BENEMÉRITA **U**NIVERSIDAD **A**UTÓNOMA DE **P**UEBLA
Facultad de Ingeniería
Secretaría de Investigación Estudios de Posgrado

INDICADORES DE MEDICIÓN PARA CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN UNA PEQUEÑA EMPRESA.

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Presenta:
ING. LUZ MARÍA VILLAVICENCIO REYES

Asesor de tesis:
M.I. CARLOS BUSTOS MOTA

Puebla, Pue. Junio 2021

BUAP

Oficio No. SIEP/1129/2021

C. Luz María Villavicencio Reyes
Matrícula 219470123
Pasante de la Maestría en Ingeniería
con opción terminal en Construcción
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Angel Cecilio Guerrero Zamora, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema titulado: **Indicadores de medición para control de obras de construcción en una pequeña empresa,** para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción, asignándose como Director al M.I. Carlos Bustos Mota.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Zaragoza, junio 08 de 2021.

M.I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director

C.c.p. M. I. Carlos Bustos Mota, director del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

AEPS/sco*

Facultad de Ingeniería
Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel, Ciudad Universitaria, Puebla, Pue. C.P. 72570
222 229 55 00 Ext. 7610

M.I. Ángel Cecilio Guerrero Zamora
Director de la Facultad de Ingeniería, BUAP
Presente.

El que suscribe, maestro en ingeniería Carlos Bustos Mota, en calidad de director de la presente Tesis titulada: "INDICADORES DE MEDICIÓN PARA CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PEQUEÑA EMPRESA", para obtener el Grado de Ingeniería con Opción Terminal en Construcción, que presenta la ingeniera Luz María Villavicencio Reyes; no tengo inconveniente en autorizar la impresión de la Tesis citada, al cumplir con las revisiones necesarias para su terminación.

Lo que hago de su conocimiento para los efectos académicos a que haya lugar y sin más por el momento, me despido de usted.

Atentamente
H. Puebla de Zaragoza, a 25 de junio de 2021

M.I. Carlos Bustos Mota
Director de Tesis

C.c.p. Interesado

DEDICATORIA

A mis hijos: Daniel, Stephanie y Santiago por apoyarme siempre, por ser mi motivación de todos los días y mi inspiración para poder culminar este proyecto.

A Reyna, mi madre, por ser mi brazo fuerte, mi apoyo y motivación, por estar siempre, porque todo lo que soy es gracias a ella, por nunca truncar mis metas y proyectos y permitirme continuar en mi preparación profesional y nunca limitarme.

A mis abuelos Cándida y Patricio, por ser mi mejor ejemplo de sabiduría, fortaleza, esmero, esfuerzo, tenacidad y las ganas de salir adelante.

A mi hermana Mitzy, por apoyarme siempre y tener las palabras correctas para motivarme en cada proyecto, por emocionarse conmigo en cada logro de mi vida.

A la familia Villavicencio por ser quienes siempre están conmigo y nunca soltarme.

A Karla, amiga mía, por siempre darme palabras de aliento y confianza de culminar este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A dios, por permitirme la posibilidad de estudiar la maestría, por la sabiduría y fuerza para terminar esta etapa académica y por siempre estar conmigo y permitirme tanto en la vida.

A mi asesor de tesis, Ing. Carlos Bustos, por el tiempo dedicado, la motivación y el apoyo brindado en todo momento.

A cada uno de los maestros que compartieron sus conocimientos en cada materia impartida.

A Gruceca Constructor Pavimentos y Obra Civil por facilitarme la documentación presentada en mi tesis.

INDICE

RESUMEN VIII
ANTECEDENTES VIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA X
JUSTIFICACION XI
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN XII
MARCO TEORICO XIII
OBJETIVO GENERAL XV
OBJETIVOS ESPECIFICOS XV
HIPOTESIS O SUPUESTOS XV
INTRODUCCIÓN XVI
CAPITULO 1 EMPRESAS Y PLANIFICACIÓN DE OBRA 10
1.1 Definición de empresa 10
1.2 Tipos de empresa 11
1.3 Pequeñas empresas en México 17
CAPITULO 2. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD 20
2.1 ¿Qué es productividad? 21
2.2 Productividad y estrategia de empresa 23
2.3 ¿Qué es una planificación de obra? 24
2.3.1 PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS 26
2.4 EL CONTROL Y SU RELEVANCIA 28
2.4.1 Tipos de control 29
2.4.2 Factores de control 30
2.4.3 Control en la construcción 31
CAPÍTULO 3 INDICADOR DE MEDICIÓN EN OBRA 34
3.1 Tipos de indicadores de obra 34
3.2 Objetivos de los indicadores 37
3.3 Características de un indicador 38
CAPITULO 4. PROPUESTA DEL FORMATO (PLANTILLA DE INDICADORES) 40
4.1 Desarrollo del formato 41
4.2 Indicadores establecidos y justificados 49

5 Aplicación de indicadores durante la ejecución de obra 53
EJEMPLO 1: DE SEGUIMIENTO 55
EJEMPLO 2: DE CORRECCIÓN 67
EJEMPLO 3: SIN CORRECCIÓNES 91
6 Conclusiones 102
RECOMENDACIONES 104
BIBLIOGRAFÍA 105
ANEXOS 110
ANEXO A: PROGRAMA GENERAL DE OBRA. 110
ANEXO B: EXPLOSIÓN DE INSUMOS DE LA OBRA. 116
ANEXO C: PROGRAMA CALENDARIZADO DE PARTICIPACIÓN DE MANO DE OBRA. 117
ANEXO D: FORMATO DE CONTROL DE INSUMOS DE LA OBRA 119
ANEXO E: FORMATO PARA PROGRAMACION DE CUADRILLAS EN OBRA. 120
ANEXO F: FORMATO PARA PROGRAMACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN OBRA. 121

RESUMEN

ANTECEDENTES

Actualmente en proyectos de construcción se carece de planeación y control de obra, de acuerdo con el Instituto del Fracaso, brazo de investigación del movimiento de emprendedurismo *Fuck Up Nights,* de origen Mexicano y el cual se soporta en la Asociación Mexicana de Capital Privado (AMEXCAP), dentro de muchas, algunas de las razones por las cuales una empresa no alcanza el éxito según el Instituto, con 48% la carencia de indicadores y no tener clara la finalidad del negocio, con 44% una escasa planeación, complicaciones en la y con el 43% oportunidades de mercado (Jair, 2016), en la mayoría de estas se ejecuta sin saber si van ganando o no, y si van ganando cuanto es la utilidad que tienen acumulada en la fecha de revisión del proyecto. Son muchas las situaciones que generan la problemática de la falta de seguimiento, control y monitoreo en las obras de construcción, sobre todo en empresas pequeñas, las cuales, la mayoría de ellas son de nueva creación o se encuentran en pleno desarrollo, muchas veces se deja de lado el poder llevar estas acciones y poder tener un estatus general y rápido de la obra en ejecución o en qué condiciones se está terminando.

Lo que se ha observado a lo largo de la experiencia laboral personal es que, algunos de los factores por los cuales no se lleva a cabo una planeación, control y monitoreo de una obra e implementación de indicadores son, por mencionar algunos los siguientes:

- Inversiones altas en pagos de licencias en programas.
- No designar a personal específicamente para el área de control de Obra.
- No darle la debida importancia de llevar el control de la obra.
- No tener el estatus de la obra actual ni histórica.
- No prestar atención al análisis de seguimiento de la obra.
- Falta de indicadores de obra.

- No llevar el monitoreo de las obras.
- No llevar el control de costos
- Falta de control en el costo de insumos pagados y por pagar según la programación de la obra.
- Omisión en Considerar los cambios a los proyectos para actualización de los insumos a considerar, contemplando los ya pagados y los faltantes por pagar.
- Desconocer de flujo de efectivo

Es de vital importancia llevar la medición durante estas etapas mediante indicadores que permitan conocer el estatus real de la obra, a lo que muchas veces no se le da la debida importancia. En México muchas empresas fracasan (Mario, 2014), las principales causas de esto es la deficiencia en la planeación, no contar con procesos para análisis de seguimiento, complicaciones en la ejecución de obra, la administración de la obra y sobre todo la falta de indicadores vitales para el control de lo que está sucediendo y ocurriendo en la obra.

La planeación sirve como marco de referencia a los programas de control. Adoptar buenas metodologías de seguimiento que acompañen a los procesos de planeación, con miras a lograr un buen desempeño en la gestión y alcanzar las metas deseadas, es una necesidad latente. A pesar de los nuevos métodos de gestión resulta evidente esta necesidad, es muy frecuente encontrar dificultades en los procesos de seguimiento de obra, al no emplearse indicadores adecuados que identifiquen, sistemática y sistémicamente, situaciones importantes que requieran corrección y/o mitigación. La mayoría de las metodologías modernas de mejoramiento basan su estrategia buscando maximizar valor y minimizar pérdidas, razón por la cual, la productividad es uno de los indicadores importantes que mide el desempeño de una buena gestión. Este enfoque, es un planteamiento estratégico orientado hacia los procesos, donde prevalece la verificación y el aseguramiento del procedimiento y el resultado, más allá del viejo esquema de solo verificar resultados (Aguilar, 2007). El presente trabajo apunta hacia metodologías de seguimiento, que definan a la productividad, como un indicador significativo de gestión y control en las obras de construcción, en especial la productividad de las cuadrillas de trabajo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las empresas, lo que no se conoce no se puede medir, lo que no se mide no se puede controlar, lo que no se controla no se puede mejorar. Para poder mejorar es necesario llevar una planeación, así como su seguimiento para tener históricos llevar a una mejora a la empresa. Los principales motivos por el cual no se lleva una planeación, según expone Robinson y Pearce (1984) son los siguientes:

- El tiempo, ya que de por si para el personal encargado de la administración de obra, le resulta escaso el tiempo el tema de planear y monitorear el día a día de esta misma se considera complejo.
- Dificultad para empezar. Cuando el personal administrativo desconoce de planeación, así como el proceso y seguimiento de actividades y no están habituadas con información que sirva para llevarla a cabo.
- La falta de experiencia. Es común que a los administradores de una pequeña empresa les falte el hábito y no sean expertos en planeación.
- La falta de confianza y apertura. En la administración de una empresa pequeña los encargados suelen ser meticulosos en unos puntos para las decisiones y el grado de impacto de estas, por ello muchas veces no dan apertura a compartir la planeación con los empleados o monitores externos.

Con respecto a la planeación y control de obra, su monitoreo se lleva a cabo recurriendo a la implementación de indicadores que nos ayudan a tener un estatus de la salud de la obra respecto al costo, calidad y tiempo de esta.

Hay que mencionar, además que en las construcciones y sobre todo para empresas pequeñas y/o que apenas empiezan su desarrollo no tienen la capacidad de invertir en software con los que puedan llevar un control de su obra y su monitoreo, por lo que en esta tesis se plantea la propuesta de un formato sencillo, el cual sea fácil de llevar, monitorear y sin costo impactante y que todas las empresas pequeñas puedan absorber, esto teniendo únicamente la inversión en las horas hombre que se le inviertan a éste, sin necesidad de invertir en costosas licencias, el desarrollo de esta plantilla es para que cualquier empresa tenga al alcance una manera rápida,

eficiente y eficaz de poder tener un panorama de su obra día con día sin necesidad de inversiones que no están al alcance de todos.

Actualmente, las empresas en general, adolecen de establecer indicadores de medición que les permitan evaluar su nivel de desempeño, por lo que el objetivo de esta tesis, es establecer indicadores que puedan ser aplicados, para poder medir el desempeño de la empresa, y tomar las decisiones necesarias para implementar mejoras.

JUSTIFICACION

Los indicadores se usan para medir el estatus en una obra sobre sus acciones principales para llevar un buen desempeño, conservar la utilidad y obtener una mejora con el tiempo.

El tiempo para llevar a una empresa a una mejora dependerá mucho de los tiempos de ejecución de la obra y de la velocidad que se dé para la implementación de indicadores de obra.

Es necesario saber diferenciar el tipo de indicador según la etapa de gestión del proyecto u obra.

El fin de desarrollar esta tesis es plantear indicadores de obra que permitan medir durante cada etapa del proceso de una obra para ir solventando las necesidades que está presente, determinando el seguimiento y la medición. Analizar la información cualitativa para poder mejorar la aplicación de algunas técnicas durante el seguimiento y evaluación de control de obra en una plantilla que resulte fácil de llevar en su control y al alcance económicamente de las pequeñas empresas.

Revisar constantemente, por medio de retroalimentación los motivos por los que está sucediendo o sucedió el plan a cabo.

Con la implementación de indicadores, lograr que los recursos disponibles para una obra, sean rentables y no haya desvíos en estos mismos. Como se mencionó antes,

no se puede medir algo sobre lo que no se lleve control, y mucho menos corregir, por ellos es de vital importancia el poder llevar el control mediante indicadores de obra, los cuales nos dirán con un solo dato el estado de la obra y en base a ello poder tomar medidas de corrección, seguimiento o cual sea el caso según el estatus de la obra que arrojen los indicadores, sobre todo en empresas pequeñas, ya que un pequeño descuido puede impactar en mucho su permanencia en el mercado, esto es, por citar un ejemplo, si se descuida el monitoreo de la obra y su desconocimiento, en caso de que esta vaya mal y no se tomen medidas de corrección y en un punto esta obra impacte mucho en las finanzas de la empresa o peor aún si esta fuese la única obra para sacarla a flote, dependería de ella para poder permanecer y desconocer la salud de la obra podría terminar con la vida de permanencia de la empresa, por lo general porque en empresas pequeñas, una obra es de gran impacto y puede considerarse el futuro en algunas ocasiones de esta.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten hacer mejoras?

¿La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten prever o anticipar correcciones?

¿La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten llegar a la utilidad proyectada?

¿La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten conocer de manera simple la salud de estas?

MARCO TEORICO

Los sistemas de gestión certificables están regidos por la International *Organization for Standardization* (ISO), estos sistemas terminan siendo el instrumento más conocido para facilitar un método de trabajo con el que se consiga mejorar los procesos.

A causa de que las empresas establecen Sistemas de Gestión de calidad certificables resulta necesario sistematizar los esfuerzos, costos y recursos destinados a los mismos. Sobre todo, cuando las normas de referencia en las que se enfocan, comparten requisitos en un porcentaje importante, y la metodología de gestión es al cien por cien idénticas.

Así, por ejemplo, la idea de optimizar recursos, costos y esfuerzos vendrá por la integración común de todos aquellos conceptos cuya gestión tienen aspectos y requisitos comunes. El objetivo no es otro que evitar duplicidades, optimizar recursos y simplificar al máximo la gestión de todos los Sistemas.

La integración es el proceso a través del cual la organización aprende a introducir criterios y especificaciones en sus sistemas de modo que satisfagan a todos sus clientes (internos, externos, institucionales, partes interesadas, etc.) de forma simultánea, ahorrando costos y esfuerzos, con un espíritu innovador, autocrático y comprometido con la mejora continua mediante una gestión eficaz y eficiente de todos los recursos existentes. El modelo de gestión integrado debe presentar una visión que globaliza y orientada al cliente según postulados de Calidad total y a ser posible según principios basados en modelos de excelencia empresarial.

Un sistema de gestión integrado es un sistema único diseñado para gestionar múltiples aspectos de las operaciones de una organización en consonancia con múltiples normas, como las relativas a la gestión de la calidad, el medioambiente y la salud y la seguridad laboral. (Organismo de Certificación Global, 2021)

La mayoría de las empresas se apoyan de algún tipo de sistema, algunos informales y algunos otros sistemas formales, para tratar estos temas; Sin embargo, lo que muchos responsables desconocen es el grado en el que están duplicando los

procesos o la creación de trabajo extra innecesario para su personal. (Organismo de Certificación Global, 2021)

No se puede hablar realmente de un Sistema de Gestión Integrado hasta que no se consiga sistematizar todos los procesos claves y relevantes que intervienen en la empresa.

Todos los sistemas de gestión tienen requisitos que inciden en la planificación de los mismos. A continuación, se describen unos puntos en los que se ve claramente el por qué se requiere integrar los Sistemas de Gestión en un solo sistema certificable por la *International Organization for Standardization* (ISO):

• Todos los sistemas indican la necesidad de implantar procedimientos que aseguren una correcta gestión de los proyectos.

