMA DE GANTT**

El Análisis de Valor Ganado a simple vista se suele confundir con los Diagramas de Gantt pero son muy diferentes ya que el EVM es un poco más complejo. A continuación se describirán algunas diferencias entre el atraso medido en un seguimiento al Diagrama Gantt y el atraso medido en un seguimiento con Programación de Valor Ganado son las siguientes:

- a) Los atrasos verificables en el Diagrama Gantt pueden rastrearse a nivel de tareas; en la Programación de Valor Ganado, el atraso corresponde al total que queda por hacer y que se encuentra desfasado respecto al cronograma valorado de obra.
- b) El atraso en tiempo en el Diagrama Gantt no puede indicarnos cuánto tiempo adicional se necesita para poder estar según lo programado, el EVM si lo hace.
- c) El EVM puede valorizar la cantidad que represente el atraso de todo el proyecto (y por tanto, calcular la pérdida y hasta inclusive la fecha en la cual se tienen que proceder a valorizar ampliaciones de plazo o penalidades por atraso).



## 2.6 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE EVM Y PRONÓSTICOS

Los datos de Valor Planificado (PV), Valor Ganado (EV) y Costo Actual (AC) se utilizan para analizar el estado actual de un proyecto y pronosticar su probable futuro. EVM busca el rendimiento de proyecto para el período en curso y al rendimiento acumulado hasta la fecha.

Se tiene un cuarto punto de datos, Presupuesto en la Finalización (BAC por sus siglas en inglés Budget At Completion), que representa el valor total planificado para el proyecto.

Con los cuatro elementos básicos del Valor Ganado se puede obtener matemáticamente algunas e índices que nos permitirán conocer los avances o atrasos que tenga nuestro proyecto:

- **Variaciones:** Variación en Cronograma (SV: Schedule Variance); Variación en Costo (CV: Cost Variance); y Variación de Terminación (VAC: Variance At Completion)
- **Índices:** Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI: Schedule Performance Index); Índice de Rendimiento del Costo (CPI: Cost Performance Index); e Índice de Rendimiento de Terminación (TCPI: To-Complete Performance Index).

Hay que tener mucho cuidado con los índices, ya que pueden interpretarse mal, hay que tomar los cálculos y resultados del análisis del Valor Ganado en su conjunto y sacar conclusiones globales, solo así con una visión panorámica de las cosas y la situación actual además de la experiencia, se pueden resolver adecuadamente los riesgos presentados durante la ejecución de las obras.



- **Pronósticos:** Estimación del Tiempo para Terminación (EACt: Time Estimate At Completion); Estimación del Costo Total del Proyecto (EAC: Estimate at Completion); y Estimación del Costo de Terminación (ETC: Estimate To Complete)

El cuadro siguiente nos indica que Índices o medidas de rendimiento del EVM pueden resolver las múltiples dudas o preguntas que tenemos en una obra. En la izquierda se tiene las preguntas de una obra y a la derecha son los Índices que nos permite saber la respuesta de nuestras dudas.

Preguntas del Análisis de Proyecto	Medidas de Rendimiento del EVM
<b>¿Cómo estamos según el Tiempo?</b>	<b>Plan de Análisis y Previsión</b>
-¿Estamos atrasados o adelantados respecto al calendario?	Variación en Cronograma (SV)
-¿Qué tan eficientemente estamos usando el tiempo?	Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)
-¿Cuándo estaremos terminando el trabajo?	Tiempo Estimado de Terminación (EACt)
<b>¿Cómo estamos con el Costo?</b>	<b>Análisis de Costos y Pronóstico</b>
-¿Estamos bajo o sobre el presupuesto?	Variación en Costo (CV)
-¿Estamos usando los recursos eficientemente?	Índice de Rendimiento del Costo (CPI)
-¿Qué tan eficientemente podemos usar los recursos restantes?	Índice de Rendimiento de Finalización (TCPI)
-¿Cuánto costaría el proyecto probablemente?	Estimación del Costo Total del proyecto (EAC)
-¿Estaremos bajo o sobre el presupuesto?	Variación de Terminación (VAC)
-¿Cuánto costara el trabajo restante?	Estimación del costo de terminación (ETC)

## 2.7 PLAN DE ANÁLISIS Y PREVISIÓN. VARIACIÓN, ÍNDICES Y PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTO DE EVM Y PRONÓSTICOS

### PLAN DE ANÁLISIS Y PREVISIÓN

**Variación en Cronograma** nos permite saber si estamos atrasados o adelantados con respecto al calendario.



La Variación en Cronograma (SV) determina si un proyecto está adelantado o atrasado según la programación. Se calcula restando el Valor Planificado (PV) del Valor Ganado (EV). Un valor positivo como resultado de SV indica una condición favorable y un valor negativo indica una condición desfavorable, significa que el proyecto está atrasado con respecto al cronograma inicial.

$$SV = EV - PV$$

SV es una comparación entre la cantidad de trabajo realizado durante un período y lo que se había programado para ser ejecutado en ese tiempo.

La Variación en Cronograma puede ser expresada como porcentaje dividiendo la Variación en Cronograma (SV) para el Valor Planificado (VP)

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

Si el porcentaje es negativo quiere decir que el proyecto está atrasado con respecto al cronograma, significando que el porcentaje que de cómo resultado negativo de la ecuación del trabajo planificado no ha sido cumplido.

- **Índice de Rendimiento del Cronograma** nos permite saber que tan eficientemente estamos usando el tiempo.

El Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI) indica que tan eficientemente el equipo que se encarga del proyecto utiliza su tiempo. SPI es una medida de progreso real del cronograma del proyecto. Es una medida que permite saber si un proyecto alcanza sus objetivos en el plazo establecidos y también muestra el valor del trabajo realizado comparado con lo que se había planeado.



SPI se calcula dividiendo el Valor Ganado (EV) para el Valor Planificado (PV).

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Si el resultado sale menor a 1 quiere decir que están en ejecución menos componentes de lo previsto y la obra se está atrasado con respecto al cronograma. Si el índice es igual a 1, entonces el proyecto está en el cronograma es decir a tiempo. Si el índice es mayor que 1, entonces el proyecto está adelantado con respecto al cronograma. Se recomienda que los rangos de los Índices de Desempeño en la obra estén entre 0,8 y 1,2.

- **Tiempo Estimado de Finalización (EACt)** nos permite saber cuándo estaremos terminando el trabajo.

Utilizando el Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI) y el promedio de Valor Planificado (PV) por unidad de tiempo, el grupo del proyecto puede generar una estimación aproximada de cuándo se completará el proyecto, si continúan las tendencias actuales, en comparación de cuando originalmente iba a ser completado.

$$EAC_t = \left( \frac{BAC}{SPI} \right) / \left( \frac{BAC}{months} \right)$$

Es importante tener en cuenta que este método genera una estimación bastante aproximada y siempre debe compararse con el estado reflejado por un método de programación basada en tiempos como método de la ruta crítica. Es posible que un Análisis de Valor Ganado no pudiera mostrar ninguna variación de programación y sin embargo, el proyecto esté todavía retrasado según el cronograma.



## ANÁLISIS DE COSTOS Y PRONÓSTICOS

- **Variación en Costo** nos permite saber si estamos bajo o sobre el presupuesto.

Variación en Costo (CV) de un proyecto muestra si un proyecto está por debajo o sobre el presupuesto. Esta medida se determina restando el Costo Actual (AC) del Valor Ganado (EV). CV es una comparación entre el costo presupuestado del trabajo realizado y el costo actual.

$$CV = EV - AC$$

Una variación negativa significa que el proyecto está por encima de presupuesto. Este resultado puede ser expresado como un porcentaje dividiendo a la Variación en Costo (CV) para el Valor Ganado (EV).

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

En otras palabras si el resultado da un valor negativo representa el porcentaje que el proyecto está sobre el presupuesto para el trabajo que se ha ejecutado. Si el valor es positivo entonces se encuentra por debajo del presupuesto.

- **Índice de Rendimiento del Costo (CPI)** nos permite saber si estamos usando los recursos eficientemente

El Valor Ganado (EV) y Costo Actual (AC) pueden utilizarse para calcular el Índice de Rendimiento del Costo (CPI), que es uno de los indicadores más claros de la eficiencia de costos acumulativos de un proyecto. CPI evalúa la eficiencia con el



equipo que está utilizando sus recursos. Su definición es que es una medida de valor ganado de un proyecto comparado a los costos reales incurridos.

Se determina dividiendo el Valor Ganado (EV) para el Costo Actual (AC).

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

CPI muestra cuántas unidades de dinero en el trabajo se obtuvieron para la cantidad de unidades de dinero gastadas en el trabajo. Para poder interpretar el resultado del Índice de Rendimiento del Costo (CPI) vamos a decir que valor obtenido de la ecuación anterior es de 0.8 lo que significa que es desfavorable ya que tiene una rentabilidad que proporciona US \$ 0,80 por valor de trabajo para cada dólar de proyecto gastado hasta la fecha.

Cualquier valor mayor a 1 es favorable.

- Si  $CPI=1$ , el proyecto está dentro del presupuesto
- Si  $CPI>1$ , el proyecto está por debajo del presupuesto
- Si  $CPI<1$ , el proyecto está por encima del presupuesto

- **Índice Costo-Programación**

$$CSI = CPI \times SPI$$

Entre más se aleje el CSI de 1.0, menor es la posibilidad de que el proyecto se recupere.

$0.9 < CSI < 1.2$	La obra está Bien
$0.8 < CSI < 0.9$ o $1.2 < CSI < 1.3$	Hay que chequear
$CSI < 0.8$ o $CSI > 1.3$	El proyecto anda mal



- **Índice de Rendimiento de Finalización** nos permite saber que tan eficientemente podemos usar los recursos restantes.

Otro índice muy útil es el Índice de Rendimiento de Finalización (TCPI), que ayuda al equipo a determinar la eficiencia que debe lograrse en el trabajo pendiente para que el proyecto pueda satisfacer un final específico. El TCPI se calcula dividiendo el trabajo restante para el presupuesto restante como sigue:

$$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$$

Si el valor del CPI es menor a 1 el resultado del TCPI significa que tanto debemos mejorar y en que rendimiento para que la obra restante termine en el valor presupuestado inicialmente.

- **Estimación del Costo de Finalización** nos permite saber cuánto costaría el proyecto probablemente.

El cálculo para la Estimación del Costo de Finalización (EAC) proyecta para el equipo el costo final del proyecto si continúan las tendencias actuales de rendimiento. Un método común para el cálculo de la EAC es dividir el Presupuesto a la Finalización (BAC) para el Índice de Rendimiento de Costo (CPI) acumulado. La ecuación del EAC es:

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

Esta fórmula de previsión supone que el rendimiento acumulado que se refleja en el CPI es probable que continúe por la duración del proyecto.

- **Variación de Terminación** nos permite saber si estaremos bajo o sobre el presupuesto





Con el EAC, ahora se puede calcular el costo Variación de Terminación (VAC), que muestra al equipo si el proyecto terminará debajo o sobre el presupuesto, restando el EAC del BAC.

$$VAC = BAC - EAC$$

Si el resultado de la ecuación anterior es negativo estamos gastando más de lo que está presupuestado, significando el resultado cuantas más unidades adicionales costará del presupuesto original. Esto puede ser expresado como un porcentaje dividiendo VAC para BAC.

$$VAC\% = \frac{VAC}{BAC}$$

- **Estimación del Costo del Trabajo Restante** nos permite saber cuánto costará el trabajo restante.

Se puede obtener la Estimación del Costo del Trabajo Restante (ETC), que muestra lo que costará el trabajo pendiente. Una forma de calcular es de la siguiente manera:

$$ETC = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$$

El ETC puede agregarse al Costo Actual (AC) para derivar la Estimación del Costo de Finalización (EAC) del costo total del proyecto al finalizar.