• Todos los sistemas establecen que las empresas están obligadas a establecer revisiones periódicas de los sistemas con el objetivo de verificar el grado de eficacia, de adecuación a las normas de referencia, el grado de cumplimiento, así como la ratificación o modificación de las políticas establecidas.

• Todos los sistemas establecen que las empresas u organizaciones tienen que establecer objetivos que garanticen la mejora continua de los sistemas de gestión establecidos.

• Cualquier estrategia de implantación que tenga como objetivo la integración de los sistemas deberá tener en cuenta su relación con los procesos claves y relevantes que cruzan horizontal y verticalmente toda organización.

• Los Sistemas deben estar supeditados a los procesos de gestión relacionados y servir de herramientas estructuradas para la gestión de éstos. Ejemplo: Sistema calidad ISO 9001 deberá estar relacionado con el proceso de gestión de calidad o del proceso de sistematización y mejora.

• Los tres sistemas establecen una metodología común basada en los principios de la calidad total y en el ciclo PDCA ("Planificar, Hacer, Comprobar y Actuar").

Las actividades de seguridad laboral, salud ocupacional y medio ambiente son fácilmente integrables estructural y jerárquicamente al tener objetivos y métodos de trabajo muy similares, no así, calidad, dado que dispone de más elementos específicos.

OBJETIVO GENERAL

Implementar indicadores adecuados, de aplicación práctica, que les permita a las empresas pequeñas, conocerlos, aplicarlos y llegar a la toma de decisiones adecuadas durante la ejecución de una obra de construcción.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Monitoreo en la implementación de indicadores para la planeación y control de obra, desde el proceso de la concepción del proyecto y su desarrollo hasta que la obra llegue a su fin.

HIPOTESIS O SUPUESTOS

La implementación de indicadores permite medir el estatus de una obra en su amplitud costo, tiempo y calidad y llevan a una pequeña empresa a la correcta toma de decisiones en una obra de construcción.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en los proyectos de construcción se tienen deficiencias en planeación y control de obra, en la mayoría de estas se ejecuta sin saber si se tiene el mejor desempeño o no en los diferentes ámbitos que se tienen, como son tiempo, costo, calidad, y si se tiene el mejor desempeño, cuanto es la utilidad que tienen acumulada en la fecha de revisión del proyecto. Es de vital importancia llevar la medición durante estas etapas mediante indicadores que permitan conocer el estatus real de la obra, lo que muchas veces no se le da la debida importancia. En México muchas empresas fracasan, acorde con el INEGI en México más del 60% de las empresas, sobre todo las conocidas como Pequeñas y Medianas empresas (PyMEs) fracasan y las principales causas de esto es la deficiencia en la planeación, no contar con procesos para análisis de seguimiento, complicaciones en la ejecución de obra, la administración de la obra y, sobre todo, la falta de indicadores vitales para el control de lo que está sucediendo en la obra.

En las empresas lo que no se conoce no se puede medir, lo que no se mide no se puede controlar, lo que no se controla no se puede mejorar. Para poder mejorar es necesario llevar una planeación, así como su seguimiento para tener históricos llevar a una mejora a la empresa. Resulta ser que las principales causas por las que se carece de una planeación y sobre todo su control y seguimiento son algunas de las siguientes:

- El tiempo, ya que de por si para el personal encargado de la administración de obra, le resulta escaso el tiempo el tema de planear y monitorear el día a día de esta misma se considera complejo.
- Dificultad para empezar. Cuando el personal administrativo desconoce de planeación, así como el proceso y seguimiento de actividades y no están habituadas con información que sirva para llevarla a cabo.
- La falta de experiencia. Es común que a los administradores de una pequeña empresa les falte el hábito y no sean expertos en planeación.

- La falta de confianza y apertura. En la administración de una empresa pequeña los encargados suelen ser meticulosos en unos puntos para las decisiones y el grado de impacto de estas, por ello muchas veces no dan apertura a compartir la planeación con los empleados o monitores externos.

La planeación y control de obra se monitorean mediante indicadores que permiten conocer el estatus de la obra en cuanto al tiempo, costo y calidad.

Actualmente no se aplican indicadores de medición de forma regular en todas las empresas, el objetivo de esta tesis, es dar a conocer indicadores que ayudaran en el proceso de planeación y control de obra, para su monitoreo y de esta manera poder llegar a la utilidad proyectada en el inicio del proyecto, sucediendo que a pesar de los cambios que el proyecto de construcción tenga en su ejecución esta utilidad se logre mediante la toma de decisiones durante la ejecución, las cuales serán de manera correctiva, constructiva, de seguimiento o cual sea el caso.

CAPITULO 1 EMPRESAS Y PLANIFICACIÓN DE OBRA

En este capítulo se desarrollarán conceptos básicos, fundamentales para dicha tesis, ya que es de vital importancia conocerlos para el entendimiento del desarrollo de esta misma.

1.1 Definición de empresa

Una empresa dispone de algunos factores de producción, los cuales sirven para que mediante decisiones por el hombre se conviertan en servicios y/o productos a ofrecer a la sociedad y/o mercado.

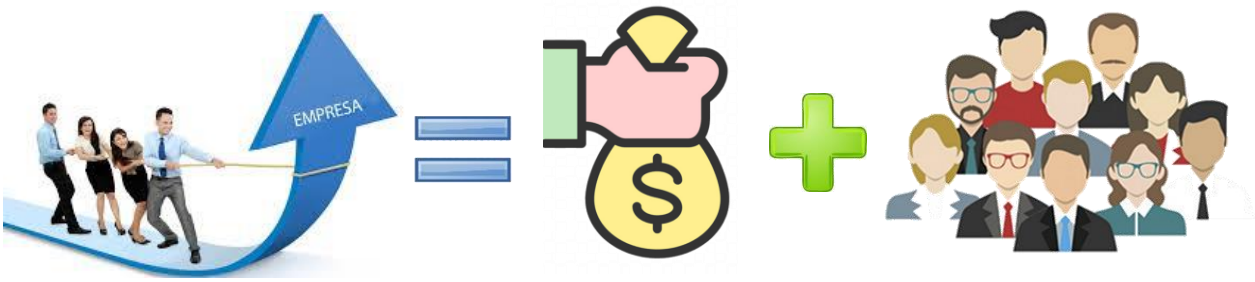


Figura 01. Conformación de empresa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Una empresa resulta ser la suma de los elementos que se muestran gráficamente (Figura 01), dinero más personas, ambos se combinan y se complementan. Es importante mencionar que uno solo de estos elementos no es suficiente.

De acuerdo con Sumup, una definición de empresa es que es una organización de personas que comparten los mismos objetivos para la misma finalidad. Es una unidad productiva colectiva y dedicada a desenvolver una actividad económica con ánimo de lucro. En nuestra sociedad, es muy común la creación continua de empresas. (Sumup, s.f.)

En general, de acuerdo con este autor, una empresa es la que se conforma para llegar a un objetivo en común, teniendo beneficios que, a base de prestar, ofrecer o producir algún servicio.

Por el mismo lado, el autor López Martínez define a una empresa como la combinación formada por personas que trabajan juntas y generan dinero y bienes materiales que resulta ser un beneficio tanto como quien capitaliza, así como los empleados que hacen posible el generar estos ingresos a la empresa, a base de la producción de diversos productos o servicios que ofrecen a entidades o personas interesadas en ellos (los clientes). (López Martínez, 2009)

Por tanto, se puede definir empresa como la combinación organizada de dinero y de personas que trabajan en conjunto para producir un valor material o un beneficio. Una empresa como organización, se define como la suma de diferentes componentes:

- Objeto común
- Conjunto de personas y medios
- Esfuerzo combinado
- Sistema de dependencias y relaciones que aseguren la coordinación

Por tanto, para Angeles & Giner de la Fuente una empresa, es el conjunto de medios humanos y materiales que se disponen para conseguir una finalidad según un esquema determinado de relaciones y dependencias entro los diferentes elementos que la componen. (Angeles & Giner de la Fuente, 2007)

1.2 Tipos de empresa

Es de criterios y varios puntos de vista que nacen varios tipos de empresas, de los cuales algunos se describen a continuación:

Según el sector de actividad (Elio, 2003)**:**

1. Empresas del sector primario: Son quienes se enfocan y su actividad primordial está relacionado a la naturaleza, ejemplo: la energía eólica, petróleo, agricultura, temas ganaderos, entre otras.

2. Empresas del sector secundario o industrial: Son las que se encargan de transformar materias primas y su sector principal es este, por citar algunos ejemplos esta la madera y textiles.

3. Empresas del sector terciario o de servicios: Son las empresas con mayor amplitud, están se especializan en una gran gama de sectores, entre ellos lo relacionado a temas de transporte, comercio, construcción, asesorías entre otras.

Según el tamaño:

Otra clasificación más se basa conforme al tamaño de la empresa, no precisamente en tamaño de instalaciones, si no por el número de empleados y facturación de esta misma, de estas se mencionan a continuación:

- Grandes Empresas: De acuerdo con Fleitman, una empresa grande maneja flujos grandes, teniendo un capital y financiamiento mayor, lo más común es que sus instalaciones son propias, sus ventas son de varios millones de dólares, tienen miles de empleados de confianza y sindicalizados, cuentan con sistemas de Gestión avanzados, sofisticados que tienden a ser caros pero se cuenta con la capitalización para invertir en estos temas, aunado a esto, este tipo de empresas puede conseguir créditos o financiamiento con instituciones financieras de índole nacional y hasta internacional. (Fleitman, 2000)

- Medianas empresas: De acuerdo con Fleiman, a este grupo de empresas lo conforman las que se integran por características como quienes tienen procesos y procedimientos bien definidos, cuentan con sindicato, el número de personas que la conforman son en cientos y en algunas ocasiones miles (Fleitman, 2000).

- Pequeñas empresas: De acuerdo con Thompson, estas conforman una entidad pequeña, el número de empleados que la conforman no alcanza los miles, su facturación anual no excede y terminan siendo rentables pero que no ocupan gran mercado o abarcan gran industria (Thompson, 2007).

- Microempresas: Fleitman describe a estas empresas como reducidas al grado de que el administrador único o propietarios puede atender personalmente, son por lo regular de índole privada con un número pequeño de personal o en muchas de las veces de atención directa (Fleitman, 2000).

Según la propiedad del capital:

Se refiere a: si el capital está en poder de los particulares, de organismos públicos (Elio, 2003) o de ambos. En ese sentido, se clasifican en:

- Empresa Privada: El capital de estas empresas proviene de índole privado y se manejan con recursos que pertenecen a la empresa 100%.
- Empresa Pública: El capital de este tipo de empresas es de índole nacional, provincial o municipal y por tanto los recursos le pertenecen al Estado.
- Empresa Mixta: Es el tipo de empresa en la que el capital puede ser una parte de índole privado y otra parte pública.

Según el ámbito de actividad:

En este tipo de clasificación permite analizar la relación e interacción que tiene una empresa con su entorno dentro de los ámbitos económico, social y político. (Elio, 2003). En este sentido las empresas se clasifican en:

- Empresas locales: Son las que tienen operación en pueblos, ciudades o municipios.
- Empresas provinciales: Son las que tienen operación provincia o estado de un país.
- Empresas regionales: Son las que venden dentro de provincias o regiones.
- Empresas nacionales: Estas empresas abarcan más amplitud de mercado, sus ventas son en territorio de un país o nación.
- Empresas multinacionales: Estas empresas tienen ventas en muchos países, son empresas más grandes y abarcan más mercado.

Según el destino de los beneficios:

Esta clasificación es orientada al fin de lucro que tienen los beneficios económicos de las empresas, esto es, el fin o destino que tienen los excedentes entre ingresos y gastos resumido en una utilidad, de aquí se dividen en dos grupos (Elio, 2003):

- Empresas con ánimo de lucro: La utilidad pasa a ser de los propietarios, accionistas, etc.
- Empresas sin ánimo de lucro: La utilidad pasa a ser propiedad de la empresa para su propio desarrollo.

Según la forma jurídica:

En cada país se regulan las empresas de forma jurídica según el desarrollo de su actividad. La elección de su forma jurídica condicionará la actividad, las obligaciones, los derechos y las responsabilidades de la empresa (Elio, 2003). Por lo anterior las empresas se clasifican entonces como se describe a continuación:

- Unipersonal: En este tipo de empresas solo existe un único dueño, quien funge como la persona que cuenta con la capacidad legal y representa de manera ilimitada todo su patrimonio ante las afectaciones que pudieran surgir a razón de acciones por su representada. (Elio, 2003).

- ❖ Sociedad colectiva: En este tipo de empresas existen más de un dueño o socios, quienes fungen como las persona que cuenta con la capacidad legal y representan de manera ilimitada todo su patrimonio ante las afectaciones que pudieran surgir a razón de acciones por su representada, estos en conjunto tienen participación en la dirección o gestión. (Elio, 2003).
- ❖ Cooperativas: estas empresas no tienen un ánimo de lucro, están constituidas para satisfacer temas socioeconómicos de los cooperativistas, quienes pueden ser trabajadores, clientes o proveedores de la empresa (Elio, 2003).
- ❖ Comanditarias: Poseen dos tipos de socios: a) los colectivos con la característica de la responsabilidad ilimitada, y los comanditarios cuya responsabilidad se limita a la aportación de capital efectuado (Elio, 2003).
- ❖ Sociedad de responsabilidad limitada: Los socios propietarios de estas empresas tienen la característica de asumir una responsabilidad de carácter limitada, respondiendo solo por capital o patrimonio que aportan a la empresa (Elio, 2003).
- ❖ Sociedad anónima: Tienen el carácter de la responsabilidad limitada al capital que aportan, pero poseen la alternativa de tener las puertas abiertas a cualquier persona que desee adquirir acciones de la empresa. Por este camino, estas empresas pueden realizar ampliaciones de capital, dentro de las normas que las regulan (Elio, 2003).

Tipos de empresa, economías de mercado:

Según Samuelson y Nordhaus, en las economías de mercado se produce una amplia variedad de organizaciones empresariales que van desde las más pequeñas empresas de propiedad individual hasta las gigantescas sociedades anónimas que dominan la vida económica en las economías capitalistas (Samuelson Paul, 2002)

Esta amplia variedad de organizaciones empresariales se divide en términos generales en los siguientes tipos de empresa:

- Empresas de propiedad individual: Por lo general, este tipo de empresa se halla constituida por el profesional, el artesano o el comerciante que opera

por su cuenta un despacho, un taller o una tienda; sin embargo, en la actualidad también se debe considerar a los millones de teletrabajadores o emprendedores en internet que han iniciado y mantienen un negocio en la Red o prestan servicios a través de ella.

La empresa individual tiene un inconveniente, el de no poder extenderse generalmente más allá de cierto límite, porque depende de una sola persona; si esta muere, envejece o enferma, la empresa puede desaparecer aun cuando su continuación pudiera haber sido tan beneficiosa para la comunidad o sus servidores (Ricardo, 1997)

- Sociedad colectiva: Dos o más personas cualesquiera pueden unirse y formar una sociedad colectiva. Cada una acuerda aportar parte del trabajo y del capital, quedarse con un porcentaje de los beneficios y compartir, desde luego, las pérdidas o las deudas (Samuelson Paul, 2002).

  La sociedad colectiva se caracteriza por tener socios que responden solidaria e ilimitadamente por las deudas de la sociedad (Ricardo, 1997). Si una persona (un socio) posee un 1 por 100 de ésta y quiebra, entonces deberá pagar el 1 por 100 de las deudas y los demás socios el 99 por 100. Pero si los demás socios no pueden pagar, esta persona podría ser obligada a pagarlo todo, incluso aunque eso significara vender sus apreciadas propiedades para ello (Samuelson Paul, 2002).

El peligro de la responsabilidad ilimitada y la dificultad de obtener fondos explican por qué las sociedades colectivas tienden a ser empresas pequeñas y personales, como las agrícolas y el comercio al por menor. Sencillamente, son demasiado arriesgadas en la mayoría de las situaciones (Samuelson Paul, 2002).

Sociedad anónima: Es una entidad jurídica independiente y, de hecho, es una persona jurídica que puede comprar, vender, pedir créditos, producir bienes y servicios y firmar contratos. Disfruta, además, de responsabilidad limitada, lo que quiere decir que la inversión y la exposición financiera de cada propietario en ella se limita estrictamente a una cantidad específica (Samuelson Paul, 2002).

Este tipo de empresa, se caracteriza por incorporar a muchos socios accionistas quienes aportan dinero para formar un capital social cuyo monto posibilita realizar operaciones que serían imposibles para el organizador en forma individual.

Las características de la sociedad anónima son: A) El capital está representado por acciones. B) Los accionistas o socios que la forman, frente a las obligaciones contraídas tienen una responsabilidad limitada. C) Son estrictamente sociedades de capitales; el número de sus accionistas es ilimitado, y esto le permite reunir y utilizar los capitales de muchas personas. D) Tiene existencia ilimitada, la muerte o la incapacidad de algunos de sus socios no implica la disolución de la sociedad. E) La razón social debe ser adecuada al objeto para el cual se ha constituido; no se designa con el nombre de los socios (Ricardo, 1997).

Según Samuelson y Nordhaus, en las economías de mercado avanzadas, la actividad económica se encuentra en su mayor parte en las sociedades anónimas privadas (Samuelson Paul, 2002).

Para terminar este punto, cabe señalar que, según Samuelson y Nordhaus, las empresas que predominan por su número son las diminutas. Pero las que dominan la economía por sus ventas y activos, por su poder político y económico y por el volumen de su nómina y empleo son los pocos cientos de grandes sociedades anónimas (Samuelson Paul, 2002).

1.3 Pequeñas empresas en México

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMEs) se clasifican en términos de inversión realizada en su estructura, además del lugar donde operan y el sector. Este tipo de compañías contribuyen significativamente a la producción, creación de empleos, aumento en la producción del sector manufacturero, ampliar el apoyo de las industrias más grandes mediante el suministro de materia prima, etc. en la economía de un país.

Por definición, el reporte de crédito de las micro, pequeñas y medianas empresas en México, así como en otros países en vías de desarrollo, es importante crear un

ecosistema empresarial amplio, que, de promoción y desarrollo a las MIPyMEs, ya sea con apoyo de los gobiernos estatales o con otro tipo de apoyo para sobresalir. Al respecto, la encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas, reportó que existen poco más de 4 millones de micro, pequeñas y medianas empresas. Para lograr que crezcan, es importante hacer un mayor uso de canales y medios de información, en donde se puedan dar a conocer algunas herramientas actuales existentes para detonar las capacidades productivas de las empresas, junto con los programas de promoción y apoyo con los que cuenta el Gobierno Federal. De hecho, el 85.7 por ciento de las MiPyME no conocen los fondos que ofrece el gobierno para poder establecer un modelo financiero y debido a su importancia como generadores de empleo, resulta relevante que empiecen a tomarlos en cuenta. (Inadem, 2018)

A su vez, de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México, la esperanza de vida promedio de una empresa emergente es de 7.8 años, por lo que es poco probable que llegue a consolidarse en el mercado nacional; de este universo, 66.8 por ciento reveló que no aceptaría sacar un crédito bancario para salir a flote, ya que indican no tener confianza en las instituciones bancarias que los tramitan. (Inadem, 2018) (INEGI, 2016)

Por su parte, la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (también del Instituto Nacional de Estadística y Geografía) indicó que, al cierre de 2017, al menos 7.9 millones de personas empleadas se encuentran laborando por pequeñas empresas. El grueso de las pequeñas empresas no se toma la molestia de dar formal liquidación a empresas que ya no operan. (Merca2.0, 2018)

En México, las pequeñas empresas son aquellos negocios dedicados al comercio, que tiene entre 11 y 30 trabajadores o generan ventas anuales superiores a los 4 millones y hasta 100 millones de pesos.

Son entidades independientes, creadas para ser rentables, cuyo objetivo es dedicarse a la producción, transformación y/o prestación de servicios para satisfacer determinadas necesidades y deseos existentes en la sociedad.

Representan más del 3 por ciento del total de las empresas y casi el 15 por ciento del empleo en el país, asimismo producen más del 14 por ciento del Producto Interno Bruto.

Una empresa sobrevive en gran parte gracias a su productividad, por lo cual es necesario saber sobre productividad y competitividad en una empresa, para su control y manejo, esto abarcando diversas áreas.

Es necesario que una empresa sea competente ya sea de manera interna y externa para poder salir a flote y poder ofrecer lo mejor ante los diferentes mercados y competencias. De manera interna las empresas pueden ser competentes mediante sus colaboradores, buscando en ellos su compromiso, capacitación, experiencia y demás, llevando el control de sus rendimientos, puntos fuertes y capacitarlos y apoyarles para hacerlos expertos en su área. De manera externa, las empresas buscan competitividad en el mercado, precios, calidad, etc.

Una empresa siempre buscará mejoras y estas resultaran de la competitividad y productividad en sus diversos ámbitos.

Un cambio siempre resulta complicado, sobre todo cuando es algo nuevo, por ello nos basaremos en empresas pequeñas donde resulta ser más fácil tener pérdidas por no monitorear la productividad en el uso de insumos, esto porque resultan tener más impacto en la obra por la magnitud de estas.

Las empresas dentro del giro de la construcción son las más idóneas para poder analizar la aplicación del monitoreo de la productividad mediante índices que midan productividad en materiales, mano de obra, equipo y herramienta, así como otros rubros, por esto, se propone un cuadro de indicadores de obra, sobre empresas pequeñas dentro del giro de la construcción, empresas constructoras.

CAPITULO 2. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD

La necesidad de sanear los procesos productivos en todas las esferas de la actividad económica ha hecho de la productividad el foco de atención del público y de los especialistas en materia de competitividad. Sin embargo, a nivel de la empresa existen resistencias cuando se incorporan innovaciones que suponen un incremento de la productividad y un ahorro de los costos. A pesar de ello, las mejoras de la productividad parecen ser el principal remedio para aumentar los rendimientos, combatir las crisis, el desempeño, la inflación y conseguir productos altamente competitivos, en el caso de la construcción, obras rentables, de buena calidad, minoría en vicios ocultos, eficiencia y eficacia. (Daniel, 2018)

Figura 02. Obra de construcción carretera, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

El giro de las pequeñas empresas en la mayoría de los casos resulta ser la construcción.

En particular dentro de todas las actividades empresariales, dependiendo su sector, se despliega un particular que es la construcción, que son empresas constructoras, particularmente que ofrecen productos y servicios, estos se establecen con base al giro que tienen las empresas, en este caso, hablando de la construcción, la rama es muy amplia, tan extensa que una empresa puede tener miles de actividades que puede realizar.

La concepción de una obra como en la figura 02, es el resultado de varios insumos utilizados, como son, materiales, mano de obra, equipo y herramienta, cuyos insumos requieren ser controlados para poder tener medición de ellos y al mismo tiempo poder tener un análisis de la obra y un diagnóstico de evaluación de la misma. De aquí se desprende que uno de los insumos más importantes a controlar es la mano de obra, ya que es afectado por muchos factores que hacen que los rendimientos en obra sean muy variables, algunos de estos casos pueden ser por casos fortuitos o de fuerza mayor.

En general en una empresa constructora, se juegan en cualquier tipo de obra la productividad de sus insumos, el no tener control de las erogaciones de ellos puede implicar tener desfases dentro de las obras, para el desarrollo de esta tesis, únicamente nos basaremos al monitoreo del insumo de la mano de obra y de ello los costos generados y el tiempo de ejecución.

2.1 ¿Qué es productividad?

La productividad significa tener una mejora del proceso productivo o bien generar eficacia en un proceso constructivo. La mejora de la que se habla es una comparación en beneficio entre los insumos utilizados contra la cantidad producida de obra. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos) (Daniel, 2018). Es decir:

$$Productividad = \frac{\text{Producto}}{Recursos}$$

$$Productividad = \frac{\text{Cantidad}}{Rendimiento}$$

De esta forma, surgen algunos problemas como: definir el sistema, indicar cómo pueden expresarse sus entradas y salidas, y considerar cómo medir la productividad.

La medición de la productividad es a veces bastante directa, por ejemplo, cuando es medida como horas de mano de obra por tonelada de un producto específico de acero. Pero en muchos casos, existen problemas sustanciales para llevar a cabo esta medición. Algunos de los problemas de medición son:

La especificación del producto puede variar mientras la cantidad de insumos y salidas permanece constante.

Los elementos externos pueden causar un crecimiento o disminución en la productividad por el cual el sistema puede no ser directamente responsable.

Existen varias alternativas para expresar la productividad, ellas son las siguientes (Daniel, 2018).

1. Productividad parcial y productividad total. La productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada).

$$Productividad\ Parcial = \frac{\text{Salida Total}}{Una\ Entrada}$$

El ejemplo típico es la productividad de la mano de obra, que resulta del cociente entre una medida dada del total de los bienes y servicios producidos y una medida de la mano de obra empleada.

La productividad total involucra, en cambio, a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas.

$$Productividad\ Total = \frac{\text{Salida Total}}{Entrada\ Total}$$

2. Productividad física. La productividad física de una entrada es el cociente entre la cantidad física de la salida del sistema y la cantidad necesaria de esa entrada para producir la salida mencionada o, lo que es lo mismo, la cantidad de salida por unidad de una de las entradas. La salida puede estar expresada en toneladas, metros, metros cuadrados, unidades, etc. y la entrada en horas-hombre, horas-máquina, kilovatios-hora, etc.

La productividad física es más usada por los técnicos porque brinda información de mayor precisión.

3. Productividad promedio y productividad marginal. La productividad promedio es el cociente entre la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir la salida mencionada.

Las productividades se expresan en promedio. El concepto "promedio" es usualmente asociado al concepto "parcial".

El concepto de productividad promedio es útil para realizar análisis comparativos de productividades entre distintos sistemas y detectar mejoras o deterioros del índice en el transcurso del tiempo.

2.2 Productividad y estrategia de empresa

Toda empresa ha de otorgar una atención especial al hecho de que su estrategia (la decisión de cómo quiere llegar a sus objetivos) sea eficaz, pues de ella dependerá su éxito, es decir, ha de tener una estrategia que pueda aplicarse eficientemente.

Quien no posea objetivos claros no podrá definir su estrategia y quien deja de definirla tendrá un rumbo poco eficaz. Hay directores generales que estiman que sólo ellos han de tener en mente la estrategia, porque los demás no deben conocerla ("alguno, si la conoce, se irá a la competencia…") Otros, en cambio, dedican varios meses para definirla mediante métodos participativos que permiten compartirla con el mayor número de directivos y mandos de la empresa. A largo plazo, el compromiso que adquiere toda la compañía en estos casos suele ser de

tal coherencia que la propia definición convierte a la estrategia en productiva, mejorando las probabilidades de la empresa de alcanzar el éxito.

Por otra parte, la estructura de poder y de responsabilidad se repartirá entonces con cierta lógica, pudiendo asignarse a cada persona el cargo que puede asumir y otorgándole el poder de decisión que precise. Así sólo tendrá que actuar por excepción (lo que equivale a ocuparse sólo de lo importante y no de lo urgente o de lo imprevisto), aplicando en su empresa ese principio de subsidiariedad, que equivale a que haga cada cosa quien tenga suficiente capacidad y aptitudes para hacerla. Esa estrategia estará impregnada de visiones diversas que comparten una misma filosofía definida entre todos como relevante.

No es fácil que una empresa sea productiva si no tiene, para empezar, una estrategia clara, definida y compartida, una estructura concreta y un reparto de responsabilidades acorde con dicha estructura.

Para que una empresa pueda medir la productividad es necesario tener algunas medidas como es la planificación de obra.

2.3 ¿Qué es una planificación de obra?

La profesión de encargado de obra en el mundo de la construcción tiene una importancia de la que nadie duda. El éxito de la buena ejecución de las obras se debe a la dedicación y al buen hacer del encargado, a quien nunca se le reconocerá lo suficiente. Es por esta razón, y no por otra, por lo que se le debe dar una formación e información completa sobre cómo debe coordinar y dirigir los trabajos que le son encomendados. (Construmática, s.f.)

Se debe asegurar la buena marcha de la obra durante su ejecución; para ello hay que tener presente un principio fundamental: “una organización y planificación que no se controle tiene poca probabilidad de cumplirse”; de ahí la importancia que se le da al control. (ingcivil42, 2015)

La planificación de una obra de construcción es el conjunto de actividades tendentes a simular la realización de un trabajo, ordenándolo de la manera más económica posible y previendo todas las acciones para la ejecución de esta. (ingcivil42, 2015)

El contenido de una planificación (ingcivil42, 2015)**:**

1. Programa detallado del proceso de ejecución elegido
2. Necesidades de recursos físicos situados en el tiempo y en el espacio
3. Valoración del coste del proceso constructivo elegido
4. Plan de calidad
5. Plan de seguridad
6. Plan de control de producción.
7. Fases de una planificación

Las fases que existen en la planificación de una obra de construcción son las siguientes (ingcivil42, 2015):

- Determinación de las cantidades de obra a realizar
- Elección de las tecnologías a emplear
- Determinación de la productividad de los recursos aportados
- Cálculo de los tiempos parciales
- Definición del encadenamiento entre los procesos
- Programa fechado
- Suma de recursos
- Determinación de los costos de los recursos
- Estimación de los costos

Así, los resultados de la planificación de una obra de construcción son los objetivos y el orden en los que se deben desarrollar las actividades, los medios necesarios para cada actividad y para el conjunto de todas, el plazo final esperable para cada uno de los objetivos y la probabilidad de conseguir acabar dentro de dichos plazos.

2.3.1 PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS

Etapas y agentes participantes en el proceso de una obra

En la planificación y programación de la ejecución de una obra, se trata de definir el calendario de ejecución de un conjunto de actividades.

Al hacerlo es lógico que pensemos en primer lugar en todas aquellas actividades de obra productivas, que afectan directamente a la empresa responsable de la ejecución, es decir el constructor.

No obstante, el constructor no actúa solo. Sus actividades condicionan, y a la vez algunas crean dependencias por las actividades de otros agentes que intervienen en el proceso: el promotor, equipo redactor del proyecto, equipo de dirección de las obras, subcontratista e industriales, proveedores de materiales y elementos, la administración, compañías de servicio, etc. (ingcivil42, 2015)

Si se quiere que el programa sea el elemento base de coordinación entre los participantes, la propia elaboración de este programa se ha de hacer de manera coordinada, participando todos los agentes implicados. Esto supone tener desde el origen unos objetivos muy concretos, un producto a realizar (proyecto) perfectamente definido, y una presencia de todos los agentes en todas y cada una de las fases del proceso de la obra.

Es evidente, que el desarrollo actual del sector de la construcción, no se ajusta generalmente a los criterios expuestos. Las diversas fases del proceso de obra: PROMOCIÓN – DISEÑO – CONTRATACIÓN – EJECUCIÓN, no tienen con frecuencia una coherencia interna fruto de un programa y de unos objetivos globales, sino que se plantean de una manera compartimentada, como si cada uno tuviese una dinámica propia independiente de las otras. Los agentes actúan a partir del momento que le toca, quedando sus relaciones mutuas condicionadas en

función del sistema de contratación que se adopte para cada intervención. (IngCivil42, 2015)

A) Ventajas

Existen muchas ventajas para la planificación que deben estimular a todos los gerentes en todos los niveles de cualquier organización. Entre las cuales podemos mencionar las siguientes (Sussana, s.f.):

- Requiere actividades con orden y propósito. Se enfocan todas las actividades hacia los resultados deseados y se logra una secuencia efectiva de los esfuerzos.
- Señala la necesidad de cambios futuros. La planificación ayuda al gerente a visualizar las futuras posibilidades y a evaluar los campos clave para posible una posible participación.
- Contesta a las preguntas "y que pasa si…" Tales preguntas permiten al que hace la planificación, a través de una complejidad de variables ver e intuir los posibles planes de contingencia.
- Proporciona una base para el control. Este se ejecuta para cerciorarse que la planificación está dando los resultados buscados.
- Estimula la realización. El hecho de poner los pensamientos en papel y formular un plan proporciona al que hace los planes la orientación y el impulso de realizar y lograr los objetivos.
- Obliga a la visualización del conjunto. Esta comprensión general es valiosa, pues capacita al gerente para ver las relaciones de importancia, obtiene un entendimiento más pleno de cada actividad y aprecia la base que apoya a las actividades administrativas.
- Aumenta y equilibra la utilización de las instalaciones. Se hace un mejor uso de lo que se dispone.
- Ayuda al gerente obtener status. La planificación adecuada ayuda al gerente a proporcionar una dirección confiada y agresiva. (Gómez Ceja, 1994).