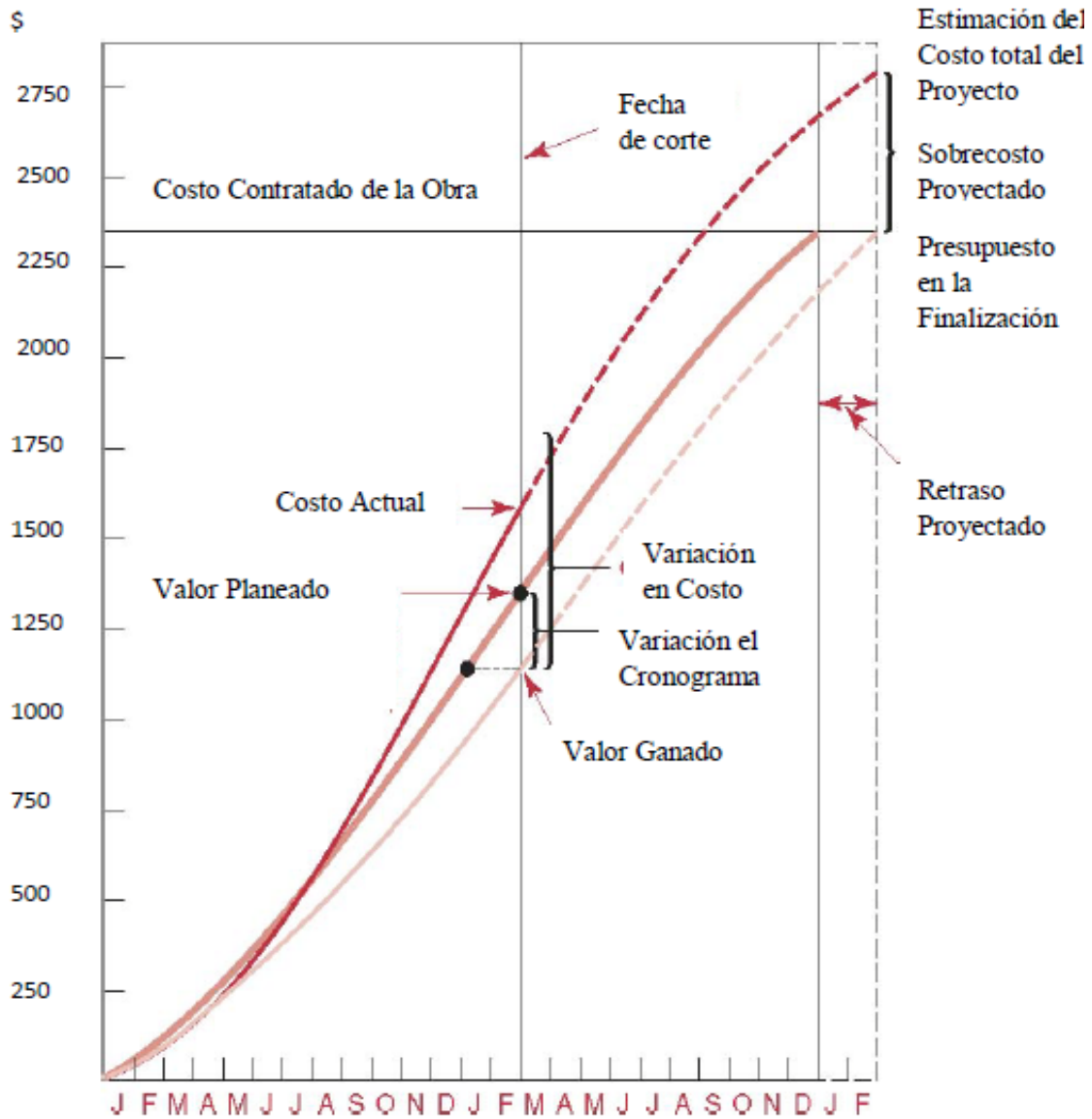
$$EAC = AC + ETC$$

Tenga en cuenta que esta fórmula EAC también equivale a:

$$EAC = AC + \left[ \frac{(BAC - EV)}{CPI} \right]$$



En la siguiente figura 2.7 es un ejemplo grafico que muestra gráficamente el estado de un proyecto analizado bajo los parámetros de Valor Ganado.



**Figura 2.7**

En la siguiente figura 2.7 es un ejemplo que muestra gráficamente el estado de un proyecto analizado bajo los parámetros de Valor Ganado.



## 2.8 LIMITACIONES (DESVENTAJAS)

El Análisis de Valor Ganado no tiene ningún índice para medir la calidad de proyecto (obra), por lo que es posible que el Análisis del Valor Ganado indique que un proyecto esté por debajo del presupuesto, adelantado con su programación y que la obra esta ejecutada, pero aún así todavía puede tener clientes descontentos y resultados no satisfactorios, lo que en última instancia, el proyecto no tenga éxito.

El EVM solamente controla, evalúa y analiza la ejecución del proyecto más no la calidad de su ejecución, esto debe de ser controlado por el gerente de Proyecto con otras técnicas.

Análisis de Valor Ganado no es una herramienta mágica que resolverá todos los problemas más bien se trata de una herramienta que les dirá donde están los problemas, cuanto será su costo y sugiere medidas correctivas. Nos indica que es necesario hacer algo para completar a tiempo o dentro del presupuesto, no necesariamente cómo, o incluso que se puede.

BUENO	NO TAN BUENO
Buen modelo matemático	Puede ser una carga operativa muy grande para un proyecto (aunque necesario pues, evita costos adicionales)
Da una idea de cómo se está llevando a cabo un proyecto y por qué	Su implementación puede se complicada, pero respectivas



# **CAPITULO III**

## **CASO DE APLICACIÓN PROYECTO DE RED DE AA.PP. EN YAGUACHI**



## **CAPITULO III**

# **CASO DE APLICACIÓN PROYECTO DE RED DE AA.PP. EN YAGUACHI**

### **3.1 DESCRIPCION DE LA OBRA**

La obra que se escogió para ser analizada bajo los parámetros de Valor Ganado se llama “CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CABECERA CANTONAL DE SAN JACINTO DE YAGUACHI”, como la obra bien dice queda en el cantón Yaguachi y beneficia a una población directa de 105 familias.

Esta construcción es desarrollada debido a que se tiene un sistema antiguo de alcantarillado donde el diámetro del colector es apenas de 250 milímetros y evacua directamente en el Río Yaguachi sin ningún tratamiento. La ciudad ha crecido en gran escala demográficamente, por lo que sobrepasa la capacidad del



colector. Por lo que es necesario abandonar el sistema existente y construir un nuevo sistema.

El proyecto tiene como finalidad de proveer a toda la ciudad de San Jacinto de Yaguachi de un sistema de Alcantarillado Sanitario, pero por la situación económica del Municipio de San Jacinto de Yaguachi, tendrá que construirlo poco a poco cada uno de los sectores. Ya que el costo total del proyecto es de aproximadamente de cinco millones de dólares. Este valor también puede ser financiado por un préstamo del Gobierno Central o Internacional debido al alto costo.

Por lo que se sectorizo a la ciudad de San Jacinto de Yaguachi en 28 sectores, que constituye Barrios y Sectores característicos de la ciudad de San Jacinto de Yaguachi. El Sector que se analizará en este trabajo es el numero 6.

Actualmente el Sistema de Alcantarillado Sanitario consta de los siguientes elementos:

1. La *Red de Alcantarillado Sanitario* de evacuación de aguas servidas, que está conformada por tubería de Hormigón de diámetro variable, no se pudo constatar en el sitio debido a que muchas de los pozos existentes se encuentra a muchos metros de profundidad debido al relleno y al asfalto existente. Muchas de estas tubería han colapsado, pero principalmente se encuentra combinado con el sistema de aguas lluvias.  
Adicionalmente la tubería que se dirige a la estación de bombeo y posterior evacuación a la laguna de tratamiento pasan por debajo de las casas.
2. Se tiene los *Pozos de Revisión*. Físicamente no se pudo constatar la aun existencia de pozos, ya que el sistema sanitario de aguas servidas existe



en el centro de la ciudad (zona consolidada) y por lo tanto se encuentra enterrada a través de varias capas de asfalto y/o hormigón.

3. *Estación de Bombeo.* La estación de Bombeo actualmente esta funcionando con una bomba de 6 pulgadas de entrada y de igualmente de salida, aproximadamente tiene una profundidad de cuatro metros (4.00 metros). La bomba funciona a combustible y existe un operador permanente en el mismo.
  
4. *Laguna de Tratamiento.* Toda el agua combinada (Aguas Servidas y Aguas Lluvias), se acumula en la estación de bombeo y es bombeada a la laguna de tratamiento, pero actualmente no existe laguna de tratamiento ya que se encuentra los terrenos invadidos en su totalidad, por lo que no se presta un servicio adecuado al mismo.

Como conclusión se tiene que no les dan tratamiento alguno a las aguas servidas y las evacuan directamente al río Yaguachi el cual está perjudicando al medio ambiente, contaminándolo.

El actual sistema de distribución de aguas servidas de la cabecera cantonal de Yaguachi ya ha cumplido su tiempo de vida útil, y por lo tanto existen varios puntos en donde existen fugas, y estas aguas se filtran en la tierra y pueden causar muchas enfermedades. Por lo tanto el sistema de distribución de Agua Servidas ha colapsado en varios puntos, y se necesito de urgencia la construcción de un nuevo sistema.

**Algunos beneficios que se tendrá sobre el Río Yaguachi serán:**

Se preverá mantener los principales usos benéficos actuales de las aguas de dicho rio, que se describen a continuación:



- Recreación por contacto directo a causa del uso de los bañistas del sector.
- El agua del río es empleada para riego de productos agrícolas tales como: arroz, banano cebolla, mango, fréjol, guaba, zapote, tomate, pechiche, sandía, melón, etc.
- El río sirve de Vía de comunicación fluvial para el transporte de habitantes ribereños en pequeños botes y lanchas.
- A través de la pesca artesanal, se realiza el aprovechamiento de peces y camarones del río.
- Es fuente de abastecimiento de agua para consumo de los pobladores de la ciudad que carecen del servicio público o de pozos y para los habitantes ribereños.
- El agua del río sirve de permanente fuente de abastecimiento a las necesidades ganaderas de las haciendas del sector, tanto vacuno, caballar, porcino, y de aves de corral.

Se evitará realizar descargas de aguas servidas - crudas en el río Yaguachi, a fin de que no se produzca el deterioro de la calidad del agua.

### **Descripción del Proyecto No. 6**

El Proyecto 6 comprende la colocación de la tubería perfilada de PVC a lo largo de 2000 mts. aproximadamente donde también se debe de construir las cámaras colectoras de Aguas Servidas y las cajas domiciliarias que es donde se conecta las aguas servidas de las casas con la red pública. El conjunto de todo es lo que conforma la construcción del Sistema de Alcantarillado No. 6.

La red de alcantarillado está compuesta de tubería domiciliaria de PVC tipo perfilada que ira de caja domiciliaria a caja domiciliaria, para luego a través de un tirante de 200 milímetros de PVC perfilada vaya a los respectivos pozos de revisión.





La tubería de pozo a pozo, conocida como tubería principal será de PVC perfilada y su diámetro dependerá de las características topográficas e hidráulicas. Toda esta información está plasmada tanto en los respectivos planos, como en los respectivos perfiles. En donde se encuentra los datos topográficos e hidráulicos.

La Fecha de Inicio de la obra fue el 30 de Noviembre del 2009 y sigue en construcción hasta la fecha ya que el tiempo estimado para la culminación de la misma es de 150 días y se tiene que la Fecha de Terminación es el 30 de Abril 2010. El costo estimado para la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario en Yaguachi del Proyecto 6 es de \$161.372,61 (Ciento sesenta y un mil trescientos setenta y dos 61/00).

Se tiene antecedentes que en la cabecera cantonal de San Jacinto de Yaguachi existe un Sistema de Alcantarillado Sanitario que según la Empresa de Agua Potable de la ciudad de Yaguachi fue construido a inicio de los años 80, por lo que tiene más de veinte cinco años (25 años).

La obra (Proyecto 6) consta de 13 rubros que son:

1	Trazado y Replanteo
2	Demolición y Reposición de pavimento
3	Excavación sin clasificar (Inc. Desalojo)
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable
6	Relleno compactado manual
7	Relleno con material del sitio
8	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 160 mm
9	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 200 mm
10	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 575 mm
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigón Simple
12	Cámara colectora de AASS de H.Armado D = 2.00 M
13	Acero de Refuerzo

**Tabla 3.1.1 Rubros del Proyecto 6**



### **3.2 SOLUCION A LOS PROBLEMAS DETECTADOS**

- Adecuada disposición de excretas (alcantarillado)
- Disminución de enfermedades hídricas (Cólera)
- Disminución de la contaminación del Río Yaguachi



### 3.3. WBS DEL PROYECTO

A continuación se mostrará la Estructura de Desglose de Actividades del Proyecto de la “CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CABECERA CANTONAL DE SAN JACINTO DE YAGUACHI (Proyecto 6)”:

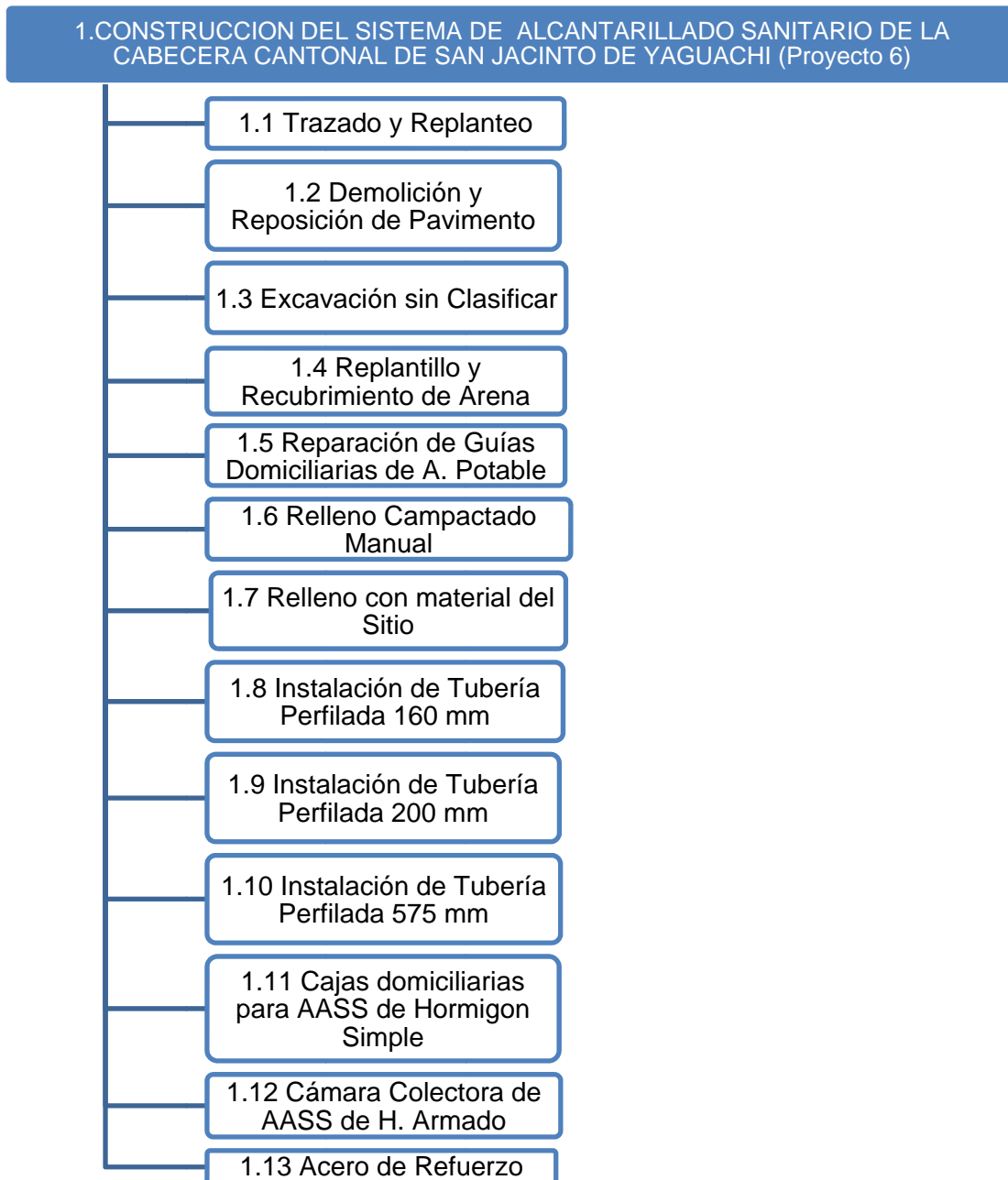


Tabla 3.3 WBS del proyecto 6 de la Construcción de Alcantarillado Sanitario



### 3.4 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO

PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE YAGUACHI - PROYECTO No. 6					
ITEM	RUBROS	U	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Trazado y Replanteo	m	1,934.06	\$ 1.00	\$ 1,934.06
2	Demolición y Reposición de pavimento	m <sup>2</sup>	346.06	\$ 31.00	\$ 10,727.86
3	Excavación sin clasificar (Inc. Desalojo)	m <sup>3</sup>	2,442.50	\$ 11.11	\$ 27,136.18
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	m <sup>3</sup>	700.33	\$ 19.00	\$ 13,306.27
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	u	50.00	\$ 34.48	\$ 1,724.00
6	Relleno compactado manual	m <sup>3</sup>	668.07	\$ 16.84	\$ 11,250.30
7	Relleno con material del sitio	m <sup>3</sup>	1,002.10	\$ 5.63	\$ 5,641.82
8	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 160 mm	ml	1,588.00	\$ 15.10	\$ 23,978.80
9	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 200 mm	ml	101.45	\$ 22.05	\$ 2,236.97
10	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 575 mm	ml	244.61	\$ 95.10	\$ 23,262.41
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigón Simple	u	160.00	\$ 216.05	\$ 34,568.00
12	Cámara colectora de AASS de H.Armado D = 2.00 M	m <sup>3</sup>	16.40	\$ 228.20	\$ 3,742.48
13	Acero de Refuerzo	Kg	931.73	\$ 2.00	\$ 1,863.46
			<b>Total</b>		<b>\$161,372.61</b>

**Tabla 3.4.1 Presupuesto del proyecto 6 de la Construcción de Alcantarillado Sanitario de Yaguachi**



### CRONOGRAMA VALORADO - VALOR PLANIFICADO

CRONOGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE YAGUACHI - PROYECTO No. 6										
ITEM	RUBROS	U	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes
1	Trazado y Replanteo	m	1,934.06	\$ 1.00	\$ 1,934.06	\$ 1,934.06				
2	Demolicion y Reposicion de pavimento	m <sup>2</sup>	346.06	\$ 31.00	\$ 10,727.86	\$ 4,291.14	\$ 4,291.14	\$ 2,145.58		
3	Excavacion sin clasificar (Inc. Desalojo)	m <sup>3</sup>	2,442.50	\$ 11.11	\$ 27,136.18	\$ 10,854.48	\$ 8,140.85	\$ 8,140.85		
4	Replantillo y Recubrimiento de Arena	m <sup>3</sup>	700.33	\$ 19.00	\$ 13,306.27	\$ 3,326.57	\$ 3,326.57	\$ 3,326.57	\$ 3,326.57	
5	Reparacion de Guias Domiciliarias de Agua Potable	u	50.00	\$ 34.48	\$ 1,724.00	\$ 431.00	\$ 431.00	\$ 431.00	\$ 431.00	
6	Relleno compactado manual	m <sup>3</sup>	668.07	\$ 16.84	\$ 11,250.30	\$ 2,812.57	\$ 2,812.57	\$ 2,812.57	\$ 2,812.57	
7	Relleno con material del sitio	m <sup>3</sup>	1,002.10	\$ 5.63	\$ 5,641.82	\$ 1,410.46	\$ 1,410.46	\$ 1,410.46	\$ 1,410.46	
8	Suministro e Instalacion de Tuberia Perfilada 160 mm	ml	1,588.00	\$ 15.10	\$ 23,978.80	\$ 5,994.70	\$ 5,994.70	\$ 5,994.70	\$ 5,994.70	
9	Suministro e Instalacion de Tuberia Perfilada 200 mm	ml	101.45	\$ 22.05	\$ 2,236.97	\$ 559.24	\$ 559.24	\$ 559.24	\$ 559.24	
10	Suministro e Instalacion de Tuberia Perfilada 575 mm	ml	244.61	\$ 95.10	\$ 23,262.41	\$ 5,815.60	\$ 5,815.60	\$ 5,815.60	\$ 5,815.60	
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	u	160.00	\$ 216.05	\$ 34,568.00		\$ 8,642.00	\$ 8,642.00	\$ 8,642.00	\$ 8,642.00
12	Camara colectora de AASS de H.Armado D = 2.00 M	m <sup>3</sup>	16.40	\$ 228.20	\$ 3,742.48		\$ 935.62	\$ 935.62	\$ 935.62	\$ 935.62
13	Acero de Refuerzo	Kg	931.73	\$ 2.00	\$ 1,863.45		\$ 465.86	\$ 465.86	\$ 465.86	\$ 465.86
<b>Total</b>					<b>\$161,372.60</b>					
Valor Parcial						\$ 37,429.82	\$ 42,825.62	\$ 40,680.06	\$ 30,393.63	\$ 10,043.48
Valor Acumulado						\$ 37,429.82	\$ 80,255.44	\$ 120,935.50	\$ 151,329.12	\$ 161,372.60
Porcentaje Parcial						23.19%	26.54%	25.21%	18.83%	6.22%
Porcentaje Acumulado						23.19%	49.73%	74.94%	93.78%	100.00%

Tabla 3.4.2 Cronograma Valorado de la Construcción de Alcantarillado Sanitario en Yaguachi



### 3.5 PLANO

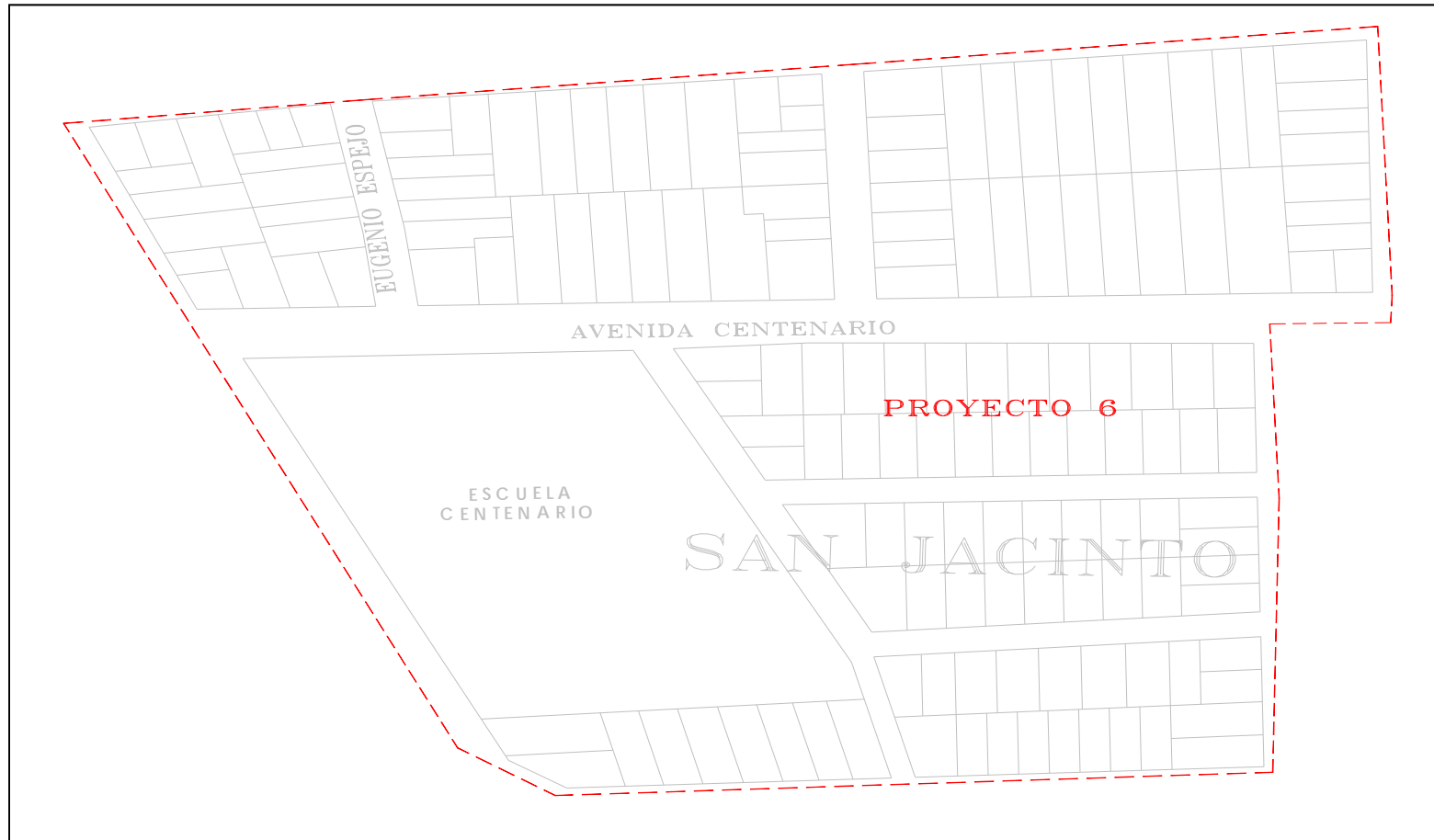


Grafico 3.5 Plano donde construirá el Alcantarillado Sanitario de San Jacinto de Yaguachi



## **CAPÍTULO IV**

# **MEDICIONES DE PROYECTO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN**



## CAPÍTULO IV

# MEDICIONES DE PROYECTO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN

### 4.1 SEMANA 9 (25 Enero-31 Enero)

Se procedió hacer la primera medición para poder desarrollar esta metodología del Valor Ganado que se va hacer semanalmente, que corresponde en anotar y hacerle seguimiento a la obra. Cada semana se tomará nota de los avances que se hacen en cada uno de los rubros y también se tendrá los costos que conlleven a ejecutar lo que se ha construido por cada semana.

En la tabla 4.1.1 se encuentra el Valor Planificado (PV) que representa el cronograma valorado de la obra. En la tabla 4.1.2 se define el Valor Ganado (EV) que es la cantidad que se ha ejecutado por semana y se lo multiplica por el precio





unitario lo cual el resultado está reflejado en la tabla, como no se tiene un registro de las semanas anteriores entonces se tiene que en la primera semana que es la 9, se ve acumulado toda la cantidad que se ha ejecutado hasta el momento. Y por ultimo en la tabla 4.1.3 se representa el Valor Actual (AC) que está enlazado con el Anexo A, donde se tiene cuanto se ha gastado por cada rubro en la semana.

Como la obra se encontraba en ejecución la curva de Valor Ganado (Diagrama 4.1.1) es la única que se ve afectada debido a que no se tiene registro de las semanas anteriores por lo que de la semana 1 hasta 8 se tiene que la cantidad ejecutada es 0 para cada rubro. En la semana 9 se comenzó a analizar bajo esta metodología donde se tiene los valores acumulados desde el inicio de la obra hasta la fecha.

A continuación se tendrán los datos y cálculos de la semana 9 (25 Enero al 31 Enero 2010), con las ecuaciones que se definieron anteriormente, que serán analizados cada uno de ellas para ver cuál es el progreso de la obra por semana.