B) Desventajas

Existen desventajas o limitaciones del uso de la planificación (Sussana, s.f.).

- La planificación está limitada por la exactitud de la información y de los hechos futuros. La utilidad de un plan está afectada por la corrección de las premisas utilizadas como sub-secuentes. Si las condiciones bajo las cuales fue formulado el plan cambian en forma significativa, puede perderse gran parte del valor del plan.
- La planificación cuesta mucho. Algunos argumentan que el costo de la planificación excede a su contribución real. Creen que sería mejor gastar el dinero en ejecutar el trabajo físico que deba hacerse.
- La planificación tiene barreras psicológicas. Una barrera usual es que las personas tienen más en cuenta el presente que el futuro.
- La planificación ahoga la iniciativa. Algunos creen que la planificación obliga a los gerentes a una forma rígida de ejecutar su trabajo.
- La planificación demora las acciones. Las emergencias y apariciones súbitas de situaciones desusadas demandan decisiones al momento. No puede dejar pasar el tiempo valioso reflexionando sobre la situación y diseñando un plan.
- La planificación es exagerada por los planificadores. Algunos críticos afirman que quienes hacen la planificación tienden a exagerar su contribución.
- La planificación tiene limitado valor práctico. Algunos afirman que la planificación no solo es demasiada teórica. (Gómez Ceja, 1994)

2.4 EL CONTROL Y SU RELEVANCIA

En toda empresa, es necesario reducir riesgos, sea por diversas situaciones y circunstancias, por lo que es indispensable y de vital importancia gestionar los mismos, de aquí que el control interno en una empresa es tan importante y resulta de gran impacto.

La implementación de sistemas de control interno se puede considerar con una herramienta requerida para realizar prácticas y garantizar una mejor y adecuada realización de las actividades y operaciones de la empresa, así como llevar su control y de esta manera poder ofrecer mejoras en ciertos procedimientos, objetivos, actividades, resultados etc.

El objetivo fundamental de cualquier principio es tener claro los conceptos que se utilicen para los análisis de los riesgos empresariales y que todos conozcan el alcance del control y el resultado de los mismos, ya que existen muchas metodologías y muchos enfoques distintos para una gestión de riesgos empresariales. (Publicos, 2016)

2.4.1 Tipos de control

Los procesos de control permiten no sólo medir el rendimiento organizacional, sino además establecer justamente los estándares de calidad idóneos para ello, y además evaluar y tomar las medidas correctivas pertinentes.

El proceso de control idóneo, en este sentido, debe ser económico, flexible y preventivo, pero, además, como hemos dicho, debe responder a los objetivos organizacionales trazados.

Existen los siguientes tipos de control administrativo:

Control previo o precontrol. Al ser previos a la acción, aseguran que ésta responda a los recursos (humanos, materiales y financieros) planificados. Esto pasa por identificar los gastos financieros presupuestados, anticipar las actividades por realizar y prever lo que costará llevarlas a cabo.

Control directivo o de dirección. Se les conoce como controles de avance o controles cibernéticos, y supervisan el recorrido de los procesos organizacionales antes de que acaben, para tener tiempo de tomar medidas o forzar un cambio de ruta. Estos controles sólo dan resultado si se posee una retroalimentación adecuada.

Control a corriente. Este control se lleva a cabo a lo largo del proceso empresarial, es decir, a la par que están transcurriendo, de la mano de directivos o del propio personal operario.

Control posterior. Se llevan a cabo una vez finalizada la acción productiva y se dan de manera retrospectiva, evaluando todo el recorrido y extrayendo las conclusiones pertinentes de lo que salió bien y lo que no tanto. Luego se recoge un informe que sirve para futuras gestiones y para recompensar o alentar a los trabajadores.

2.4.2 Factores de control

Un término que debe tenerse en cuenta es el KPI (*Key Performance Indicator*, por sus siglas en inglés), o conocido también como indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento, o un valor que indica aspectos claves que se relacionan con las tareas prácticas de la empresa y que son fundamentales para conseguir el éxito de cualquier gestión. (miguelgarcia.me, 2019)

Los KPI o indicadores clave de desempeño son mediciones que se utilizan para medir el grado de cumplimiento de unos objetivos previamente establecidos.

Los KPI se utilizan para determinar el estado actual de un negocio y permiten definir una línea de acción futura; expresan las variables a tomar en cuenta para incrementar el desempeño favorable para conseguir el progreso, posicionamiento y ganancias significativas de la empresa. Miden las condiciones para el rendimiento y el desempeño de cada tarea.

Es imprescindible tenerlos en cuenta para estudiar cómo se produce el trabajo de una empresa y cómo influye en sus resultados, por lo que se debe definir el principal objetivo de la compañía con anterioridad.

Se pueden crear indicadores clave de desempeño para diferentes aspectos de la actividad empresarial, siempre y cuando sean medibles. Entre ellos tenemos los siguientes indicadores:

Económicos: permiten medir ingresos, costos, rentabilidad, gastos, beneficios, etc.

Financieros: permiten medir niveles de deuda, capacidad de endeudamiento, liquidez, solvencia, *payback*, entre otros.

De producción: permiten evaluar niveles de producción, eficiencia de procesos, materiales utilizados en el proceso de producción, etc.

De calidad: permiten medir porcentaje de defectos que se presenta en el proceso de producción, nivel de calidad de los productos, cantidad de fallas en equipos y procesos, interrupciones inesperadas o forzadas, etc.

De logística: con ellos se puede medir cantidad de pedidos, de entregas, stock, rotación de inventarios tiempos de entrega y tiempos de reposición.

De atención y servicio: permiten medir tiempos medios de atención personal o telefónica, pedidos sin atender, cantidad o porcentaje de devoluciones, cantidad de reclamos, cantidad de clientes nuevos, etc. (miguelgarcia.me, 2019)

2.4.3 Control en la construcción

Las fases del proceso de control tienden a ser las siguientes:

Fase 1: Establecer estándares. En esta fase inicial se afinan y definen los parámetros de medición o evaluación, sin los cuales sería imposible saber qué tan bien o mal sale el producto. Esto implica cuatro tipos de estándares: de cantidad (volumen de producción, cantidad de existencias, etc.), de calidad (exactitud, logro del producto), de tiempo (tiempos de producción) y de costos (costo de ventas, costos de producción, etc.).

Fase 2: Evaluación del desempeño. La medición propiamente dicha de los procesos organizacionales.

Fase 3: Comparación de desempeño. Se cotejan los márgenes esperados del desempeño con aquellos obtenidos, se los compara con los estándares iniciales para determinar el margen de éxito u error.

Fase 4: Acción correctiva. Se elabora un informe que registre todo lo anterior y se arrojan las acciones necesarias para mejorar o perfeccionar el proceso, como determinar a qué altura de la estructura empresarial están los problemas y cuáles son sus posibles soluciones.

Por otro lado, en empresas de construcción lo más conveniente sano para ellas es tener indicadores los cuales puedan ayudar a medir, controlar y mejorar, a continuación, se mencionan estos. (miguelgarcia.me, 2019)

Los siguientes son los indicadores clave utilizados en el sector de la construcción, separados en categorías. Existen muchos más, pero estos son los más habituales:

Costos

- Costo de mano de obra: Es la cantidad total de los sueldos y prestaciones pagados a los empleados más los impuestos de nómina pagados por el patrón.
- Costo de corrección de obra: Se refiere al dinero destinado a volver a realizar un trabajo hecho mal la primera vez.

Tiempo

- Porcentaje de la predictibilidad del tiempo de construcción: Mide la diferencia entre el tiempo estimado de obra y el tiempo que realmente llevó el realizarla.
- Proyectos terminados a tiempo o antes de lo previsto: Considera los proyectos terminados dentro del periodo prometido en relación con el total de proyectos realizados.

Calidad

- Número de problemas de calidad encontrados en la construcción cuando se le da uso: Es la medición de los problemas de calidad en la construcción detectados una vez que la obra está en su etapa de uso u ocupación.
- Número de defectos: Es medir el número de defectos en la construcción al momento de la entrega que hayan sido causados por las condiciones de la instalación.

Satisfacción del cliente

- Con la obra: Mide la satisfacción del cliente con la calidad de la construcción entregada.
- Con los servicios prestados: Es la medición de la satisfacción de cliente con el servicio que la empresa le prestó durante el proceso de construcción.
- Cambios pedidos por el cliente: Mide el costo y tiempo destinado a realizar modificaciones solicitadas por el cliente durante el proceso de construcción.

Seguridad laboral

- Número de bajas: La cantidad de trabajadores que resultaron lesionados o murieron durante la construcción.
- Porcentaje de accidentes no fatales: La proporción de accidentes que provocaron lesiones a los trabajadores en relación con el número total de proyectos de la empresa.
- Cantidad de tiempo perdido debido a accidentes: Mide el tiempo que la obra se detuvo por lesiones o muertes de los trabajadores.

Teniendo el conocimiento de los conceptos básicos tenemos un mejor contexto de la clasificación de empresas, y planificación de obra, los cuales son básicos y de vital importancia en el desarrollo de los siguientes capítulos, de igual manera en el siguiente capítulo, se hablará de indicadores, tipos de indicadores y sus características, de esta manera podremos conformar indicadores a usar para medición de la planificación de una obra en una empresa pequeña. En este capítulo, vimos los KPI´S que se utilizan para medir el grado de cumplimiento de unos objetivos previamente establecidos.

CAPÍTULO 3 INDICADOR DE MEDICIÓN EN OBRA

Un indicador de medición en obra se describe con una expresión cualitativa o cuantitativa que resulta observable para un fin, este nos permite detallar comportamientos y características de la evolución de una o más variables (Figura 03. Indicadores).

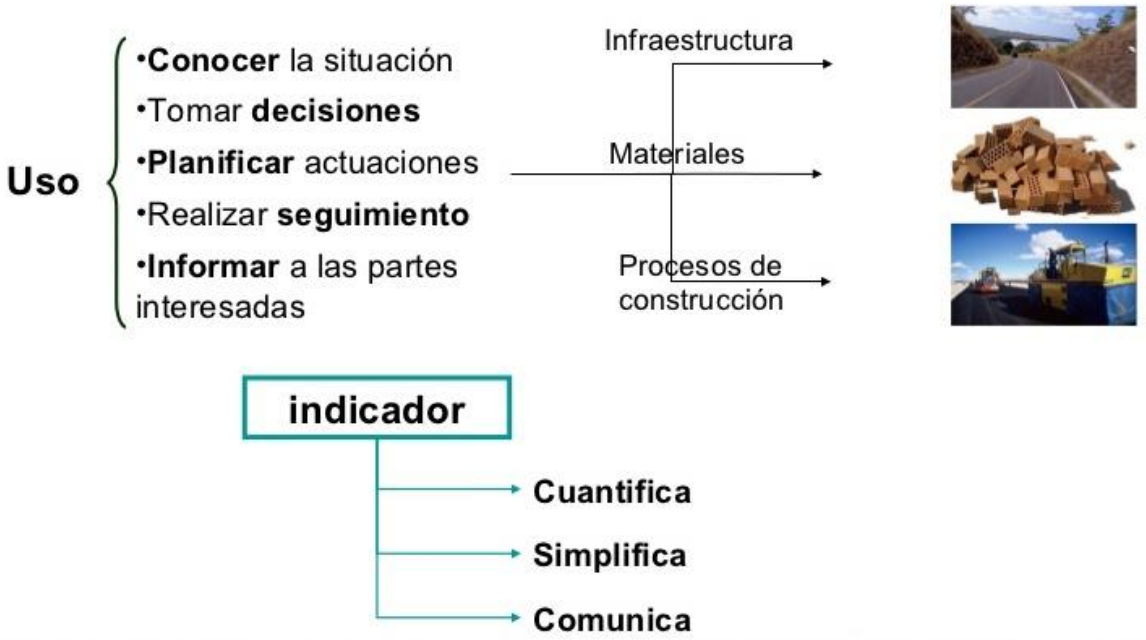


Figura 03. Indicadores. Fuente: (wilman18, 2012)

3.1 Tipos de indicadores de obra

Existen cuatro tipos de clasificaciones comunes en la teoría sobre indicadores (según medición, nivel de intervención, jerarquía y calidad).

Indicadores según medición (Edwin, 2018)

- Indicadores cuantitativos: este tipo de indicadores son una representación numérica de la realidad; su característica más importante es que, al encontrarse valores diferentes, estos pueden ordenarse de forma ascendente o descendente.

- Indicadores cualitativos (Edwin, 2018): es otro instrumento que permite tener en cuenta la heterogeneidad, amenazas y oportunidades del entorno organizacional y/o territorial. Además, permiten evaluar, con un enfoque de planeación estratégica, la capacidad de gestión de la dirección y demás niveles de la organización. Su característica principal es que su resultado se refiere a una escala de cualidades. Los indicadores cualitativos pueden expresarse así:

    - Categóricos: por ejemplo, bueno, aceptable, regular, malo.
    - Binarios: por ejemplo, sí, no.

Indicadores según nivel de intervención. (Edwin, 2018)

Hacen referencia a la cadena lógica de intervención, es decir, a la relación entre los insumos, los resultados y los impactos; tratan de medir en cuánto se acerca a las metas esperadas con los insumos disponibles. Para esto se dispone de cinco tipos de indicadores:

- Indicadores de impacto: se refieren a los efectos, a mediano y largo plazo, que pueden tener uno o más programas en el universo de atención y que repercuten en la sociedad en su conjunto.
- Indicadores de resultado (*outcome*): se refieren a los efectos de la acción institucional y/o de un programa sobre la sociedad.
- Indicadores de producto (*outputs*): se refieren a la cantidad y calidad de los bienes y servicios que se generan mediante las actividades de una institución o de un programa.
- Indicadores de proceso: se refieren al seguimiento de la realización de las actividades programadas, respecto a los recursos materiales, personal y/o presupuesto. Este tipo de indicadores describe el esfuerzo administrativo aplicado a los insumos para obtener los bienes y servicios programados.

- Indicadores de insumo: se refiere al seguimiento de todos los recursos disponibles y utilizados en una intervención.

Indicadores según jerarquía (Edwin, 2018).

- Indicadores de gestión: este tipo de indicadores también son denominados indicadores internos y su función principal es medir el primer eslabón de la cadena lógica de intervención, es decir, la relación entre los insumos y los procesos. Aunque este tipo de indicadores se usan cuando se da comienzo al cronograma, se conciben en la etapa de planeación, cuando para cada situación planteada se programan tareas, actividades y recursos físicos, financieros, así como talento humano.

  Dentro de esta categoría, se tienen en cuenta los indicadores administrativos y operativos, esto es, aquellos que miden el nivel o cantidad de elementos requeridos para la obtención del producto, servicio o resultado.
- Indicadores estratégicos: permiten hacer una evaluación de productos, efectos e impactos, es decir, la forma, método, técnica, propuesta, solución y alternativa son elementos que pertenecen, bajo el criterio de estrategia, a todo el sistema de seguimiento y evaluación. En este sentido, los indicadores estratégicos permiten medir los temas de mayor incidencia e impacto.

Indicadores según calidad. (Edwin, 2018)

Dan cuenta de la dinámica de actividades específicas; éstos deberán medir la eficiencia y eficacia, de modo que permitan introducir los correctivos necesarios o los cambios requeridos dentro del transcurso del proceso, ya que informan sobre áreas críticas del mismo.

Indicadores de eficacia: expresan el logro de los objetivos, metas y resultados de un plan, programa, proyecto o política.

- Indicadores de eficiencia: permiten establecer la relación de productividad en el uso de los recursos.
- Indicadores de efectividad: este concepto involucra la eficiencia y la eficacia, es decir, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Es la medida del impacto de nuestros productos en el objetivo y el logro del impacto está dado por los atributos que tienen los productos lanzados al objetivo.

3.2 Objetivos de los indicadores

Todos los indicadores se convierten en una herramienta útil para planear y la gestión general, los cuales tienen los siguientes objetivos (Edwin, 2018):

- Dar seguimiento a diferentes planes, proyectos, programas.
- Tomar decisiones para correctivos oportunos.
- Optimizar la eficacia y eficiencia de algún plan, proceso, programa, etc.
- Cuantificar en caso de considerar problemas cualquier cambio.
- Monitorear compromisos, avances, acuerdos, cambios y su cumplimiento.
- Obtener información para realizar mejoras.

a. Ventajas

- Reducir la incertidumbre por medio de la información registrada o captada.
- Para poder interpretar lo que está ocurriendo, (problemas y oportunidades).
- Para tomar medidas cuando las variables se salen de los límites establecidos
- Para definir la necesidad de introducir cambios y/o mejoras y poder evaluar sus consecuencias en el menor tiempo posible.
- Para analizar la tendencia histórica y apreciar la productividad a través del tiempo.
- Para establecer la relación entre productividad y rentabilidad.
- Para direccionar o re-direccionar planes financieros.
- Para relacionar la productividad con el nivel salarial.
- Para medir la situación de riesgo de la empresa.

- Para proporcionar las bases del desarrollo estratégico y de la mejora focalizada.
- Comunicar la estrategia y las metas
- Diagnosticar problemas.
- Entender procesos.
- Definir responsabilidades.
- Mejorar el control de la empresa.
- Medir comportamientos.
- Facilitar la delegación en las personas.
- Integrar la compensación con la actuación.
- Que se convierta en un sistema de alertas tempranas "PRE-alarmas"
- Que relacione la productividad del capital humano, la del capital físico, la rentabilidad, el endeudamiento y la liquidez con el fin de garantizar equilibrio.
- Medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores
- Satisfacer las expectativas del cliente mediante la reducción del tiempo de entrega y la optimización del servicio prestado.
- Reducir gastos y aumentar la eficiencia operativa.
- Compararse con las empresas del sector en el ámbito local y mundial
- Estimular y promover el trabajo en equipo
- Contribuir al desarrollo y crecimiento personal como de equipo dentro de la organización
- General un proceso de innovación y enriquecimiento del trabajo diario, impulsar la eficiencia
- La eficacia y la productividad de las actividades de cada negocio.

b. Desventajas

- Se debe dedicar tiempo exclusivo para seguimiento de indicadores.
- Se debe conocer el estatus del proyecto o situación en seguimiento.

3.3 Características de un indicador

Un indicador tiene las siguientes características:

- Medición, ya que reconoce el estatus actual de una variable o dimensión de estudio en un tiempo determinado.
- Comunicación, ya que transmite y nos permite tener información para toma de decisiones que es de vital importancia en cualquier situación.
- Simplificación, ya que se reduce a una sola dimensión (económica, cultural, social, política, etc.) no puede abarcar más de una al mismo tiempo.

De esta manera para poder tener un control y monitoreo de las obras a cargo, se hace el planteamiento de los siguientes indicadores de obra:

$$Productividad\ (mano\ de\ obra) = \frac{Cantidad\ de\ obra}{hora - cuadrilla}$$

Las cuadrillas se conforman de diverso número de integrantes, la más típica y a la básica o fundamental a la que se recurre es la siguiente:

Cuadrilla tipo= (1 oficial x + No.de ayudantes x)

Estas cuadrillas son pensadas en que sean suficiente para poder ejecutar un cierto volumen de obra, actividad o tarea de una manera eficaz y eficiente.

Determinando la productividad de la mano de obra se determina el rendimiento referente a la mano de obra empleada en la obra, en este caso de las cuadrillas en los frentes de trabajo.

Si interpretamos el desempeño en el proceso constructivo con respecto al tiempo se requiere definir:

- Conformación de las cuadrillas de trabajo
- Horas efectivas laboradas
- Costo que representa cada cuadrilla
- Costo que representa el conjunto de cuadrillas
- Cantidad de obra ejecutada o a ejecutar

CAPITULO 4. PROPUESTA DEL FORMATO (PLANTILLA DE INDICADORES)

En este capítulo se describe el formato de la plantilla propuesta para implementar el control mediante indicadores propuestos, los cuales se monitorean mediante los Kpi´s propuestos para la determinación del estatus que arrojen estos, la cual contiene los indicadores a monitorear, buscando así, como ya se mencionó antes, la toma de decisiones en tiempo y buscando mejoras en la ejecución de la obra para poder lograr nuestros objetivos, dentro de ellos una utilidad para la empresa y evitar tener pérdidas que es lo óptimo para las empresas constructoras y sobre todo una pequeña y así lograr mantenerse en el mercado.

Una técnica de Gestión de proyectos es la del Valor ganado, que permite controlar la ejecución de una obra mediante el presupuesto y la programación de este para la ejecución.

En esta técnica básicamente es comparar la cantidad de trabajo ejecutada contra lo que se planeó ejecutar antes de empezar la obra.

Básicamente así se tiene en monitoreo la cantidad de trabajo ejecutada y lo que se resta por ejecutar, así como también en base a los recursos ya utilizados en la ejecución darse idea de los recursos restantes por emplear para el resto a ejecutar.

Esta metodología permite estimar el tiempo en se puede completar con la ejecución de la obra al 100% manteniendo las condiciones con las que fue elaborado el programa o cronograma de obra a ejecutar o en su caso, tomando las consideraciones de lo que ya se percató en obra, es decir, algún factor que pueda modificar lo planeado y se haya mejorado en la ejecución para poder retomar los tiempos y terminar en tiempo la obra.

Otra cosa que esta metodología permite es, estimar el costo total de la obra.

Para la elaboración de la plantilla será necesario que se realice la estructura de tareas (WBS) que son todas las actividades a ejecutar en la obra o en otras palabras

el catálogo de conceptos, considerando las partidas y sub-partidas correspondientes.

Otro documento que se debe tener es el diagrama de Gantt o mejor conocido como calendario de ejecución, marcando la programación en que se planea ejecutar la obra.

De igual manera deberemos tener el costo con el que se contrató la obra o conocido como Costo presupuestado del trabajo planificado (BCWS) o valor planificado (PV) conformado de todas las actividades que dan la suma total del presupuesto. Teniendo el costo planificado, también se lleva el monitoreo del costo presupuestado del trabajo realizado (BCWP) que es también conocido como valor ganado (EV), este costo es la suma del costo que arrojan todas las actividades terminadas al día de corte o periodos terminados.

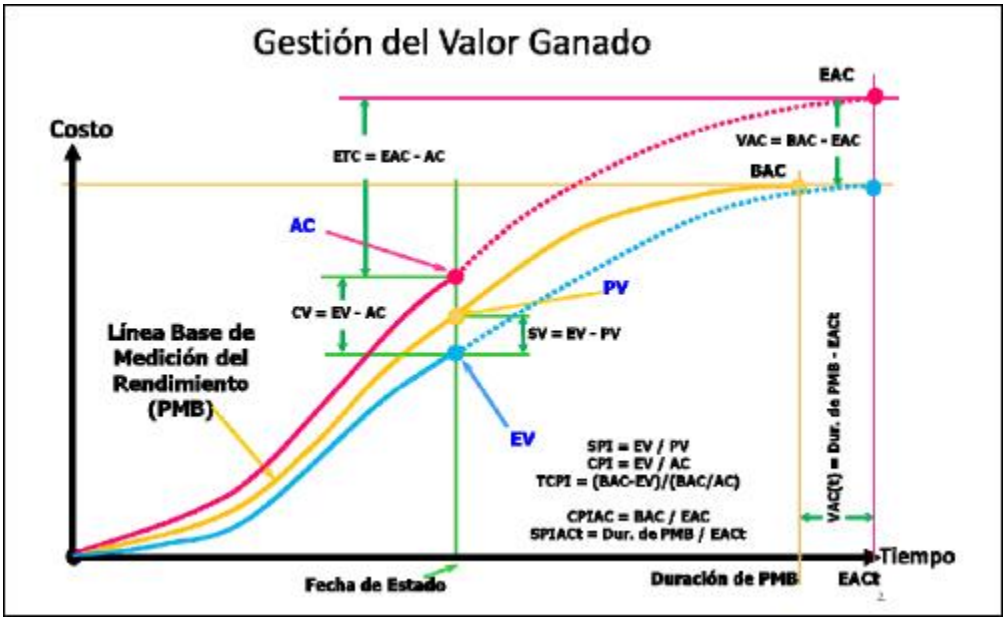


Figura 04. Elementos de la GVG, (Rodolfo, 2008)

4.1 Desarrollo del formato

Se plantea una plantilla en Excel, la cual se conformará de la siguiente estructura:

Se presentará en formato gráfico para resumen la curva de costos de la obra, con datos respectivos a los costos acumulados provenientes de la planeación contra el costo real ejecutado a la fecha de corte. Esto nos permite ver a simple vista el comportamiento que van teniendo los costos en la obra, de esta manera poder tomar acciones ya sea para correcciones, mejoras, seguimiento, etc.

A continuación, se presenta en la figura 05 la variación que existe entre lo programado desde la planeación contra lo que se ejecutó realmente expresado de manera gráfica para un fácil entendimiento y compresión a simple vista.

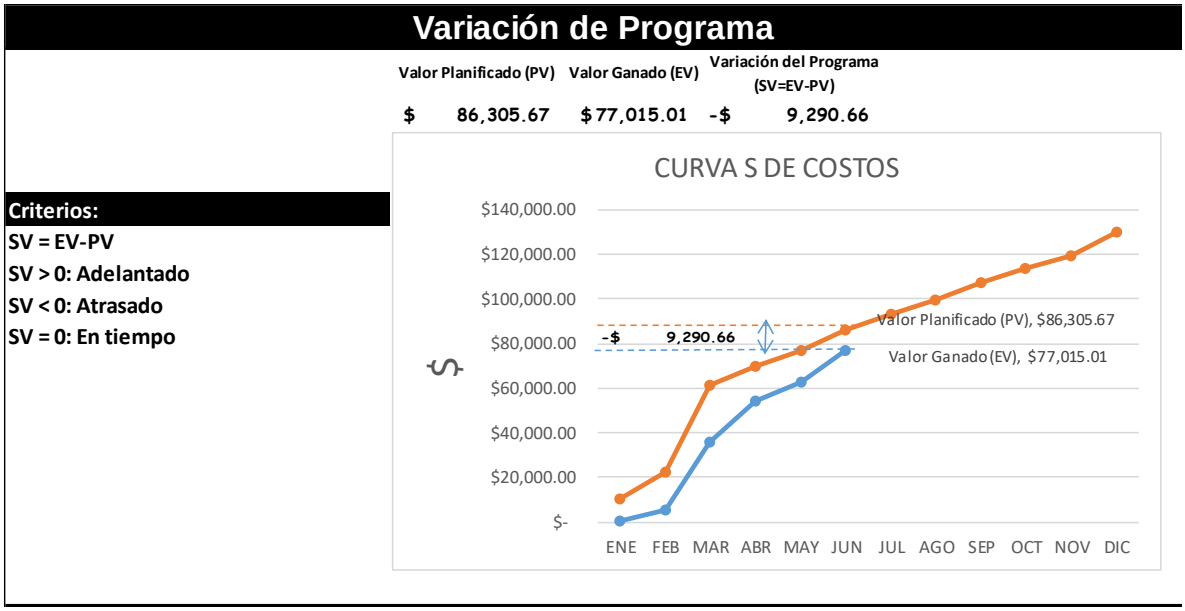


Figura 05. Variación de Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En la figura 06 se representa gráficamente la variación que existe entre el costo planeado. Los datos que alimentan estas tablas o gráficos se describen a continuación para mejor entendimiento y su llenado correcto nos llevará a poder tener conocimiento del estatus de la obra a la fecha de corte.

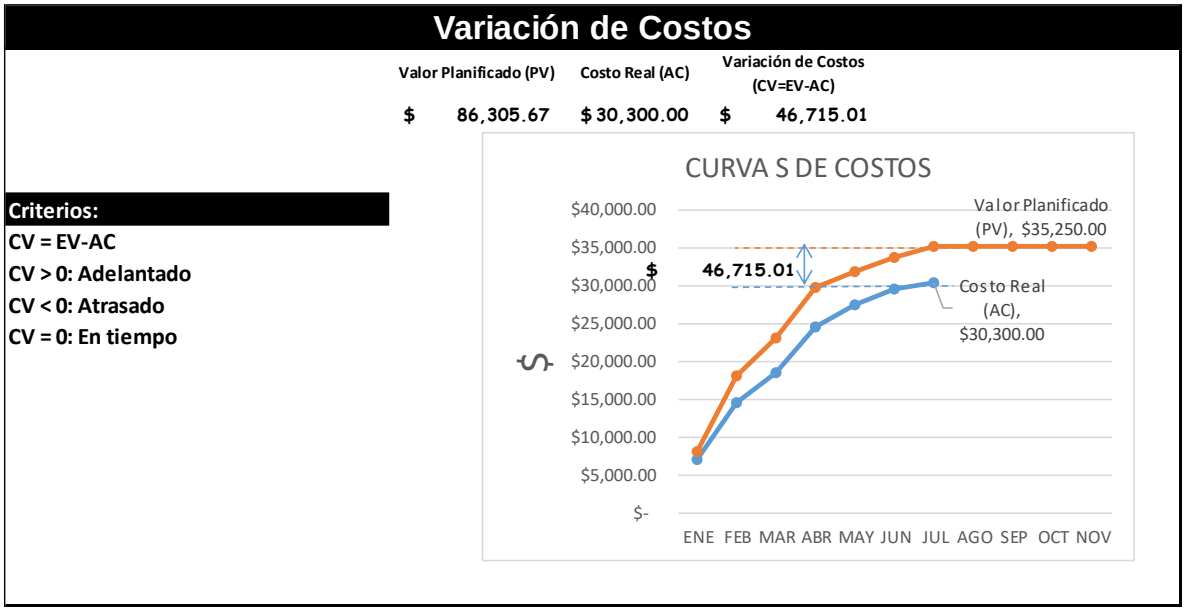


Figura 06. Variación de Costos, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

TABLA RESUMEN		
PV (Valor Planificado) Total:	$	129,961.01
PV (Valor Planificado) al corte:	$	86,305.67
EV (Valor Ganado):	$	77,015.01
AC (Costo Real):	$	30,300.00
SV (Variación de Programa):	ATRASADO	
CV (Variación de Costos):	ADELANTADO	
ETC (Estimado de Costo remanente):	$	29,729.21
EAC (Estimado Costo Total):	$	60,029.21
VAC (Variación a la Conclusión):	$	69,931.80

Tabla 01. Resumen de ejecución de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En la tabla 01 se concentran los datos más relevantes para poder conocer el estatus de una obra a vista muy general y de fácil comprensión. El dato más importante que da la pauta de poder ver si la obra tiene un desface, va conforme a lo planeado o tiene una mejor productividad es el valor VAC, que es la variación a la conclusión de la fecha de corte, siendo el valor positivo a favor, dando un costo benéfico a la utilidad de la empresa, y un valor negativo, un sobrecosto a la obra respecto a lo planeado. A continuación, se definen los conceptos usados durante el desarrollo de la plantilla.

CONCEPTOS A DEFINIR:

BAC: (Valor Planificado) por actividades

PV: (Valor Planificado) Total o al corte

EV (Valor Ganado); Lo que ya se ha realizado al día de la fecha, valuado con los costos usados para definir la PMB o Línea base.

AC (Costo Real)

SV (Variación de Programa)

CV (Variación de Costos)

ETC (Estimado de Costo remanente)

EAC (Estimado Costo Total)

VAC (Variación a la Conclusión)

AT= Avance de Tiempo de Ejecución

TT= Tiempo transcurrido

TE= Tiempo estimado de ejecución

GD= Grado de desfase temporal

%OE= Porcentaje presupuestado de la obra ejecutada

%TT= Porcentaje de tiempo transcurrido

En primera instancia, se debe tener el costo planificado por periodos según la planeación inicial o Diagrama de Gantt, ya que con la erogación de costos planeados será la base para el monitoreo de estos mismos, y así poder determinar si la ejecución de la obra va conforme a lo planeado o desfazados y de aquí poder llegar a la toma de decisiones oportuna, en tiempo y de manera correctiva en caso de ser necesario. Esta será nuestra línea base y de aquí partiremos para el monitoreo mediante indicadores que nacen de esta información.