TABLA 4.1.1

VALOR PLANIFICADO

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR PLANIFICADO				Dec/09			
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	TOTAL	1	2	3	4
1	Trazado y replantec	M	1,934.06	1.00	1,934.06		483.52	483.52	483.52	483.52
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	346.06	31.00	10,727.86		1,072.78	1,072.78	1,072.79	1,072.79
3	Excavación sin Clasificar	M3	2,442.50	11.11	27,136.18		2,713.62	2,713.62	2,713.62	2,713.62
4	Replantillo y Recubrimiento de Arena	M3	700.33	19.00	13,306.27		831.64	831.64	831.64	831.64
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	50.00	34.48	1,724.00		107.75	107.75	107.75	107.75
6	Relleno compactado Manual	M3	668.07	16.84	11,250.30		703.14	703.14	703.14	703.14
7	Relleno con material en sitio	M3	1,002.10	5.63	5,641.82		352.61	352.61	352.62	352.62
8	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,588.00	15.10	23,978.80		1,498.68	1,498.68	1,498.67	1,498.67
9	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	101.45	22.05	2,236.97		139.81	139.81	139.81	139.81
10	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	244.61	95.10	23,262.41		1,453.90	1,453.90	1,453.90	1,453.90
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U	160.00	216.05	34,568.00					
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	16.40	228.20	3,742.48					
13	Acero de Refuerzo	KG	931.73	2.00	1,863.46					
						161,372.61				

VALOR PLANIFICADO						9,357.45	9,357.45	9,357.46	9,357.46
VALOR PLANIFICADO ACUM.						9,357.45	18,714.89	28,072.35	37,429.80
VALOR GANADO						-	-	-	-
VALOR GANADO ACUM.						-	-	-	-
COSTO ACTUAL						7,283.04	8,340.15	8,059.19	8,616.34
COSTO ACTUAL ACUM.						7,283.04	15,623.19	23,682.38	32,298.72
SV - VARIACION EN EL CRONOGRAMA						9,357.45	18,714.89	28,072.35	37,429.80
SPI - INDICE DEL RENDIMIENTO EN EL CRONOGRAMA						-	-	-	-
CV - VARIACION EN EL COSTO						-7,283.04	-15,623.19	-23,682.38	-32,298.72
CPI - INDICE DEL REDIMIENTO EN EL COSTO						-	-	-	-
EAC- ESTIMACION EN EL COSTO DE FINALIZACION						-	-	-	-



TABLA 4.1.1 (CONTINUACIÓN)

VALOR PLANIFICADO

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	Jan/10					Feb/10				
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Trazado y replantec	M										
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	858.23	858.23	858.23	858.23	858.22	536.39	536.39	536.40	536.40	
3	Excavación sin Clasificar	M3	1,628.17	1,628.17	1,628.17	1,628.17	1,628.17	2,035.21	2,035.21	2,035.21	2,035.22	
4	Replanto y Recubrimiento de Arena	M3	665.31	665.31	665.31	665.31	665.32	831.64	831.64	831.64	831.64	
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	86.20	86.20	86.20	86.20	86.20	107.75	107.75	107.75	107.75	
6	Relleno compactado Manual	M3	562.52	562.52	562.51	562.51	562.51	703.15	703.14	703.15	703.15	
7	Relleno con material en sitio	M3	282.09	282.09	282.09	282.09	282.08	352.61	352.61	352.62	352.62	
8	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,198.94	1,198.94	1,198.94	1,198.94	1,198.94	1,498.68	1,498.68	1,498.67	1,498.67	
9	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	111.85	111.85	111.85	111.85	111.84	139.81	139.81	139.81	139.81	
10	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	1,163.12	1,163.12	1,163.12	1,163.12	1,163.12	1,453.90	1,453.90	1,453.90	1,453.90	
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigón Simple	U	1,728.40	1,728.40	1,728.40	1,728.40	1,728.40	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50	
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	187.12	187.12	187.12	187.12	187.13	233.91	233.91	233.90	233.90	
13	Acero de Refuerzo	KG	93.17	93.17	93.17	93.17	93.18	116.47	116.47	116.46	116.46	

VALOR PLANIFICADO		8,565.12	8,565.12	8,565.11	8,565.11	8,565.11	10,170.02	10,170.01	10,170.01	10,170.02
VALOR PLANIFICADO ACUM.		45,994.92	54,560.04	63,125.15	71,690.26	80,255.37	90,425.39	100,595.40	110,765.41	120,935.43
VALOR GANADO		-	-	-	-	68,984.20	9,666.02	13,182.75	9,673.43	10,353.10
VALOR GANADO ACUM.		-	-	-	-	68,984.20	78,650.22	91,832.97	101,506.40	111,859.50
COSTO ACTUAL		7,584.21	8,222.95	8,444.05	8,060.43	7,889.36	10,600.95	11,232.45	11,087.36	10,540.63
COSTO ACTUAL ACUM.		39,882.93	48,105.88	56,549.93	64,610.36	72,499.72	83,100.67	94,333.12	105,420.48	115,961.11
SV - VARIACION EN EL CRONOGRAMA		45,994.92	54,560.04	63,125.15	71,690.26	11,271.17	11,775.17	8,762.43	9,259.01	9,075.93
SPI - INDICE DEL RENDIMIENTO EN EL CRONOGRAMA		-	-	-	-	0.86	0.87	0.91	0.92	0.92
CV - VARIACION EN EL COSTO		-39,882.93	-48,105.88	-56,549.93	-64,610.36	-3,515.52	-4,450.45	-2,500.15	-3,914.08	-4,101.61
CPI - INDICE DEL REDIMIENTO EN EL COSTO		-	-	-	-	0.95	0.95	0.97	0.97	0.96
EAC - ESTIMACION EN EL COSTO DE FINALIZACION		-	-	-	-	169,596.36	170,503.94	165,765.97	165,765.39	167,289.74



TABLA 4.1.1 (CONTINUACIÓN)

VALOR PLANIFICADO

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	Mar/10				Apr/10				
			14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Trazado y replantec	M									
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2									
3	Excavación sin Clasificar	M3									
4	Replanto y Recubrimiento de Arena	M3	831.64	831.65	831.65	831.65					
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	107.75	107.75	107.75	107.75					
6	Relleno compactado Manual	M3	703.14	703.14	703.15	703.15					
7	Relleno con material en sitio	M3	352.61	352.61	352.62	352.62					
8	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,498.68	1,498.68	1,498.67	1,498.67					
9	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	139.81	139.81	139.81	139.82					
10	Suministro e Instalación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	1,453.90	1,453.90	1,453.90	1,453.91					
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigón Simple	U	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50	2,160.50
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	233.91	233.91	233.90	233.90	233.91	233.91	233.90	233.91	233.91
13	Acero de Refuerzo	KG	116.47	116.47	116.46	116.46	116.47	116.47	116.47	116.47	116.47

VALOR PLANIFICADO		7,598.41	7,598.42	7,598.41	7,598.43	2,510.88	2,510.88	2,510.87	2,510.88
VALOR PLANIFICADO ACUM.		128,533.84	136,132.26	143,730.67	151,329.10	153,839.98	156,350.86	158,861.73	161,372.61
VALOR GANADO		7,345.19	7,831.53	6,474.14	5,523.14	-	-	-	-
VALOR GANADO ACUM.		119,204.69	127,036.22	133,510.35	139,033.50	139,033.50	139,033.50	139,033.50	139,033.50
COSTO ACTUAL		7,451.90	7,912.19	6,559.26	5,988.56	-	-	-	-
COSTO ACTUAL ACUM.		123,413.01	131,325.20	137,884.46	143,873.02	143,873.02	143,873.02	143,873.02	143,873.02
SV - VARIACION EN EL CRONOGRAMA		9,329.15	9,096.04	10,220.32	12,295.60	14,806.48	17,317.36	19,828.23	22,339.11
SPI - INDICE DEL RENDIMIENTO EN EL CRONOGRAMA		0.93	0.93	0.93	0.92	0.90	0.89	0.88	0.86
CV - VARIACION EN EL COSTO		-4,208.32	-4,288.98	-4,374.11	-4,839.52	-4,839.52	-4,839.52	-4,839.52	-4,839.52
CPI - INDICE DEL REDIMIENTO EN EL COSTO		0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
EAC - ESTIMACION EN EL COSTO DE FINALIZACION		167,069.60	166,820.86	166,659.55	166,989.72	166,989.72	166,989.72	166,989.72	166,989.72



TABLA 4.1.2

VALOR GANADO

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR GANADO				Dec/09			
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	TOTAL	1	2	3	4
1	Trazado y replanteo	M	1,934.06	1.00	1,934.06					
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	346.06	31.00	10,727.86					
3	Excavación sin Clasificar	M3	2,442.50	11.11	27,136.18					
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	M3	700.33	19.00	13,306.27					
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	50.00	34.48	1,724.00					
6	Relleno compactado Manual	M3	668.07	16.84	11,250.30					
7	Relleno con material en sitio	M3	1,002.10	5.63	5,641.82					
8	Suministro e Insatención de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,588.00	15.10	23,978.80					
9	Suministro e Insatención de Tubería Perfilada 200 mm	ML	101.45	22.05	2,236.97					
10	Suministro e Insatención de Tubería Perfilada 575 mm	ML	244.61	95.10	23,262.41					
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U	160.00	216.05	34,568.00					
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	16.40	228.20	3,742.48					
13	Acero de Refuerzo	KG	931.73	2.00	1,863.46					
									161,372.61	
	VALOR GANADO						-	-	-	
	VALOR GANADO ACUM.						-	-	-	

NOTA: El proyecto se encuentra comenzado se procedio analizar la obra desde la semana 9



TABLA 4.1.2 (CONTINUACION)

VALOR GANADO

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	Jan/10					Feb/10					
			5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Trazado y replanteo	M					1,934.06						
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2					7,152.32	600.78	901.17	660.92	841.03		
3	Excavación sin Clasificar	M3					16,691.44	1,934.81	2,776.06	1,766.60	1,934.81		
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	M3					5,982.53	790.40	1,149.69	862.22	790.40		
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U					758.56	103.44	206.88	103.44	137.92		
6	Relleno compactado Manual	M3					4,772.46	945.06	1,046.27	742.48	641.27		
7	Relleno con material en sitio	M3					2,518.52	331.72	426.53	394.94	426.53		
8	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 160 mm	ML					10,797.71	1,496.26	1,745.71	1,433.90	1,558.62		
9	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 200 mm	ML					983.87	129.65	168.68	155.67	194.70		
10	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 575 mm	ML					9,235.16	1,283.85	1,618.60	1,116.47	1,563.44		
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U					6,913.60	1,728.40	2,808.65	2,160.50	1,944.45		
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3					830.65	214.51	214.51	173.43	221.35		
13	Acero de Refuerzo	KG					413.32	107.14	120.00	102.86	98.58		
VALOR GANADO			-	-	-	-	68,984.20	9,666.02	13,182.75	9,673.43	10,353.10		
VALOR GANADO ACUM.			-	-	-	-	68,984.20	78,650.22	91,832.97	101,506.40	111,859.50		

NOTA: El proyecto se encuentra comenzado se procedio analizar la obra desde la semana 9



TABLA 4.1.2 (CONTINUACION)

VALOR GANADO

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	Mar/10				Apr/10					
			14	15	16	17	18	19	20	21		
1	Trazado y replanteo	M										
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	228.78	343.17								
3	Excavación sin Clasificar	M3	1,117.89	914.58								
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	M3	918.08	703.95	642.77	795.72						
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	103.44	68.96	68.96	34.48						
6	Relleno compactado Manual	M3	629.98	697.51	427.57	495.10						
7	Relleno con material en sitio	M3	248.79	319.90	319.90	296.19						
8	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,323.67	1,544.28	1,378.78	1,268.55						
9	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	80.48	104.74	120.83	96.58						
10	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	802.64	1,011.86	976.68	698.03						
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U	1,512.35	1,728.40	2,160.50	1,512.35						
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	253.30	253.30	262.43	205.38						
13	Acero de Refuerzo	KG	125.78	140.88	115.72	120.76						
	VALOR GANADO		7,345.19	7,831.53	6,474.14	5,523.14	-	-	-	-		
	VALOR GANADO ACUM.		119,204.69	127,036.22	133,510.35	139,033.50	139,033.50	139,033.50	139,033.50	139,033.50	139,033.50	139,033.50

NOTA: El proyecto se encuentra comenzado se procedio analizar la obra desde la semana 9



TABLA 4.1.3

COSTO ACTUAL

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO ACTUAL			Dec/09				
			CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	TOTAL	1	2	3	4
1	Trazado y replanteo	M	1,934.06	1.00	1,934.06		386.73	331.10	248.22	414.45
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	346.06	31.00	10,727.86		574.63	996.65	1,226.61	1,034.82
3	Excavación sin Clasificar	M3	2,442.50	11.11	27,136.18		2,264.30	2,460.34	2,362.15	2,756.37
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	M3	700.33	19.00	13,306.27		570.99	901.57	841.38	691.03
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	50.00	34.48	1,724.00		61.91	53.38	94.29	85.30
6	Relleno compactado Manual	M3	668.07	16.84	11,250.30		939.51	704.74	557.70	734.11
7	Relleno con material en sitio	M3	1,002.10	5.63	5,641.82		226.50	352.79	302.22	377.40
8	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,588.00	15.10	23,978.80		1,101.20	1,238.51	963.88	1,284.70
9	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	101.45	22.05	2,236.97		120.90	75.90	143.45	107.70
10	Suministro e Insatación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	244.61	95.10	23,262.41		1,036.37	1,225.17	1,319.29	1,130.46
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U	160.00	216.05	34,568.00					
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	16.40	228.20	3,742.48					
13	Acero de Refuerzo	KG	931.73	2.00	1,863.46					
						161,372.61				
<b>COSTO ACTUAL</b>							7,283.04	8,340.15	8,059.19	8,616.34
<b>COSTO ACTUAL ACUM.</b>							7,283.04	15,623.19	23,682.38	32,298.72