VALOR PLANIFICADO													
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
VALOR PLANIFICADO	PERIODO	$10,534.22	$12,076.45	$38,925.34	$ 8,355.19	$ 7,067.48	$ 9,346.99	$ 7,144.55	$ 5,934.70	$ 8,345.92	$ 6,023.55	$ 5,466.96	$ 10,739.66
	ACUMULADO	$10,534.22	$22,610.67	$61,536.01	$69,891.20	$76,958.68	$86,305.67	$93,450.22	$ 99,384.92	$107,730.84	$113,754.39	$119,221.35	$ 129,961.01

De aquí se obtendrá la curva de costos correspondiente al Valor Planificado por periodos como se muestra anteriormente. Estos periodos pueden variar con base a diversos factores, algunos de ellos pueden ser los siguientes:

- Periodos de estimación conforme marca el concurso de obra.
- Periodos de cobro en caso de obra privada.
- Periodos cortos según el grado de precisión que se quiera monitorear y llevar a seguimiento, pudiendo ser estos periodos de manera semanal o quincenal.
- Periodos de corte según sea el caso.

En el Figura 07 se muestra la Curva de costos derivada de los costos tabulados de planeación.

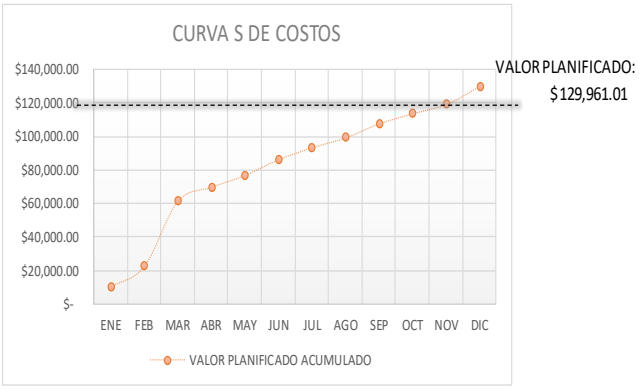


Figura 07. Curva de Costos Planificados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Procederemos ahora a obtener el Valor Ganado de las actividades que conforman el presupuesto, Aunado a esto, se tabula el Progreso Físico para su medición, aquí el avance deberá tenerse por actividad y porcentaje en los mismos periodos en los que se llevará el control y monitoreo de los costos planeados.

Medición de Progreso Físico												
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Actividad 1	*10%*	*10%*	*20%*	*20%*	*10%*	*10%*						
Actividad 2		*20%*	*20%*	*20%*	*10%*	*5%*						
Actividad 3			*50%*	*25%*	*5%*	*20%*						
Actividad 4				*5%*	*30%*	*15%*						
Actividad 5			*10%*	*20%*	*45%*	*25%*						
Actividad 6					*50%*							
Actividad 7						*20%*						
Actividad 8												
Actividad 9												
Actividad 10												

Tabla 02. Medición de Progreso Físico, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De los porcentajes planeados a ejecutar tabulados anteriormente se obtendrán los porcentajes ejecutados, pero de manera acumulada, esto para poder tener un porcentaje de avance a la fecha de corte.

Medición de Progreso Físico (Acumulado)												
Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Actividad 1	*10%*	*20%*	*40%*	*60%*	*70%*	*80%*						
Actividad 2		*20%*	*40%*	*60%*	*70%*	*75%*						
Actividad 3			*50%*	*75%*	*80%*	*100%*						
Actividad 4				*5%*	*35%*	*50%*						
Actividad 5			*10%*	*30%*	*75%*	*100%*						
Actividad 6					*50%*	*50%*						
Actividad 7						*20%*						
Actividad 8												
Actividad 9												
Actividad 10												

Tabla 03. Medición de Progreso Físico Acumulado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Ahora procederemos a identificar el presupuesto que se tiene por actividad para que al multiplicar por el avance acumulado de cada una de ellas si tenga el costo acumulado ejecutado a la fecha de corte. A continuación, se muestra el tabulado de los costos ejecutados o valor ganado por actividad y la sumatoria de todas las actividades programadas en los periodos a analizar. De esta manera tenemos un costo ejecutado acumulado a la fecha de término del periodo a analizar.

Medición de Progreso Físico (Acumulado)													
Actividad	**Presupuesto**	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Actividad 1	$ 6,457.67	***$ 645.77***	***$ 1,291.53***	***$ 2,583.07***	***$ 3,874.60***	***$ 4,520.37***	***$ 5,166.14***						
Actividad 2	$ 22,057.38		***$ 4,411.48***	***$ 8,822.95***	***$ 13,234.43***	***$ 15,440.17***	***$ 16,543.04***						
Actividad 3	$ 47,894.70			***$23,947.35***	***$ 35,921.03***	***$ 38,315.76***	***$ 47,894.70***						
Actividad 4	$ 6,343.18				***$ 317.16***	***$ 2,220.11***	***$ 3,171.59***						
Actividad 5	$ 1,965.77			***$ 196.58***	***$ 589.73***	***$ 1,474.33***	***$ 1,965.77***						
Actividad 6	$ 2,105.66					***$ 1,052.83***	***$ 1,052.83***						
Actividad 7	$ 6,104.76						***$ 1,220.95***						
Actividad 8	$ 2,894.70												
Actividad 9	$ 16,045.64												
Actividad 10	$ 6,045.88												
Actividad n	$ 12,045.67												

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Valor Ganado (EV)	***$ 645.77***	***$ 5,703.01***	***$ 35,549.95***	***$ 53,936.95***	***$ 63,023.57***	***$ 77,015.01***						

Tabla 04. Medición de Progreso Físico Acumulado en Costo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De lo anterior se determina el siguiente tabulado, en el cual se expresan los costos Planeados o Valor Planificado, así como el Costo ejecutado o Valor Ganado por periodos.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Valor Ganado (EV)	$ 645.77	$ 5,703.01	$35,549.95	$ 53,936.95	$ 63,023.57	$ 77,015.01						
Valor Planificado (PV)	$10,534.22	$22,610.67	$61,536.01	$ 69,891.20	$ 76,958.68	$ 86,305.67	$93,450.22	$ 99,384.92	$ 107,730.84	$ 113,754.39	$ 119,221.35	$ 129,961.01

Tabla 05. Valor Ganado y Planificado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De aquí obtenemos nuevamente la curva de costos en la que expresamos el comportamiento de los costos planeados con los ejecutados en acumulados.

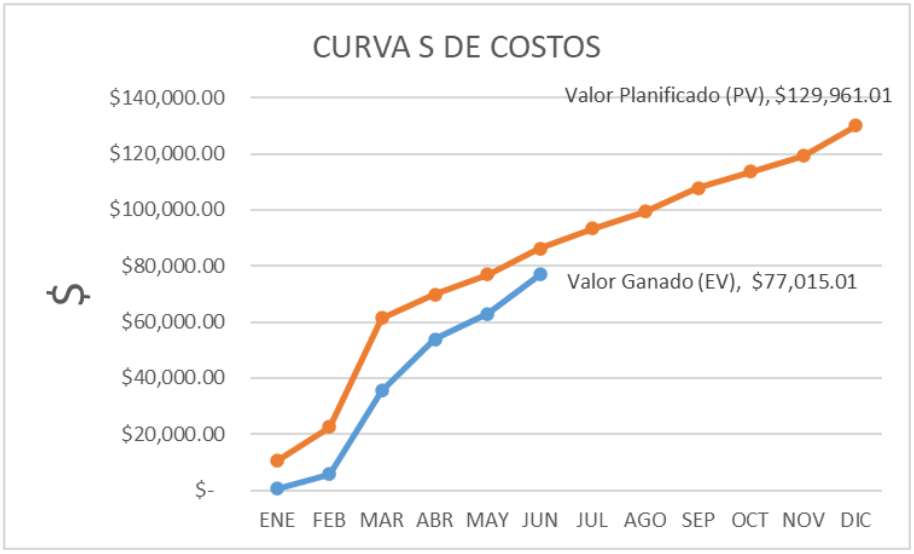


Figura 08. Curva de Costos Planificados y ejecutados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Los índices muestran de manera rápida lo que estamos logrando en la obra, el estatus de esta y de alguna manera la salud que esta presenta. Para su medición y monitoreo se establecen diferentes criterios, en esta tesis se plantean los indicadores que se describen a continuación.

Índices de Rendimiento

índice de Rendimiento del Programa (SPI=EV/PV)

índice de Rendimiento de Costos (CPI=EV/AC)

Variaciones Atípicas

Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)

Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)

Variaciones Típicas

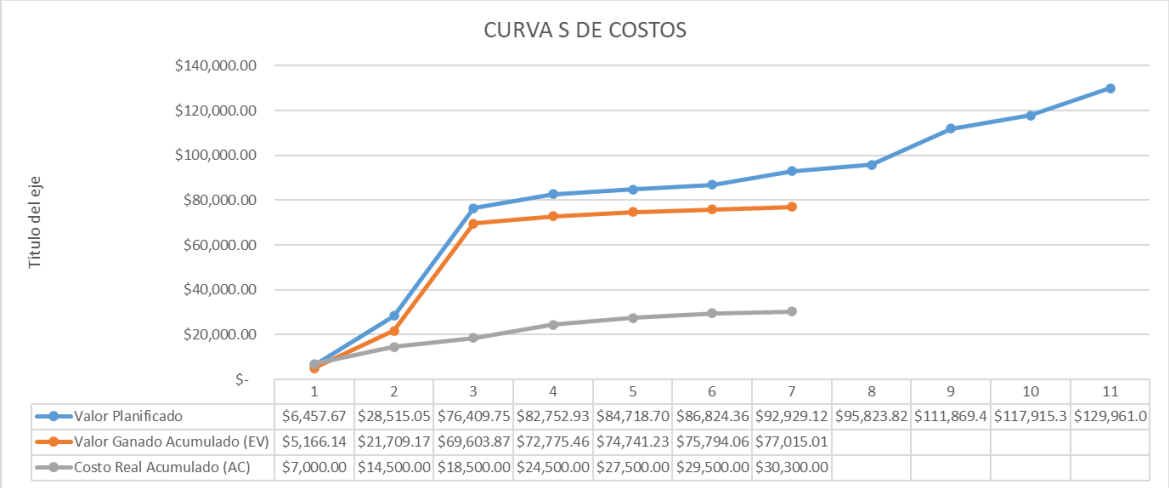
Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)/CPI
Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)

Se propone el siguiente tabulador, en él se hará el concentrado de la información de la que ya se enlisto anteriormente en otros tabuladores, este cuadro fungirá como el Reporte de Ejecución y rendimiento o productividad.
Se analizarán los índices de rendimiento tanto del Programa como de Costos con las fórmulas anteriormente expuestas.
De igual manera se calcularán las variaciones que la obra nos arroje al momento del corte, como son las variaciones atípicas y las típicas que son las afectadas por los índices de rendimientos calculados anteriormente.
De aquí al final obtendremos la Variación a la Conclusión respecto a los dos tipos de variaciones.

REPORTE DE EJECUCIÓN Y RENDIMIENTO																	
										Variación		Índices de Rendimiento		Variaciones Atípicas		Variaciones Típicas	
Actividad	BAC	Valor Planificado	Progreso Físico (%)	Valor Planificado (PV)	Valor Planificado Acumulado (PV)	Valor Ganado (EV)	Valor Ganado Acumulado (EV)	Costo Real (AC)	Costo Real Acumulado (AC)	Variación del Programa (SV=EV-PV)	Variación de Costos (CV=EV-AC)	índice de Rendimiento del Programa (SPI=EV/PV)	índice de Rendimiento de Costos (CPI=EV/AC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)/CPI	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)
Actividad 1	$ 6,457.67	$ 6,457.67	80%	$ 8,000.00	$ 8,000.00	$ 5,166.14	$ 5,166.14	$ 7,000.00	$ 7,000.00	-$ 2,833.86	-$ 1,833.86	0.65	0.74	$ 1,291.53	$ 8,291.53	$ 1,750.00	$ 8,750.00
Actividad 2	$ 22,057.38	$ 28,515.05	75%	$ 10,000.00	$ 18,000.00	$ 16,543.04	$ 21,709.17	$ 7,500.00	$ 14,500.00	$ 6,543.04	$ 9,043.04	1.65	2.21	$ 5,514.35	$ 13,014.35	$ 2,500.00	$ 10,000.00
Actividad 3	$ 47,894.70	$ 76,409.75	100%	$ 5,000.00	$ 23,000.00	$ 47,894.70	$ 69,603.87	$ 4,000.00	$ 18,500.00	$ 42,894.70	$ 43,894.70	9.58	11.97	$ -	$ 4,000.00	$ -	$ 4,000.00
Actividad 4	$ 6,343.18	$ 82,752.93	50%	$ 6,750.00	$ 29,750.00	$ 3,171.59	$ 72,775.46	$ 6,000.00	$ 24,500.00	-$ 3,578.41	-$ 2,828.41	0.47	0.53	$ 3,171.59	$ 9,171.59	$ 6,000.00	$ 12,000.00
Actividad 5	$ 1,965.77	$ 84,718.70	100%	$ 2,000.00	$ 31,750.00	$ 1,965.77	$ 74,741.23	$ 3,000.00	$ 27,500.00	-$ 34.23	-$ 1,034.23	0.98	0.66	$ -	$ 3,000.00	$ -	$ 3,000.00
Actividad 6	$ 2,105.66	$ 86,824.36	50%	$ 2,000.00	$ 33,750.00	$ 1,052.83	$ 75,794.06	$ 2,000.00	$ 29,500.00	-$ 947.17	-$ 947.17	0.53	0.53	$ 1,052.83	$ 3,052.83	$ 2,000.00	$ 4,000.00
Actividad 7	$ 6,104.76	$ 92,929.12	20%	$ 1,500.00	$ 35,250.00	$ 1,220.95	$ 77,015.01	$ 800.00	$ 30,300.00	-$ 279.05	$ 420.95	0.81	1.53	$ 4,883.81	$ 5,683.81	$ 3,200.00	$ 4,000.00
Actividad 8	$ 2,894.70	$ 95,823.82			$ 35,250.00									$ 2,894.70	$ 2,894.70	$ 1,116.17	$ 1,116.17
Actividad 9	$ 16,045.64	$ 111,869.46			$ 35,250.00									$ 16,045.64	$ 16,045.64	$ 6,187.07	$ 6,187.07
Actividad 10	$ 6,045.88	$ 117,915.34			$ 35,250.00									$ 6,045.88	$ 6,045.88	$ 2,331.24	$ 2,331.24
Actividad n	$ 12,045.67	$ 129,961.01			$ 35,250.00									$ 12,045.67	$ 12,045.67	$ 4,644.72	$ 4,644.72
TOTAL	BAC			PV		EV		AC		SV	CV	SPI	CPI	ETC	EAC	ETC	EAC
	$ 129,961.01			$ 35,250.00		$ 77,015.01		$30,300.00		$ 41,765.01	$ 46,715.01	2.10	2.59	$ 52,946.00	$ 83,246.00	$ 29,729.21	$ 60,029.21
												VAC = BAC - EAC		VAC=	$ 46,715.01	VAC=	$ 69,931.80

Tabla 06. Resumen de Costos e índices, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Del siguiente tabulador se obtiene la Figura 09 que nos muestra claramente el comportamiento de los costos planeados, ejecutados y gastados realmente al momento de corte, así como la tendencia de estos para poder visualizar como podríamos terminar la obra a su término de seguir esta tendencia, si es necesario realizar acciones de mejora y que también serán determinados a partir de los índices de rendimiento.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valor Planificado	$6,457.67	$28,515.05	$76,409.75	$82,752.93	$84,718.70	$86,824.36	$92,929.12	$95,823.82	$111,869.4	$117,915.3	$129,961.0
Valor Ganado Acumulado (EV)	$5,166.14	$21,709.17	$69,603.87	$72,775.46	$74,741.23	$75,794.06	$77,015.01				
Costo Real Acumulado (AC)	$7,000.00	$14,500.00	$18,500.00	$24,500.00	$27,500.00	$29,500.00	$30,300.00				

Figura 09. Curva de Costos Planificados, ejecutados y real, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

4.2 Indicadores establecidos y justificados

Para el desarrollo de esta tesis se plantean los siguientes indicadores:

Indicadores de Rendimiento

CPI (*Cost Performance Index*) el cual es un indicador de desempeño referente a los presupuestado dentro de la planeación, es decir el presupuesto que se tiene asignado o planea gastar para la ejecución de la obra.

Criterios: <1 Panorama desfavorable. La obra refleja sobrecosto de lo planeado a la fecha de corte.

Criterios Índice de Rendimiento de Costos		
CPI = EV/AC **CPI > 1: Bajo Presupuesto** **CPI < 1: Sobre Presupuesto** **CPI = 1: En Presupuesto**	**CPI = EV/AC** **CPI: 2.542**	**En Presupuesto**

Tabla 07. Índice de Rendimiento CPI, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

SPI (*Schedule Performance Index*): el cual es un indicador de desempeño referente al cronograma o programado desde de la planeación, es decir lo que se tenía

programado o planeado producir dentro de cierto periodo contra lo que se explotó en realidad a la fecha de corte.

Criterios: <1 Panorama desfavorable. La obra refleja un retraso de lo planeado a la fecha de corte.

Criterios Índice de Rendimiento del Programa		
SPI = EV/PV SPI > 1: Adelantado SPI < 1: Retraso SPI = 1: En Tiempo	SPI = EV/PV SPI: 0.892	Retraso

Tabla 08. Índice de Rendimiento SPI, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Índice Crítico= SPI x CPI: el cual se considera un indicador de desempeño que conjuga el presupuesto con el presupuesto programado o en el cronograma.

Criterios: <1 Panorama desfavorable. La obra refleja sobrecosto y retraso de lo planeado a la fecha de corte.

Criterios Índice Crítico de la Obra		
Indice Crítico = CPIXSPI Indice Crítico > 1: Adelantado Indice Crítico < 1: Retraso Indice Crítico = 1: En Tiempo	SPI X CPI Indice crítico: 2.268	Con la Planecación

Tabla 09. Índice Crítico, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Siendo de así que respecto al costo de la obra se tiene el planteamiento del monitoreo de los siguientes indicadores:

Criterios Índice de Rendimiento de Costos		
CPI = EV/AC CPI > 1: Bajo Presupuesto CPI < 1: Sobre Presupuesto CPI = 1: En Presupuesto	CPI = EV/AC CPI: 2.542	En Presupuesto
Criterios Índice de Rendimiento del Programa		
SPI = EV/PV SPI > 1: Adelantado SPI < 1: Retraso SPI = 1: En Tiempo	SPI = EV/PV SPI: 0.892	Retraso
Criterios Índice Crítico de la Obra		
Indice Crítico = CPIXSPI Indice Crítico > 1: Adelantado Indice Crítico < 1: Retraso Indice Crítico = 1: En Tiempo	SPI X CPI Indice crítico: 2.268	Con la Planecación

Tabla 09. Indicadores de rendimiento Costo/Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Otro criterio que se considera para el monitoreo de estos índices son los siguientes, que son independientes a los criterios de mostrar un desface respecto a tiempo y costo de los planeado, si no que estos criterios no indican si en la ejecución de la obra es necesario realizar una mejora, si el proyecto va bien o si el proyecto va bien, pero necesita iniciarse alguna mejora, estos criterios estarán dados mediante el control de semáforo como a continuación se describe.

SIMBOLOGÍA

- <0.7 "Estado Crítico, hacer correciones"
- >0.7 pero <1 "Iniciar mejoras"
- >= 1 BIEN

AT= Avance de Tiempo de Ejecución

TT= Tiempo transcurrido

TE= Tiempo estimado de ejecución

GD= Grado de desfase temporal

%OE= Porcentaje presupuestado de la obra ejecutada

%TT= Porcentaje de tiempo transcurrido

Índice de Avance de tiempo de ejecución: el cual es un indicador de rendimiento referente al tiempo transcurrido respecto al tiempo estimado de ejecución, el cual es el que se planeó y presento en cronograma para ejecución de obra.

Criterios Índice de Rendimiento de Tiempo de Ejecución		
AT = TT/TE AT > 1: Bajo Presupuesto AT < 1: Sobre Presupuesto AT = 1: En Presupuesto	AT = TT/TE AT: 2.542	En Presupuesto
Criterios Índice de Grado de desfase temporal		
GD = %OE/%TT GD > 1: Adelantado GD < 1: Retraso GD = 1: En Tiempo	GD = %OE/%TT GD: 92%	Retraso

Tabla 10. Indicadores de rendimiento Tiempo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

5 Aplicación de indicadores durante la ejecución de obra

En este capítulo se muestra la aplicación de 3 ejemplos prácticos del monitoreo de una obra mediante implementación de indicadores, a continuación, se dan los detalles del contrato de la obra en cuestión. Para los ejemplos prácticos será sobre el mismo contrato para poder visualizar el comportamiento en caso de implementación y en el caso de no implementarlo.

Datos de contrato

Num. de Contrato: DGOIV-AD-L-1-308-20

Objeto de Contrato: Trabajos de mantenimiento a través de repavimentación en: Miramontes tramo: Eje 2 oriente a periférico (Glorieta de Vaqueritos), en la Ciudad de México.

Fecha de Contrato: 30 de octubre de 2020

Importe del Contrato: $38, 297,516.33

I.V.A 16%: $ 6,127,602.61

Importe Total: $44,425,118.94

Fecha de Inicio: 22 de noviembre de 2020

Fecha de Término: 31 de diciembre de 2020

Duración (Días naturales): 40 días

Periodo de Estimaciones: Mensuales

A continuación, se describe el catálogo de obra con las actividades a realizar, precio unitario, unidad de medida, volumetría e importes por actividades.

Del siguiente presupuesto y llevando el monitoreo del programa de ejecución licitado, estos fueron de manera mensual, para lo cual, por ser un periodo corto de ejecución de 40 días (6 semanas) se monitoreo el programa de manera semanal para mayor precisión y mejor control.

Presupuesto de Obra

No.Obra: DGOIV-AD-L-1-308-20

Obra: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P. U.	Monto
1	Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia.	M3	7,220.03	$ 328.84	$ 2,374,234.67
2	Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	96,267.00	$ 353.88	$ 34,066,965.96
3	Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y	PZA	7.00	$ 3,280.17	$ 22,961.19
4	Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena	PZA	35.00	$ 1,547.94	$ 54,177.90
5	Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	4.00	$ 2,442.06	$ 9,768.24
6	Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	20.00	$ 1,369.70	$ 27,394.00
7	Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	15.00	$ 1,440.16	$ 21,602.40
8	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	13,625.00	$ 35.45	$ 483,006.25
9	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	6,300.00	$ 35.45	$ 223,335.00
10	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	100.00	$ 35.45	$ 3,545.00
11	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	2,110.00	$ 160.92	$ 339,541.20
12	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	370.00	$ 247.12	$ 91,434.40
13	Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	PZA	45.00	$ 1,765.88	$ 79,464.60
14	Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	PZA	13.00	$ 242.85	$ 3,157.05
15	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.00	$ 7,658.09	$ 99,555.17
16	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.00	$ 7,658.10	$ 99,555.30
17	Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	4,300.00	$ 69.26	$ 297,818.00
				Subtotal	$ 38,297,516.33
				Iva	$ 6,127,602.61
				Total	$ 44,425,118.94

Tabla 11. Presupuesto de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

EJEMPLO 1: DE SEGUIMIENTO

Aplicando la plantilla propuesta en el capítulo anterior en el contrato de obra antes descrito, así como con la base del programa de obra con el cual se adjudicó la obra en mención (VER ANEXO A), vemos los siguientes datos:

Avance de Obra - Físico Financiero-Provisional

No.Obra: DGOM-AD-L-1-308-20

Obra: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Clav	Descripcion	Unid	Cantida	P. U.	Monto	Estatus	Cantidad A	Importe Av.	% Av	Noviembre 15 AL 21 sem 0	Noviembre 22 AL 28 sem 1	Diciembre 29 AL 05 sem 2	Diciembre 06 AL 12 sem 3	Diciembre 13 AL 19 sem 4	Diciembre 20 AL 26 sem 5	Diciembre 27 AL 02 sem 6
					$ -											
1	Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, [baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable], mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	M3	7220.030	$ 328.84	$ 2,374,234.67	Ejecutado	7220.03	$ 2,374,234.67	100.0%		2202.45	2780.00	2237.58			
						Programado	7220.03	$ 2,374,234.67	100.0%		3938.19	3281.84				
2	Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgovi, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 ltm2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOVI, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	96267.000	$ 353.88	$ 34,066,965.96	Ejecutado	63940.00	$ 22,627,087.20	66.4%		7240.00	18900.00	18900.00	18900.00		
						Programado	96267.00	$ 34,066,965.96	100.0%		7405.15	18512.88	18512.88	18512.88	18512.88	14810.33
3	Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	7.000	$ 3,280.17	$ 22,961.19	Ejecutado	2.00	$ 6,560.34	28.6%				1.00	1.00		
						Programado	7.00	$ 22,961.19	100.0%			1.00	2.50	2.50	1.00	
4	Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	35.000	$ 1,547.94	$ 54,177.90	Ejecutado	16.00	$ 24,767.04	45.7%				6.00	10.00		
						Programado	35.00	$ 54,177.90	100.0%			3.68	9.21	9.21	9.21	3.69
5	Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	4.000	$ 2,442.06	$ 9,768.24	Ejecutado	1.00	$ 2,442.06	25.0%					1.00		
						Programado	4.00	$ 9,768.24	100.0%				1.25	1.25	1.25	0.25
6	Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 100 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	20.000	$ 1,369.70	$ 27,394.00	Ejecutado	10.00	$ 13,697.00	50.0%			1.00	4.00	5.00		
						Programado	20.00	$ 27,394.00	100.0%			4.21	5.26	5.26	5.27	
7	Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renivelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	15.000	$ 1,440.16	$ 21,602.40	Ejecutado	2.00	$ 2,880.32	13.3%					2.00		
						Programado	15.00	$ 21,602.40	100.0%				4.68	4.68	4.68	0.96
8	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	13625.000	$ 35.45	$ 483,006.25	Ejecutado	1322.00	$ 46,864.90	9.7%					1322.00		
						Programado	13625.00	$ 483,006.25	100.0%				3585.52	3585.52	3585.52	2868.44
9	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	6300.000	$ 35.45	$ 223,335.00	Ejecutado	1322.00	$ 46,864.90	21.0%					1322.00		
						Programado	6300.00	$ 223,335.00	100.0%				900.00	2250.00	2250.00	900.00
10	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	100.000	$ 35.45	$ 3,545.00	Ejecutado	60.00	$ 2,127.00	60.00%					60.00		
						Programado	100.00	$ 3,545.00	100.0%					45.45	45.45	9.10
11	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	2110.000	$ 160.92	$ 339,541.20	Ejecutado	586.00	$ 94,299.12	27.8%					586.00		
						Programado	2110.00	$ 339,541.20	100.0%					879.16	879.16	351.68
12	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	370.000	$ 247.12	$ 91,434.40	Ejecutado	82.00	$ 20,263.84	22.2%					82.00		
						Programado	370.00	$ 91,434.40	100.0%				69.37	115.62	115.62	69.39
13	Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	PZA	45.000	$ 1,765.88	$ 79,464.60	Ejecutado	18.00	$ 31,785.84	40.0%				6.00	12.00		
						Programado	45.00	$ 79,464.60	100.0%				11.84	11.84	11.84	9.48
14	Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.8 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	PZA	13.000	$ 242.85	$ 3,157.05	Ejecutado	0.00	$ -	0.0%							
						Programado	13.00	$ 3,157.05	100.0%				1.08	5.41	5.41	1.10
15	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.09	$ 99,555.17	Ejecutado	0.00	$ -	0.0%							
						Programado	13.00	$ 99,555.17	100.0%					5.41	5.41	2.18
16	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.10	$ 99,555.30	Ejecutado	0.00	$ -	0.0%							
						Programado	13.00	$ 99,555.30	100.0%					5.41	5.41	2.18
17	Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Slimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	4300.000	$ 69.26	$ 297,818.00	Ejecutado	460.00	$ 31,859.60	10.7%					460.00		
						Programado	4300.00	$ 297,818.00	100.0%					1535.71	1535.71	1228.58
AVANCE FINANCIERO DEL PROYECTO					$ 38,297,516.33	Av. Diario Ejercido		$ 25,325,733.83	66.1%	$ -	$ 3,286,344.86	$ 7,603,876.90	$ 7,452,779.70	$ 6,982,732.37	$ -	$ -
						Av. Acumulado Ejercido				$ -	$ 3,286,344.86	$10,890,221.76	$18,343,001.46	$25,325,733.83	$25,325,733.83	$25,325,733.83
						Av. Semanal Ejercido					$ 25,325,733.83					
						% Semanal Ejercido					66.13%					
						Av. Diario Programado		$ 38,297,516.33	100.0%	$ -	$ 3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77
						Av. Acumulado Programado				$ -	$ 3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33
						Av. Semanal Programado					$ 38,297,516.33					
						% Semanal Programado					100.00%					

Tabla 12. Programación de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este programa de obra se registran los volúmenes programados por semana, así como los volúmenes que se vayan ejecutando semanalmente para poder ponderar un porcentaje de obra en avance contra el programado.

Como resumen tenemos que el valor planeado es el siguiente en periodos semanales.

VALOR PLANIFICADO							
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
VALOR PLANIFICADO	PERIODO	$3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77
	ACUMULADO	$3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33

De estos datos obtenemos la curva de costos planificados por periodos semanales.

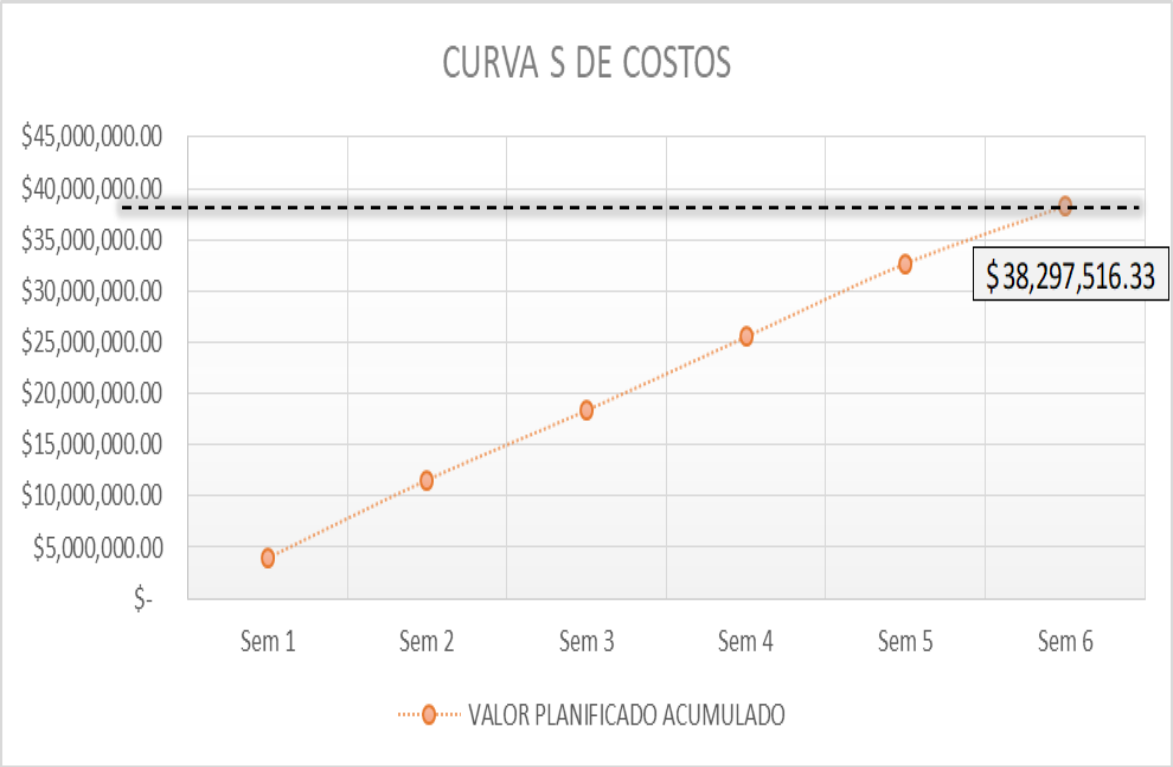


Figura 07. Curva de Costos Planificados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Con apoyo de la tabla 12, se genera la siguiente programación, que es en base al porcentaje de obra ejecutada en obra a la fecha de corte, en la tabla se registran cada una de las actividades del presupuesto, así como los porcentajes de obra ejecutados. Estos porcentajes serán para generar el costo del valor ganado. Por lo tanto, se genera la tabla 02 y por consecuencia en la tabla 03 es únicamente el avance acumulado de la tabla 02 por actividad.