TABLA 4.1.3 (CONTINUACION)

COSTO ACTUAL

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	Jan/10					Feb/10				
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Trazado y replanteo	M	59.92	46.87	65.86	57.23	43.39					
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	707.61	865.05	904.36	747.20	707.68	741.01	805.37	773.90	902.28	
3	Excavación sin Clasificar	M3	1,343.16	1,642.12	1,642.37	1,417.83	1,417.72	1,952.69	2,397.00	2,308.39	2,218.80	
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	M3	671.96	518.87	641.75	549.72	672.17	892.60	1,041.25	929.12	854.85	
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	85.70	81.41	89.51	77.38	73.37	140.99	115.69	135.27	110.68	
6	Relleno compactado Manual	M3	402.72	450.62	473.71	498.13	545.15	852.32	923.31	851.51	923.36	
7	Relleno con material en sitio	M3	244.21	269.71	244.03	270.02	257.19	362.55	378.53	362.56	407.92	
8	Suministro e Insalación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,058.76	1,235.09	1,352.74	999.49	1,234.68	1,371.76	1,543.34	1,599.91	1,200.58	
9	Suministro e Insalación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	82.67	113.48	118.22	97.53	103.35	134.63	178.60	172.96	153.89	
10	Suministro e Insalación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	1,000.36	1,466.97	1,333.32	1,600.00	1,267.03	1,420.53	1,479.31	1,420.29	1,597.96	
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U	1,695.83	1,271.27	1,342.60	1,483.93	1,271.76	2,377.79	2,038.69	2,208.60	1,868.85	
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	145.62	162.81	153.68	171.69	222.48	231.10	222.40	205.12	196.06	
13	Acero de Refuerzo	KG	85.69	98.68	81.90	90.28	73.39	122.98	108.96	119.73	105.40	
<b>COSTO ACTUAL</b>			7,584.21	8,222.95	8,444.05	8,060.43	7,889.36	10,600.95	11,232.45	11,087.36	10,540.63	
<b>COSTO ACTUAL ACUM.</b>			39,882.93	48,105.88	56,549.93	64,610.36	72,499.72	83,100.67	94,333.12	105,420.48	115,961.11	



TABLA 4.1.3 (CONTINUACION)

COSTO ACTUAL

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	Mar/10				Apr/10					
			14	15	16	17	18	19	20	21		
1	Trazado y replanteo	M										
2	Demolición y Reposición de Pavimento	M2	195.98	159.83								
3	Excavación sin Clasificar	M3	788.41	1,182.87								
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	M3	782.45	912.28	814.66	749.17						
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	U	69.30	56.97	66.90	54.50						
6	Relleno compactado Manual	M3	640.86	693.90	640.84	694.07						
7	Relleno con material en sitio	M3	268.27	279.30	268.27	301.82						
8	Suministro e Insalación de Tubería Perfilada 160 mm	ML	1,289.92	1,451.89	1,505.35	1,128.84						
9	Suministro e Insalación de Tubería Perfilada 200 mm	ML	82.72	110.77	106.92	95.22						
10	Suministro e Insalación de Tubería Perfilada 575 mm	ML	935.96	974.78	935.35	1,052.79						
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	U	1,976.24	1,694.00	1,834.63	1,552.83						
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	M3	275.72	265.06	245.32	234.75						
13	Acero de Refuerzo	KG	146.07	130.54	141.02	124.57						
<b>COSTO ACTUAL</b>			7,451.90	7,912.19	6,559.26	5,988.56	-	-	-	-		
<b>COSTO ACTUAL ACUM.</b>			123,413.01	131,325.20	137,884.46	143,873.02	143,873.02	143,873.02	143,873.02	143,873.02	143,873.02	143,873.02



## Continuación de la Semana 9

### Variación en Cronograma (SV)

$$SV = EV - PV$$

$$SV = 68984.20 - 80255.37$$

$$SV = -11271.17$$

El resultado es negativo el cual representa que la obra está retrasada con respecto a lo que se planificó para esa semana. Para la semana 9 se planifico desde un comienzo que el costo de la cantidad que se debería haber ejecutado es 80255.37, pero en realidad lo que se ejecuto fue una cantidad menor de lo que se esperaba donde su costo es 68984.20.

$$SV\% = \frac{SV}{PV} \times 100$$

$$SV\% = \frac{-11271.17}{80255.37} \times 100$$

$$SV\% = -14.04\%$$

Estamos retrasados en un 14.04% según el calendario, queriendo decir que un 14.04% del valor planificado no ha sido ejecutado aun.

### Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

$$SPI = \frac{68984.20}{80255.37}$$

$$SPI = 0.8596$$

En la obra se trabajo 8 horas al día pero el SPI indica que solo un 85.96% de las 8 horas valieron la pena, es decir que solo 6.88 horas por día fueron trabajadas correctamente según lo que se planifico desde un comienzo. Se tiene un rendimiento del 85.96%.



### Tiempo Estimado en Finalización (EAC<sub>t</sub>)

$$EAC_t = \left( \frac{BAC}{SPI} \right) / \left( \frac{BAC}{\text{meses}} \right)$$
$$EAC_t = \left( \frac{161372.61}{0.8596} \right) / \left( \frac{161372.61}{5} \right)$$
$$EAC_t = 5.82 \text{ meses}$$

La obra se planificó para un tiempo de 5 meses pero si la obra continúa con estos atrasos la construcción se tardará unos 5.82 meses ( 5 meses 26 días), es decir 26 días más de lo planificado.

### Variación en Costo (CV)

$$CV = EV - AC$$
$$CV = 68984.20 - 72499.72$$
$$CV = -3515.52$$

El resultado indica que la obra se encuentra sobre el presupuesto planificado hasta la semana 9. Es decir que se ha gastado \$3515.52 más de lo que se debería ver para hasta esta semana.

$$CV\% = \frac{CV}{EV} \times 100$$
$$CV\% = \frac{-3515.52}{68984.20} \times 100$$
$$CV\% = -5.10\%$$

Hasta la fecha la obra está con un 5.10% sobre el presupuesto del trabajo que se ha ejecutado.

### Índice de Rendimiento del Costo (CPI)

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$



$$\text{CPI} = \frac{68984.20}{72499.72}$$

$$\text{CPI} = 0.9515$$

Traducido en la moneda el CPI indica que la obra tiene una eficiencia en el costo con una rentabilidad que proporciona \$0.95 por valor de trabajo para cada dólar gastado hasta la fecha.

### Índice Costo-Programación

$$\text{CSI} = \text{CPI} \times \text{SPI}$$

$$\text{CSI} = 0.9515 \times 0.8596$$

$$\text{CSI} = 0.8179$$

El proyecto anda mal por lo que hay que tomar medidas para que proyecto puede enrumbarse de nuevo.

### Índice de Rendimiento de Finalización (TCPI)

$$\text{TCPI} = (\text{BAC} - \text{EV}) / (\text{BAC} - \text{AC})$$

$$\text{TCPI} = (161372.61 - 68984.20) / (161372.61 - 72499.72)$$

$$\text{TCPI} = 1.04$$

Para que el proyecto termine costando según lo planificado, \$161372.61, el rendimiento de mejorar desde un CPI de 0.9515 a un TCPI de 1.04 para el trabajo que todavía no ha sido ejecutado. Es decir, que cada dólar que nos costara el proyecto debemos de hacer valer \$1.04 mejorando el rendimiento.

### Estimación del Costo de Finalización (EAC)

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

$$\text{EAC} = \frac{161372.61}{0.9515}$$

$$\text{EAC} = 169598.12$$



El proyecto final costara en total \$ 169598.18 si es que se sigue con los mismos atrasos y sobrecostos.

### Variación de Terminación (VAC)

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC = 161372.61 - 169598.12$$

$$VAC = -8225.51$$

El resultado nos indica que el proyecto va a costar más de lo planificado, y que nos va a costar \$8225.51 más.

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

$$VAC\% = \frac{-8225.51}{161372.61} \times 100$$

$$VAC\% = -5.10\%$$

Es decir que se va tener un incremento del 5.10% del presupuesto inicialmente planificado.

### Estimación del Costo del Trabajo Restante (ETC)

$$ETC = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$$

$$ETC = \frac{(161372.61 - 68984.20)}{0.9515}$$

$$ETC = 97097.65$$

Si se sigue con los mismos parámetros anteriores lo que falta por ejecutar tendrá un valor de \$97097.65.

### 4.2. SEMANA 10 (1 Febrero-7 Febrero)

Se evaluara el desarrollo y progreso de la semana 10 que está entre el 1 de Febrero al 7 de Febrero 2010.



### Variación en Cronograma (SV)

$$SV = EV - PV$$

$$SV = 78650.22 - 90425.39$$

$$SV = -11775.17$$

El resultado es negativo el cual representa que la obra está retrasada con respecto a lo que se planificó para esa semana. Para la semana 10 se planifico desde un comienzo que el costo de la cantidad que se debería haber ejecutado es de \$90425.39, pero en realidad lo que se ejecuto fue una cantidad menor de lo que se esperaba donde su costo fue de \$78650.22.

$$SV\% = \frac{SV}{PV} \times 100$$

$$SV\% = \frac{-11775.17}{90425.39} \times 100$$

$$SV\% = -13.02\%$$

Estamos retrasados en un 13.02% según el calendario, queriendo decir que un 13.02% del valor planificado no ha sido ejecutado aun.

### Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

$$SPI = \frac{78650.22}{90425.39}$$

$$SPI = 0.8698$$

En la obra se trabajo 8 horas al día pero el SPI indica que solo un 86.98% de las 8 horas valieron la pena, es decir que solo 6.96 horas por día fueron trabajadas correctamente según lo que se planifico desde un comienzo. Se tiene un rendimiento del 86.98%.



### Tiempo Estimado en Finalización (EAC<sub>t</sub>)

$$EAC_t = \left( \frac{BAC}{SPI} \right) / \left( \frac{BAC}{\text{meses}} \right)$$
$$EAC_t = \left( \frac{161372.61}{0.8698} \right) / \left( \frac{161372.61}{5} \right)$$
$$EAC_t = 5.75 \text{ meses}$$

La obra se planificó para un tiempo de 5 meses pero si la obra continúa con estos atrasos la construcción se tardará unos 5.75 meses ( 5 meses 23 días), es decir 23 días más de lo planificado.

### Variación en Costo (CV)

$$CV = EV - AC$$
$$CV = 78650.22 - 83100.67$$
$$CV = -4450.45$$

El resultado indica que la obra se encuentra sobre el presupuesto planificado hasta la semana 10. Es decir que se ha gastado \$4450.45 más de lo que se debería ver para hasta esta semana.

$$CV\% = \frac{CV}{EV} \times 100$$
$$CV\% = \frac{-4450.45}{78650.22} \times 100$$
$$CV\% = -5.66\%$$

Hasta la fecha la obra está con un 5.66% sobre el presupuesto del trabajo que se ha ejecutado.

### Índice de Rendimiento del Costo (CPI)

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$
$$CPI = \frac{78650.22}{83100.67}$$
$$CPI = 0.9464$$





Traducido en la moneda el CPI indica que la obra tiene una eficiencia en el costo con una rentabilidad que proporciona \$0.95 por valor de trabajo para cada dólar gastado hasta la fecha.

### Índice Costo-Programación

$$CSI = CPI \times SPI$$

$$CSI = 0.9464 \times 0.8698$$

$$CSI = 0.8232$$

El proyecto anda un poco mal por lo que hay que tomar medida para que proyecto puede enrumbarse de nuevo.

### Índice de Rendimiento de Finalización (TCPI)

$$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$$

$$TCPI = (161372.61 - 78650.22)/(161372.61 - 83100.67)$$

$$TCPI = 1.06$$

Para que el proyecto termine costando según lo planificado, \$161372.61, el rendimiento de mejorar desde un CPI de 0.9464 a un TCPI de 1.06 para el trabajo que todavía no ha sido ejecutado. Es decir, que cada dólar que nos costará el proyecto debemos de hacer valer \$1.06 mejorando el rendimiento.

### Estimación del Costo de Finalización (EAC)

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

$$EAC = \frac{161372.61}{0.9464}$$

$$EAC = 170512.06$$

El proyecto final costará en total \$ 170512.06 si es que se sigue con los mismos atrasos y sobrecostos.



### Variación de Terminación (VAC)

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC = 161372.61 - 170512.06$$

$$VAC = -9139.45$$

El resultado nos indica que el proyecto va a costar más de lo planificado, y que nos va a costar \$9139.45 más.

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

$$VAC\% = \frac{-9139.45}{161372.61} \times 100$$

$$VAC\% = -5.66\%$$

Es decir que se va tener un incremento del 5.66% del presupuesto inicialmente planificado.

### Estimación del Costo del Trabajo Restante (ETC)

$$ETC = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$$

$$ETC = \frac{(161372.61 - 78650.22)}{0.9464}$$

$$ETC = 87407.43$$

Si se sigue con los mismos parámetros anteriores lo que falta por ejecutar tendrá un valor de \$87407.43.

### 4.3. SEMANA 11 (8 Febrero-14 Febrero)

Se evaluara el desarrollo y progreso de la semana 11 que está entre el 08 de Febrero al 14 de Febrero 2010.

### Variación en Cronograma (SV)

$$SV = EV - PV$$



$$SV = 91832.97 - 100595.40$$

$$SV = -8762.43$$

El resultado es negativo el cual representa que la obra está retrasada con respecto a lo que se planificó para esa semana. Para la semana 11 se planifico desde un comienzo que el costo de la cantidad que se debería haber ejecutado es de \$100595.40, pero en realidad lo que se ejecuto fue una cantidad menor de lo que se esperaba donde su costo fue de \$91832.97.

$$SV\% = \frac{SV}{PV} \times 100$$

$$SV\% = \frac{-8762.43}{100595.40} \times 100$$

$$SV\% = -8.71\%$$

Estamos retrasados en un 8.71% según el calendario, queriendo decir que un 8.71% del valor planificado no ha sido ejecutado aun.

### Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

$$SPI = \frac{91832.97}{100595.40}$$

$$SPI = 0.9129$$

En la obra se trabajo 8 horas al día pero el SPI indica que solo un 91.29% de las 8 horas valieron la pena, es decir que solo 7.30 horas por día fueron trabajadas correctamente según lo que se planifico desde un comienzo. Se tiene un rendimiento del 91.29%.

### Tiempo Estimado en Finalización (EACt)

$$EAC_t = \left( \frac{BAC}{SPI} \right) / \left( \frac{BAC}{\text{meses}} \right)$$



$$EAC_t = \left( \frac{161372.61}{0.9129} \right) / \left( \frac{161372.61}{5} \right)$$
$$EAC_t = 5.48 \text{ meses}$$

La obra se planificó para un tiempo de 5 meses pero si la obra continúa con estos atrasos la construcción se tardaría unos 5.48 meses ( 5 meses 14 días), es decir 14 días más de lo planificado.

### Variación en Costo (CV)

$$CV = EV - AC$$
$$CV = 91832.97 - 94333.12$$
$$CV = -2500.15$$

El resultado indica que la obra se encuentra sobre el presupuesto planificado hasta la semana 10. Es decir que se ha gastado \$2500.15 más de lo que se debería haber gastado hasta esta semana.

$$CV\% = \frac{CV}{EV} \times 100$$
$$CV\% = \frac{-2500.15}{91832.97} \times 100$$
$$CV\% = -2.72\%$$

Hasta la fecha la obra está con un 2.72% sobre el presupuesto del trabajo que se ha ejecutado.

### Índice de Rendimiento del Costo (CPI)

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$
$$CPI = \frac{91832.97}{94333.12}$$
$$CPI = 0.9735$$



Traducido en la moneda el CPI indica que la obra tiene una eficiencia en el costo con una rentabilidad que proporciona \$0.97 por valor de trabajo para cada dólar gastado hasta la fecha.

### Índice Costo-Programación

$$CSI = CPI \times SPI$$

$$CSI = 0.9735 \times 0.9129$$

$$CSI = 0.8887$$

El proyecto anda un poco mal por lo que hay que tomar medida para que proyecto puede enrumbarse de nuevo.

### Índice de Rendimiento de Finalización (TCPI)

$$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$$

$$TCPI = (161372.61 - 91832.97)/(161372.61 - 94333.12)$$

$$TCPI = 1.04$$

Para que el proyecto termine costando según lo planificado, \$161372.61, el rendimiento de mejorar desde un CPI de 0.9737 a un TCPI de 1.04 para el trabajo que todavía no ha sido ejecutado. Es decir, que cada dólar que nos costará el proyecto debemos de hacer valer \$1.04 mejorando el rendimiento.

### Estimación del Costo de Finalización (EAC)

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

$$EAC = \frac{161372.61}{0.9737}$$

$$EAC = 165731.34$$



El proyecto final costará en total \$ 165731.34 si es que se sigue con los mismos atrasos y sobrecostos.

### Variación de Terminación (VAC)

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC = 161372.61 - 165731.34$$

$$VAC = -4358.73$$

El resultado nos indica que el proyecto va a costar más de lo planificado, y que nos va a costar \$4358.73 más.

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

$$VAC\% = \frac{-4358.73}{161372.61} \times 100$$

$$VAC\% = -2.70\%$$

Es decir que se va tener un incremento del 2.70% del presupuesto inicialmente planificado.

### Estimación del Costo del Trabajo Restante (ETC)

$$ETC = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$$

$$ETC = \frac{(161372.61 - 91832.97)}{0.9737}$$

$$ETC = 71417.93$$



Si se sigue con los mismos parámetros anteriores lo que falta por ejecutar tendrá un valor de \$71417.93.

#### 4.4. SEMANA 12 (15 Febrero-21 Febrero)

En esta medición de la semana 4 se mostrará el resultado en la tabla 4.4.1 y después se analizará los datos obtenidos.

Variación en Cronograma	SV= -9,259.01 dólares SV%= -8.359 %
Índice de Rendimiento del	SPI= 0.9164
Tiempo Estimado en Finalización	EACt= 5 m 14 d
Variación en Costo	CV= -3,914.08 dólares CV%= -3.856 %
Índice de Rendimiento del	CPI= 0.963
Índice Costo-Programación	CSI= 0.882
Índice de Rendimiento de	TCPI= 1.070
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 167595.13 dólares
Variación de Terminación	VAC= -6,222.52 dólares VAC %= -3.86 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 62,174.65 dólares

**Tabla 4.4.1 Resultados de la Semana 12**

En esta Semana 12 se tiene que la Variación en el Cronograma (SV) es de - \$ 9,259.01 como es negativo estamos atrasados con respecto al Cronograma en un porcentaje del 8.359 de lo que se planifico inicialmente. El rendimiento de la obra hasta la semana 12 ha sido del 91.64% es decir que solo 7.33 horas de las 8 horas han sido trabajadas correctamente, y si se sigue esa tendencia de retraso en el cronograma se espera terminar la obra en 5 meses y 14 días, 14 días más de lo planificado.

En cuanto al costo se ha gastado \$ 3,914.08 más de lo planificado con relación a lo que se ha ejecutado realmente, hasta la fecha se tiene un 7.712% de



sobrecosto con respecto al presupuesto inicial. El rendimiento del dinero gastado ha sido del 96.3%, según el  $CSI = 0.882$  el proyecto anda mal hay que tomar medidas correctivas para que el proyecto se enrumben con respecto a lo planificado. Para que el proyecto termine costando \$161,372.61 el rendimiento del dinero que se gastará a futuro debe de ser de 1.07. Si se siguen estas tendencias el proyecto terminará costando \$167,595.13 es decir \$ 6,222.52 más de lo que realmente se presupuestó, un incremento del 3.86% en su costo.

#### 4.5 SEMANA 13 (22 Febrero – 28 Febrero)

Variación en Cronograma	SV= -9,075.93 dólares SV%= -7.505 %
Índice de Rendimiento del	SPI= 0.9250
Tiempo Estimado en Finalización	EACt= 5 m 12 d
Variación en Costo	CV= -4,101.61 dólares CV%= -3.667 %
Índice de Rendimiento del	CPI= 0.965
Índice Costo-Programación	CSI= 0.892
Índice de Rendimiento de	TCPI= 1.090
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 167289.74 dólares
Variación de Terminación	VAC= -5,917.13 dólares VAC %= -3.67 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 51,328.63 dólares



**4.6 SEMANA 14 (1 Marzo – 7 Marzo)**

Variación en Cronograma	SV= -9,329.15 dólares SV%= -7.258 %
Índice de Rendimiento del	SPI= 0.9274
Tiempo Estimado en Finalización	EACt= 5 m 12 d
Variación en Costo	CV= -4,208.32 dólares CV%= -3.530 %
Índice de Rendimiento del	CPI= 0.966
Índice Costo-Programación	CSI= 0.896
Índice de Rendimiento de	TCPI= 1.111
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 167069.60 dólares
Variación de Terminación	VAC= -5,696.99 dólares VAC %= -3.53 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 43,656.59 dólares

**4.7 SEMANA 15 (8 Marzo – 14 Marzo)**

Variación en Cronograma	SV= -9,096.04 dólares SV%= -6.682 %
Índice de Rendimiento del	SPI= 0.9332
Tiempo Estimado en Finalización	EACt= 5 m 11 d
Variación en Costo	CV= -4,288.98 dólares CV%= -3.376 %
Índice de Rendimiento del	CPI= 0.967
Índice Costo-Programación	CSI= 0.903
Índice de Rendimiento de	TCPI= 1.143
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 166820.85 dólares
Variación de Terminación	VAC= -5,448.24 dólares VAC %= -3.38 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 35,495.65 dólares

**4.8 SEMANA 16 (15 Marzo – 21 Marzo)**

Variación en Cronograma	SV= -10,220.32 dólares SV%= -7.111 %
Índice de Rendimiento del	SPI= 0.9289
Tiempo Estimado en Finalización	EACt= 5 m 11 d
Variación en Costo	CV= -4,374.11 dólares CV%= -3.276 %
Índice de Rendimiento del	CPI= 0.968
Índice Costo-Programación	CSI= 0.899
Índice de Rendimiento de	TCPI= 1.186
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 166659.55 dólares
Variación de Terminación	VAC= -5,286.94 dólares VAC %= -3.28 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 28,775.09 dólares

**4.9 SEMANA 17 (22 Marzo – 28 Marzo)**

Variación en Cronograma	SV= -12,295.60 dólares SV%= -8.125 %
Índice de Rendimiento del	SPI= 0.9187
Tiempo Estimado en Finalización	EACt= 5 m 13 d
Variación en Costo	CV= -4,839.52 dólares CV%= -3.481 %
Índice de Rendimiento del	CPI= 0.966
Índice Costo-Programación	CSI= 0.888
Índice de Rendimiento de	TCPI= 1.277
Estimación del Costo de Finalización	EAC= 166989.72 dólares
Variación de Terminación	VAC= -5,617.11 dólares VAC %= -3.48 %
Estimación del Costo del Trabajo Restante	ETC= 23,116.70 dólares



### **Análisis de los resultados obtenidos:**

Con los nueve análisis que se han hecho podemos decir que con respecto al tiempo al principio (Semana 9) se tenía un retraso mayor que era del 14.04%, y en la última medición (Semana 17) se tuvo un retraso del 8.125%. Igual la obra continúa con un retraso pero vemos que se ha empleado mejor el tiempo durante el transcurso de la obra.

La Construcción tiene un tiempo de ejecución de 5 meses pero debido al retraso y mal empleo del tiempo durante la construcción se tuvo en la Semana 9 un pronóstico que la obra terminaría en 26 días más de lo planificado pero ahora en la Semana 17 se tiene que solo se demorará 13 días más, es decir que el tiempo se ha estado empleando mejor que en el inicio.

Con respecto al costo desde el inicio de la medición del obra hasta la fecha se encuentra sobre el presupuesto con respecto a lo realmente ejecutado, las primeras mediciones que se hicieron salieron más altas que las últimas, en un inicio el sobrecosto fue de 5,10% con respecto al presupuestado inicialmente y en la Semana 16 se tuvo un porcentaje de 3.28 lo cual indica que el sobrecosto se redujo durante estas 8 semanas, se ha aprovechado la dinero mejor que en el inicio de la obra.

En la Semana 9 se tuvo que el proyecto costaría \$ 169,598.12 y en la Semana 16, \$ 166,659.55 igual se tiene que le proyecto terminará costando más de lo planificado pero en estas 8 semanas se ha reducido el costo final en \$ 2,938.57.

De estas ocho semanas analizadas bajo el método de Valor Ganado la mejor semana fue la tercera ya que el sobrecosto solo fue de 2,72% con respecto al presupuesto.



### **Análisis de la Obra:**

- Estamos atrasados con respecto al plazo programado, y se estima terminar también atrasados, pero para poder terminar en el plazo se requiere que se aceleren los trabajos. Según el Contratistas los trabajos se han retrasado debido a las lluvias que han afectado la ejecución de la obra en el inicio.
- Van a existir sobrecostos debido a variaciones entre el costo actual y el valor planificado; y se espera continúen al alza al termino de la obra.
- En resumen el gerente de proyectos deberá tomar seriamente y con cuidado toda decisión respecto a esta obra, ya que puede repercutir en sucesos más graves y, por consiguiente, en el mal termino de la misma.

### **4.10 TABULACIONES DE SPI Y CPI POR RUBRO**

Para poder saber cuáles son los rubros que están ocasionando atrasos en el proyecto semanalmente se utilizaran las técnicas del Valor Ganado, en particular el Índice de Rendimiento del Costo (CPI) y el Índice de Rendimiento del Cronograma que se van a presentar en la Figura 4.2, son elementos vitales para cualquier reporte del progreso de una construcción. Cada rubros semanalmente tiene un resultado de CPI y SPI que se lo obtuvo con la misma ecuaciones dadas anteriormente y los datos se lo obtiene de las Tablas de Valor Ganado, Valor Planificado y Costo Actual.

La Tabla 4.3 proporciona los promedios del CPI y SPI de los 13 rubros semanalmente desde Semana 9 a la Semana 17 que se hicieron en el proyecto, con los valores obtenidos se procedió a hacer la Figura 4.1.



TABLA 4.2. TABULACIÓN DE SPI Y CPI POR RUBRO

RUBRO	DESCRIPCION	INDICE	Jan/10	Feb/10					Mar/10			
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Trazado y replanteo	SPI	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		CPI	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695	1.1695
2	Demolición y Reposición de Pavimento	SPI	0.833	0.850	0.896	0.914	0.947	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000
		CPI	0.921	0.912	0.929	0.924	0.924	0.929	0.946	0.946	0.946	0.946
3	Excavación sin Clasificar	SPI	0.879	0.886	0.928	0.923	0.925	0.966	1.000	1.000	1.000	1.000
		CPI	0.964	0.967	0.988	0.967	0.959	0.972	0.964	0.964	0.964	0.964
4	Replanteo y Recubrimiento de Arena	SPI	0.899	0.905	0.953	0.960	0.959	0.971	0.962	0.949	0.950	0.950
		CPI	0.987	0.974	0.991	0.985	0.979	0.994	0.976	0.964	0.969	0.969
5	Reparación de Guías Domiciliarias de Agua Potable	SPI	0.880	0.889	0.992	0.989	1.013	1.009	0.983	0.960	0.920	0.920
		CPI	1.080	1.022	1.115	1.071	1.087	1.109	1.114	1.110	1.092	1.092
6	Relleno compactado Manual	SPI	0.848	0.903	0.962	0.970	0.966	0.960	0.963	0.939	0.924	0.924
		CPI	0.899	0.928	0.955	0.946	0.920	0.924	0.930	0.914	0.902	0.902
7	Relleno con material en sitio	SPI	0.893	0.898	0.929	0.947	0.969	0.948	0.945	0.943	0.936	0.936
		CPI	0.990	0.981	0.997	1.007	1.011	1.005	1.014	1.024	1.021	1.021
8	Suministro e Insatención de Tubería Perfilada 160 mm	SPI	0.901	0.911	0.937	0.939	0.947	0.942	0.948	0.947	0.940	0.940
		CPI	1.031	1.038	1.049	1.033	1.052	1.050	1.051	1.041	1.046	1.046
9	Suministro e Insatención de Tubería Perfilada 200 mm	SPI	0.880	0.885	0.917	0.935	0.973	0.943	0.929	0.924	0.910	0.910
		CPI	1.021	1.014	1.005	0.992	1.018	1.016	1.012	1.018	1.018	1.018
10	Suministro e Insatención de Tubería Perfilada 575 mm	SPI	0.794	0.804	0.835	0.829	0.849	0.826	0.817	0.807	0.787	0.787
		CPI	0.812	0.822	0.850	0.844	0.857	0.857	0.866	0.874	0.864	0.864
11	Cajas domiciliarias para AASS de Hormigon Simple	SPI	0.800	0.800	0.883	0.900	0.900	0.878	0.870	0.882	0.867	0.867
		CPI	0.979	0.915	0.997	0.994	1.000	0.973	0.977	0.995	0.993	0.993
12	Cámara colectora de AASS de H. Armado D=2.00m	SPI	0.888	0.894	0.898	0.875	0.884	0.906	0.924	0.942	0.937	0.937
		CPI	0.970	0.961	0.962	0.946	0.967	0.960	0.960	0.971	0.962	0.962
13	Acero de Refuerzo	SPI	0.887	0.894	0.917	0.912	0.904	0.923	0.952	0.956	0.962	0.962
		CPI	0.961	0.941	0.968	0.951	0.949	0.937	0.953	0.938	0.941	0.941

Valor Se encuentra por debajo del Presupuesto (CPI>1), adelantado en su Cronograma (SPI>1)

Valor Se encuentra sobre el Presupuesto (0.9<CPI<1), atrasado en su Cronograma (0.9<SPI<1)

Valor Se encuentra sobre el Presupuesto (0.8<CPI<0.9), atrasado en su Cronograma (0.8<SPI<0.9), rubros muy atrasados o costosos hay que tenerlos más en cuenta.



Los valores de SPI y CPI que son menores a 1 se encuentran atrasados según su cronograma y sobre el presupuesto, y estos datos han sido señalados en la tabla anterior. Los rubros de color celeste estas ocasionando retraso en la obra pero se considera un atraso leve, las actividades de color azul son los rubros que están ocasionando un retraso mayor y significativo en la obra ya que si el resultado se encuentra más lejos del valor 1 es peor la situación. Se analizará cada semana desde la medición 1 (Semana 9) y veremos cuales son lo rubros que están afectando la ejecución de la obra.

En la semana 9 con respecto al tiempo (SPI) los rubros que afectaron considerablemente la ejecución de la obra fueron: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13. Es decir que casi todos los rubros están ocasionando retrasos en el tiempo menos el rubro 1 que su ejecución ya se termino y el rubro 8 donde su retraso es leve. En cuanto al presupuesto (CPI) los rubros que han ocasionado un alza considerable del costo total de la obra ejecutada son: 6, 10.

En la semana 10 con respecto al tiempo (SPI) los rubros que afectaron considerablemente la ejecución de la obra fueron: 2, 3, 5, 9, 10, 11, 12, 13. En cuanto al presupuesto (CPI) el rubro que ha ocasionado un alza considerable del costo total de la obra ejecutada son: 10.

En la semana 11 con respecto al tiempo (SPI) los rubros que afectaron considerablemente la ejecución de la obra fueron: 2, 10, 11, 12. En cuanto al presupuesto (CPI) el rubro que ha ocasionado un alza considerable del costo total de la obra ejecutada son: 10.

En la semana 12 y 13 con respecto al tiempo (SPI) los rubros que afectaron considerablemente la ejecución de la obra fueron: 10, 12. En cuanto al presupuesto (CPI) el rubro que ha ocasionado un alza considerable del costo total de la obra ejecutada son: 10.

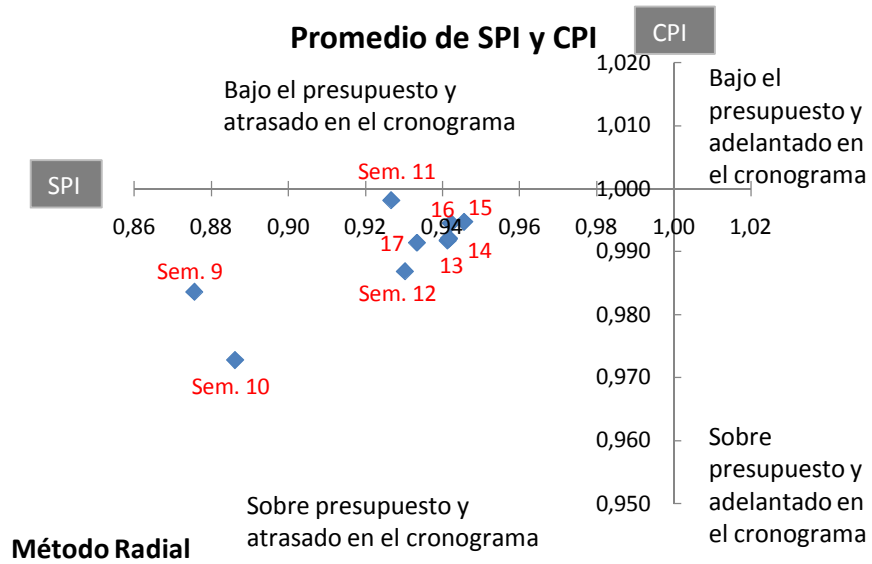
En la semana 14, 15, 16, 17 con respecto al tiempo (SPI) los rubros que afectaron considerablemente la ejecución de la obra fueron: 10, 11. En cuanto al presupuesto (CPI) el rubro que ha ocasionado un alza considerable del costo total de la obra ejecutada son: 10.

Como podemos ver los rubros que afectan el cronograma del proyecto a final de la semana 16 solo son dos, y el rubro que afectan el costo del proyecto en la ultima medición solo es el 10.

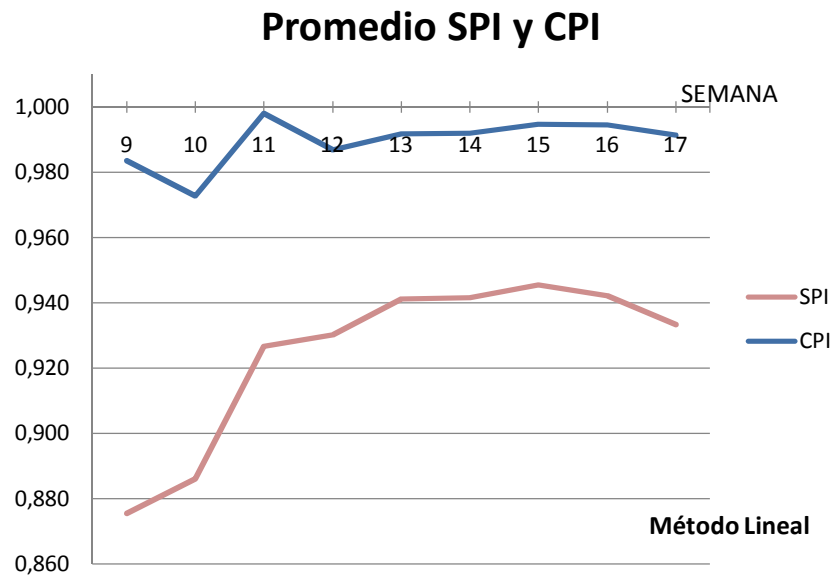
**TABLA 4.3 TABULACIÓN DE SPI Y CPI POR RUBRO**

		9	10	11	12	13	14	15	16	17
Promedio de SPI y CPI por cada mes	SPI	0.876	0.886	0.927	0.930	0.941	0.942	0.946	0.942	0.933
	CPI	0.984	0.973	0.998	0.987	0.992	0.992	0.995	0.994	0.991

En esta tabla se tiene los promedios del SPI y CPI de los 13 rubros analizados por cada semana, las 2 primeras mediciones afectan el cronograma del proyecto ya que estabamos muy retrasados e cuanto a lo ejecutado. En las siguientes semanas se ha mejorado el rendimiento del tiempo y en cuanto al presupuesto no se encuentra ningun aumento del presupuesto significante en las 9 semanas ejecutadas.



**Figura 4.1:** Esta tabla nos indica que estamos sobre el presupuesto y atrasados en el cronograma (Método Radial)



**Figura 4.2:** Esta tabla nos indica que estamos sobre el presupuesto y atrasados en el cronograma (Método Lineal)



# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**





## CAPÍTULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Una gran ventaja que el EVM presenta sobre el Diagrama de Gantt es que permite valorizar la cantidad que representa un atraso para el proyecto, estima la pérdida e incluso la fecha la terminación y por tanto, puede valorizar ampliaciones de plazo y multas que se podrían generar.
- La metodología del EVM contempla índices que evalúan el estado de gestión de la obra en cuanto a su costo y a su tiempo, sin embargo, no tiene ningún índice para medir la calidad del proyecto y, por ende, tampoco la satisfacción del cliente en este aspecto.
- La implementación de la metodología del EVM se trata de una carga operativa muy grande para un proyecto, pero necesaria para el control de su gestión.



- La WBS permite un mejor conocimiento de las tareas del proyecto, constituyéndose en una gran ayuda para la elaboración del presupuesto y cronograma.
- Los resultados de los índices del EVM para la obra presentada en este trabajo, muestran un atraso en la ejecución de la misma.
- Se proyecta la terminación de los trabajos en 11 días adicionales con respecto al plazo original, con un sobre costo de 3.28% respecto a su presupuesto programado. Sin embargo, se evidencia una mejoría en la gestión de los recursos de costo y tiempo entre la novena y décima sexta semana de trabajo.
- Adicionalmente, la metodología del EVM aplicada a cada uno de los rubros principales del proyecto permitió establecer las actividades que presentan problemas y que deben ser revisadas por el Contratista para reducir al máximo el tiempo y sobre costo restantes.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Desarrollar la WBS del proyecto durante su etapa de planificación, con el fin de no desestimar pequeñas actividades en el presupuesto y cronograma, que posteriormente se conviertan en pérdidas en tiempo y costos. El presupuesto y cronograma son las bases de la metodología EVM y, por tanto, su correcta planificación es importante para el éxito del proyecto.
- Complementar la metodología del EVM, con políticas y actividades que garanticen la calidad de la ejecución del proyecto, para lograr la satisfacción del cliente adicional al cumplimiento del plazo y presupuesto programados.
- Aplicar la metodología del EVM, al menos en los rubros principales del proyecto, lo que permitirá identificar en qué actividades deben aplicarse



medidas correctivas con el objeto de mejorar el desarrollo global del proyecto.

- Es preferible evaluar los índices del EVM en el proyecto semanalmente, de modo que se tenga un mayor control sobre la gestión y se calculen mejores estimaciones de costo y tiempo en la terminación del proyecto.



# ANEXOS



**ANEXO A**

COSTOS ACTUALES

MES	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
DICIEMBRE '09	1	30-nov a 06-dic	7283.04	1	5.31	386.73
				2	7.89	574.63
				3	31.09	2264.3
				4	7.84	570.99
				5	0.85	61.91
				6	12.90	939.51
				7	3.11	226.5
				8	15.12	1101.2
				9	1.66	120.9
				10	14.23	1036.37
	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	2	07-dic a 13-dic	8340.15	1	3.97	331.1
				2	11.95	996.65
				3	29.50	2460.34
				4	10.81	901.57
				5	0.64	53.38
				6	8.45	704.74
				7	4.23	352.79
				8	14.85	1238.51
				9	0.91	75.9
				10	14.69	1225.17
	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	3	14-dic a 20-dic	8059.19	1	3.08	248.22
				2	15.22	1226.61
				3	29.31	2362.15
				4	10.44	841.38
				5	1.17	94.29
				6	6.92	557.7
				7	3.75	302.22
				8	11.96	963.88
				9	1.78	143.45
				10	16.37	1319.29
	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	4	21-dic a 27-dic	8616.34	1	4.81	414.45
				2	12.01	1034.82
				3	31.99	2756.37
				4	8.02	691.03
				5	0.99	85.3
				6	8.52	734.11
				7	4.38	377.4
				8	14.91	1284.7
9				1.25	107.7	
10				13.12	1130.46	
MES	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	5	28-dic a 02-dic	7584.21	1	0.79	59.92
				2	9.33	707.61
				3	17.71	1343.16
				4	8.86	671.96
				5	1.13	85.7
				6	5.31	402.72
				7	3.22	244.21
				8	13.96	1058.76
				9	1.09	82.67
				10	13.19	1000.36
				11	22.36	1695.83
				12	1.92	145.62
				13	1.13	85.69



ANEXO A

COSTOS ACTUALES

MES	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
ENERO '10	6	04-ene a 10-ene	8222.95	1	0.57	46.87
				2	10.52	865.05
				3	19.97	1642.12
				4	6.31	518.87
				5	0.99	81.41
				6	5.48	450.62
				7	3.28	269.71
				8	15.02	1235.09
				9	1.38	113.48
				10	17.84	1466.97
				11	15.46	1271.27
				12	1.98	162.81
				13	1.20	98.68
	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	7	11-ene a 17-ene	8444.05	1	0.78	65.86
				2	10.71	904.36
				3	19.45	1642.37
				4	7.60	641.75
				5	1.06	89.51
				6	5.61	473.71
				7	2.89	244.03
				8	16.02	1352.74
				9	1.40	118.22
				10	15.79	1333.32
				11	15.90	1342.60
				12	1.82	153.68
				13	0.97	81.90
	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	8	19-ene a 24-ene	8060.43	1	0.71	57.23
				2	9.27	747.20
				3	17.59	1417.83
				4	6.82	549.72
				5	0.96	77.38
				6	6.18	498.13
				7	3.35	270.02
				8	12.40	999.49
				9	1.21	97.53
				10	19.85	1600.00
				11	18.41	1483.93
				12	2.13	171.69
13				1.12	90.28	
# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO	
9	25-ene a 31-ene	7889.36	1	0.55	43.39	
			2	8.97	707.68	
			3	17.97	1417.72	
			4	8.52	672.17	
			5	0.93	73.37	
			6	6.91	545.15	
			7	3.26	257.19	
			8	15.65	1234.68	
			9	1.31	103.35	
			10	16.06	1267.03	
			11	16.12	1271.76	
			12	2.82	222.48	
			13	0.93	73.39	



**ANEXO A**

COSTOS ACTUALES

MES	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
FEBRERO '10	10	01-feb a 07-feb	10600.95	2	6.99	741.01
				3	18.42	1952.69
				4	8.42	892.60
				5	1.33	140.99
				6	8.04	852.32
				7	3.42	362.55
				8	12.94	1371.76
				9	1.27	134.63
				10	13.40	1420.53
				11	22.43	2377.79
				12	2.18	231.10
				13	1.16	122.98
					# SEMANA	FECHA
	11	08-feb a 14-feb	11232.45	2	7.17	805.37
				3	21.34	2397.00
				4	9.27	1041.25
				5	1.03	115.69
				6	8.22	923.31
				7	3.37	378.53
				8	13.74	1543.34
				9	1.59	178.60
				10	13.17	1479.31
				11	18.15	2038.69
				12	1.98	222.40
				13	0.97	108.96
					# SEMANA	FECHA
	12	15-feb a 21-feb	11087.36	2	6.98	773.90
				3	20.82	2308.39
				4	8.38	929.12
				5	1.22	135.27
				6	7.68	851.51
				7	3.27	362.56
				8	14.43	1599.91
				9	1.56	172.96
				10	12.81	1420.29
				11	19.92	2208.60
				12	1.85	205.12
				13	1.08	119.73
					# SEMANA	FECHA
	13	22-feb a 28-feb	10540.63	2	8.56	902.28
				3	21.05	2218.80
				4	8.11	854.85
				5	1.05	110.68
				6	8.76	923.36
				7	3.87	407.92
				8	11.39	1200.58
				9	1.46	153.89
				10	15.16	1597.96
				11	17.73	1868.85
				12	1.86	196.06
				13	1.00	105.40
				MES	# SEMANA	FECHA
	14	01-mar a 07-mar	7451.9	2	2.63	195.98
				3	10.58	788.41
				4	10.50	782.45
				5	0.93	69.30
				6	8.60	640.86
				7	3.60	268.27
				8	17.31	1289.92
				9	1.11	82.72
				10	12.56	935.96
				11	26.52	1976.24
				12	3.70	275.72
				13	1.96	146.07



**ANEXO A**

COSTOS ACTUALES

MES	# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO				
MARZO '10	15	08-mar a 14-mar	7912.19	2	2.02	159.83				
				3	14.95	1182.87				
				4	11.53	912.28				
				5	0.72	56.97				
				6	8.77	693.90				
				7	3.53	279.30				
				8	18.35	1451.89				
				9	1.40	110.77				
				10	12.32	974.78				
				11	21.41	1694.00				
				12	3.35	265.06				
				13	1.65	130.54				
					# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
	16	15-mar a 21-mar	6559.26	4	12.42	814.66				
				5	1.02	66.90				
				6	9.77	640.84				
				7	4.09	268.27				
				8	22.95	1505.35				
				9	1.63	106.92				
				10	14.26	935.35				
				11	27.97	1834.63				
				12	3.74	245.32				
				13	2.15	141.02				
					# SEMANA	FECHA	MONTO	RUBROS ASIGNADOS	PORCENTAJE (%)	VALOR ASIGNADO
				17	22-mar a 28-mar	5988.56	4	12.51	749.17	
							5	0.91	54.50	
	6	11.59	694.07							
	7	5.04	301.82							
	8	18.85	1128.84							
	9	1.59	95.22							
	10	17.58	1052.79							
	11	25.93	1552.83							
	12	3.92	234.75							
	13	2.08	124.57							





## Anexo B

### Rendimiento de un Proyecto x según su CPI y SPI

Las Figuras B-1 y B-2 incluyen los detalles de límites que deben usarse por la organización como indicadores de donde y cuando actuar si las tendencias muestran o indican la disminución de SPI o CPI.

**Límite Máximo:** donde deberían adoptarse medidas para evitar el SPI y/o CPI disminuyan a un punto donde el costo o el cronograma superan lo pronosticado o esperado.

**Límite de Acción:** donde la acción inmediata es necesaria cuando las tendencias indican que la disminución del SPI y/o CPI pronto pondrán retrasar el proyecto en cuanto su programación y/o habrá un sobre costo.

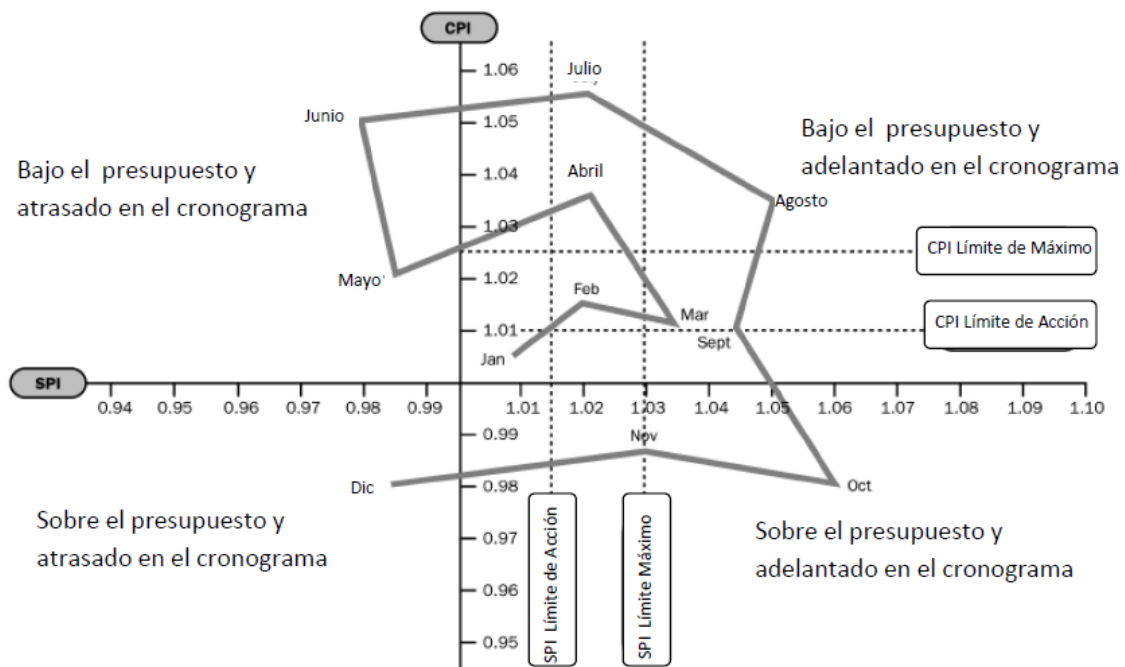


Figura B-1 Rendimiento del Proyecto Total – Valores de SPI y CPI (Método Radial)

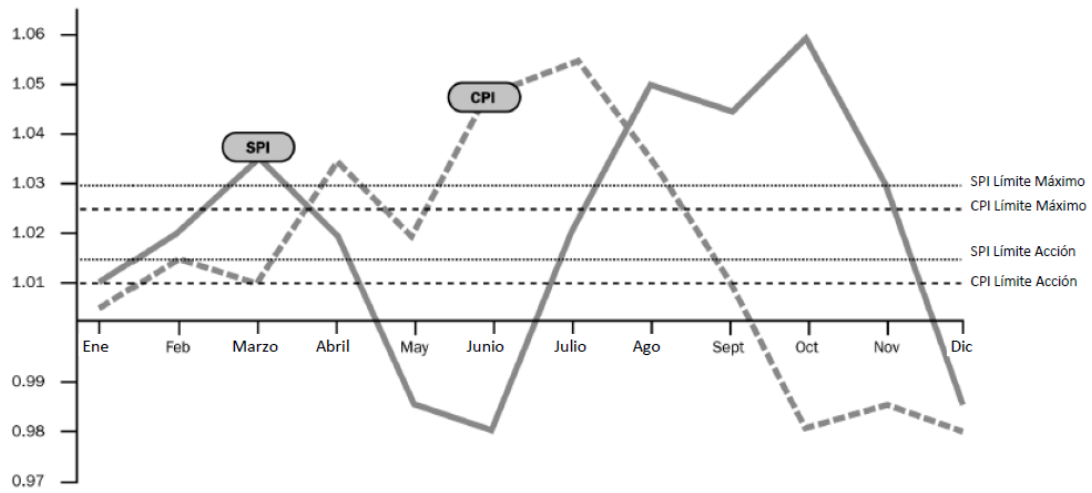


Figura B-2 Rendimiento del Proyecto Total – Valores de SPI y CPI (Método Lineal)



**ANEXO C - FOTOS**



C.1 Recubrimiento de Arena



C.2 Colocación de Tubería PVC



C.3 Compactación del material



C.4 Cajas Domiciliarias



**ANEXO C - FOTOS**



C.5 Excavación sin Clasificar



C.6 Recubrimiento de Arena



C.7 Cajas Domiciliarias



C.8 Instalación de Tubería de PVC



# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA:

- ✓ **PMBOK** (Project Management Body of Knowledge) 4<sup>TH</sup> Edition
- ✓ Practice Standard for Earned Value Management (EVM)
- ✓ PMI – PRACTICE STANDARD FOR WBS - Segunda Edición
- ✓ Kerzner, Harold (2003), “PROJECT MANAGEMENTT – A SYSTEM APPROACH TO PLANNING, SCHEDULING, AND CONTROLLING”, Seventh Edition, John Wiley and Sons, New York.
- ✓ “INGENIERIA ECONÓMICA”; Blank, Leland T. & Tarquin, Anthony J.; Editorial McGraw Hill.
- ✓ “ANALISIS ECONÓMICO EN INGENIERÍA”; Newman, Donald G., Editorial McGraw Hill.
- ✓ “Construction Extention to The PMBOK”- Segunda Edición