Medición de Progreso Físico						
Concepto	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30.0%*	*39.0%*	*31.0%*			
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*7.6%*	*19.6%*	*19.6%*	*19.6%*		
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*28.6%*	*28.6%*		
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*17.4%*	*28.3%*		
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25.0%*		
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5.0%*	*20.0%*	*25.0%*		
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13.3%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*9.7%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*21.0%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*60.0%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*27.8%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22.2%*		
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias			*13.3%*	*26.7%*		
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*10.7%*		

Tabla 02. Medición de Progreso Físico, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Medición de Progreso Físico (Acumulado)						
Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30.0%*	*69.0%*	*100.0%*	*100.0%*		
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*7.6%*	*27.2%*	*46.8%*	*66.4%*		
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*28.6%*	*57.2%*		
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*17.4%*	*45.7%*		
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25.0%*		
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5.0%*	*25.0%*	*50.0%*		
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13.3%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*9.7%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*21.0%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*60.0%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*27.8%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22.2%*		
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias			*13.3%*	*40.0%*		
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*10.7%*		

Tabla 03. Medición de Progreso Físico Acumulado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 03, se genera la tabla 04, que es la multiplicación o el producto del porcentaje de avance acumulado por el precio unitario de cada actividad, de esta manera ya se tiene el valor ganado al momento del corte.

Medición de Progreso Físico (Acumulado)						
Actividad	**Presupuesto**	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	$ 2,374,234.67	*$ 712,270.40*	*$ 1,638,221.92*	*$ 2,374,234.67*	*$ 2,374,234.67*	
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 34,066,965.96	*$ 2,589,089.41*	*$ 9,266,214.74*	*$ 15,943,340.07*	*$ 22,620,465.40*	
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19			*$ 6,566.90*	*$ 13,133.80*	
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90			*$ 9,426.95*	*$ 24,759.30*	
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24				*$ 2,442.06*	
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00		*$ 1,369.70*	*$ 6,848.50*	*$ 13,697.00*	
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40				*$ 2,873.12*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25				*$ 46,851.61*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00				*$ 46,900.35*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00				*$ 2,127.00*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20				*$ 94,392.45*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40				*$ 20,298.44*	
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	$ 79,464.60			*$ 10,568.79*	*$ 31,785.84*	
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05					
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17					
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30					
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00				*$ 31,772.80*	

Tabla 04. Medición de Progreso Físico Acumulado en Costo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

La tabla 05 es prácticamente el resumen de la tabla 04 pero por montos planificados y ejecutados semanalmente.

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Valor Ganado (EV)	$ 3,301,359.81	$ 10,905,806.36	$ 18,350,985.89	$ 25,325,733.83	
Valor Planificado (PV)	$ 3,915,568.88	$ 11,560,850.15	$ 18,348,966.92	$ 25,529,731.52	$ 32,705,589.56

Tabla 05. Valor Ganado y Planificado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 05 obtenemos la figura 08, que es la curva de costos planificados y la de costos ejecutados.

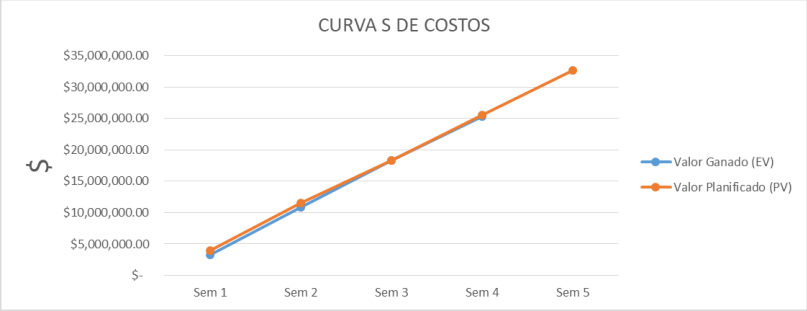


Figura 08. Curva de Costos Planificados y ejecutados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De lo anterior se procede a calcular los valores de los índices de rendimiento por actividad mediante las fórmulas descritas en el capítulo anterior.

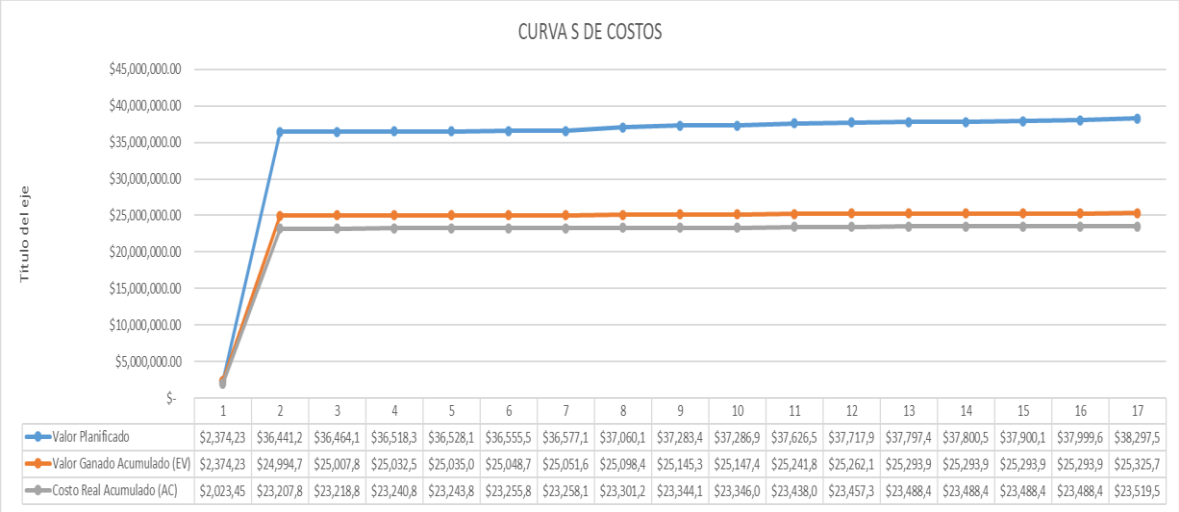
En esta tabla están los datos de descripción de actividades, unidad, costos planificados, costos de valor ganado y costo real de las actividades ejecutadas y programadas a la fecha de corte.

De igual manera se calcularán las variaciones que se generen en base a los costos planificados, ganados y real, con estas variaciones se calculará la diferencia entre está proyectada baja la misma tendencia al final de la obra. Siendo para este resultado VAC con valor negativo un desface en costos en la obra y positivo una ganancia extra independiente de la utilidad que se proyectó al concursar o vender la obra, de esta manera también se asegura si la utilidad proyectada cumple con la proyectada en un inicio de la obra.

REPORTE DE EJECUCIÓN Y RENDIMIENTO																				
											Variación		Índices de Rendimiento		Variaciones Atípicas		Variaciones Típicas	
Actividad	BAC	Valor Planificado	Progreso Programado (%)	Progreso Físico (%)	Valor Planificado (PV)	Valor Planificado Acumulado (PV)	Valor Ganado (EV)	Valor Ganado Acumulado (EV)	Costo Real (AC)	Costo Real Acumulado (AC)	Variación del Programa (SV=EV-PV)	Variación de Costos (CV=EV-AC)	índice de Rendimiento del Programa (SPI=EV/PV)	índice de Rendimiento de Costos (CPI=EV/AC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)/CPI	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye tiazo y nivelación para despinte de estructuras para viabilidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, cargo mecánico a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, computado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, apeso variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreo dentro y fuera del lugar de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia Nota: Queda estrictamente prohibido el acarreo fuera de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el acopio de accesorios hidráulicos con material del fresado	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	100%	100%	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,023,455.93	$ 2,023,455.93	$ -	$ 350,778.74	1.00	1.17	$ -	$ 2,023,455.93	$ -	$ 2,023,455.93
Construcción de carpeta de concreto asfáltico marca templada, con agregado de 10 mm 3/8 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgov, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfalto de proveedor externo autorizado por la DGOV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes: ejecución de corazones (espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfáltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreo dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 34,066,965.96	$36,441,200.63	65%	66%	$ 22,274,548.41	$ 24,648,783.08	$ 22,620,465.40	$ 24,994,700.07	$ 21,184,355.82	$ 23,207,811.75	$ 345,916.99	$ 1,436,109.58	1.02	1.07	$ 11,446,500.56	$ 32,630,856.38	$ 10,719,794.51	$ 31,904,150.33
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye suministro de bocal y cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3 renivelado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el bocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19	$36,464,161.82	86%	57%	$ 19,681.02	$ 24,668,464.10	$ 13,133.80	$ 25,007,833.87	$ 11,034.66	$ 23,218,846.41	-$ 6,547.22	$ 2,099.14	0.67	1.19	$ 9,827.39	$ 20,862.05	$ 8,256.70	$ 19,291.36
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3 renivelado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el bocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90	$36,518,339.72	63%	46%	$ 34,209.47	$ 24,702,673.57	$ 24,759.30	$ 25,032,593.17	$ 22,005.00	$ 23,240,851.41	-$ 9,450.17	$ 2,754.30	0.72	1.13	$ 29,418.60	$ 51,423.60	$ 26,145.98	$ 48,150.98
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24	$36,528,107.96	63%	25%	$ 6,105.15	$ 24,708,778.72	$ 2,442.06	$ 25,035,035.23	$ 3,000.00	$ 23,243,851.41	-$ 3,663.09	-$ 557.94	0.40	0.81	$ 7,326.18	$ 10,326.18	$ 9,000.00	$ 12,000.00
Renivelación de rejilla existente, incluye suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3 renivelado de rejilla existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00	$36,555,501.96	74%	50%	$ 20,175.68	$ 24,728,954.40	$ 13,697.00	$ 25,048,732.23	$ 12,045.00	$ 23,255,896.41	-$ 6,478.68	$ 1,652.00	0.68	1.14	$ 13,697.00	$ 25,742.00	$ 12,045.00	$ 24,090.00
Renivelación de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el proceso incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a las desniveles, materiales necesarios para la renivelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40	$36,577,104.36	62%	13%	$ 13,479.90	$ 24,742,434.30	$ 2,873.12	$ 25,051,605.35	$ 2,300.00	$ 23,258,196.41	-$ 10,606.78	$ 573.12	0.21	1.25	$ 18,729.28	$ 21,029.28	$ 14,993.23	$ 17,293.23
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones continua, color blanco y reflejante (microesfera) incluye material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25	$37,060,110.61	53%	10%	$ 254,213.37	$ 24,996,647.67	$ 46,851.61	$ 25,098,456.95	$ 43,078.55	$ 23,301,274.96	-$ 207,361.76	$ 3,773.06	0.18	1.09	$ 436,154.64	$ 479,233.19	$ 401,030.21	$ 444,108.76
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separación de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00	$37,283,445.61	50%	21%	$ 111,667.50	$ 25,108,315.17	$ 46,900.35	$ 25,145,357.30	$ 42,895.45	$ 23,344,170.41	-$ 64,767.15	$ 4,004.90	0.42	1.09	$ 176,434.65	$ 219,330.10	$ 161,368.60	$ 204,264.05
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00	$37,286,990.61	45%	60%	$ 1,611.20	$ 25,109,926.37	$ 2,127.00	$ 25,147,484.30	$ 1,845.66	$ 23,346,016.07	$ 515.80	$ 281.34	1.32	1.15	$ 1,418.00	$ 3,263.66	$ 1,230.44	$ 3,076.10
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20	$37,626,531.81	42%	28%	$ 141,474.43	$ 25,251,400.80	$ 94,392.45	$ 25,241,876.76	$ 92,004.00	$ 23,438,020.07	-$ 47,081.97	$ 2,388.45	0.67	1.03	$ 245,148.75	$ 337,152.75	$ 238,945.64	$ 330,949.64
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 10 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40	$37,717,966.21	50%	22%	$ 45,714.73	$ 25,297,115.52	$ 20,298.44	$ 25,262,175.19	$ 19,355.82	$ 23,457,375.89	-$ 25,416.29	$ 942.62	0.44	1.05	$ 71,135.96	$ 90,491.78	$ 67,832.56	$ 87,188.38
Pintado de fecha sencilla recta con pintura Termoplastica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	$ 79,464.60	$37,797,430.81	53%	40%	$ 41,816.04	$ 25,338,931.56	$ 31,785.84	$ 25,293,961.03	$ 31,042.66	$ 23,488,418.55	-$ 10,030.20	$ 743.18	0.76	1.02	$ 47,678.76	$ 78,721.42	$ 46,563.99	$ 77,606.65
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3. 0 m de ancho, con pinturas Termoplastica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05	$37,800,587.86	50%		$ 1,576.10	$ 25,340,507.66		$ 25,293,961.03		$ 23,488,418.55	-$ 1,576.10	$ -	0.00		$ 3,157.05	$ 3,157.05	$ 2,905.89	$ 2,905.89
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo rutá, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de la vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17	$37,900,143.03	42%		$ 41,430.27	$ 25,381,937.93		$ 25,293,961.03		$ 23,488,418.55	-$ 41,430.27	$ -	0.00		$ 99,555.17	$ 99,555.17	$ 91,634.88	$ 91,634.88
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30	$37,999,698.33	42%		$ 41,430.32	$ 25,423,368.25		$ 25,293,961.03		$ 23,488,418.55	-$ 41,430.32	$ -	0.00		$ 99,555.30	$ 99,555.30	$ 91,635.00	$ 91,635.00
Suministro y colocación de vialeta una cara reflejante de 10 x 15 cm. Sin sus bloques colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00	$38,297,516.33	36%	11%	$ 106,363.27	$ 25,529,731.52	$ 31,772.80	$ 25,325,733.83	$ 31,113.82	$ 23,519,532.37	-$ 74,590.47	$ 658.98	0.30	1.02	$ 266,045.20	$ 297,159.02	$ 260,527.32	$ 291,641.14
	BAC				PV		EV		AC		SV	CV	SPI	CPI	ETC	EAC	ETC	EAC
TOTAL	$ 38,297,516.33				$ 25,529,731.52		$ 25,325,733.83		$ 23,519,532.37		-$ 203,997.69	$ 1,806,201.46	0.52	1.09	$ 12,971,782.50	$ 36,491,314.87	$ 12,153,909.97	$ 35,673,442.34
					67%		66%						VAC = BAC - EAC		VAC= $ 1,806,201.46		VAC= $ 2,624,073.99	

Tabla 06. Resumen de Costos e índices, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06 resulta la figura 09 con la curva de los costos que se tienen a la fecha de corte por las 17 actividades antes descritas en el presupuesto de obra. Para la curva de costos, se graficarán los costos de planificación, ganado o de ejecución y costo real.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Valor Planificado	$2,374,23	$36,441,2	$36,464,1	$36,518,3	$36,528,1	$36,555,5	$36,577,1	$37,060,1	$37,283,4	$37,286,9	$37,626,5	$37,717,9	$37,797,4	$37,800,5	$37,900,1	$37,999,6	$38,297,5
Valor Ganado Acumulado (EV)	$2,374,23	$24,994,7	$25,007,8	$25,032,5	$25,035,0	$25,048,7	$25,051,6	$25,098,4	$25,145,3	$25,147,4	$25,241,8	$25,262,1	$25,293,9	$25,293,9	$25,293,9	$25,293,9	$25,325,7
Costo Real Acumulado (AC)	$2,023,45	$23,207,8	$23,218,8	$23,240,8	$23,243,8	$23,255,8	$23,258,1	$23,301,2	$23,344,1	$23,346,0	$23,438,0	$23,457,3	$23,488,4	$23,488,4	$23,488,4	$23,488,4	$23,519,5

Figura 09. Curva de Costos Planificados, ejecutados y real, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06, también se obtiene el resumen de la tabla 01, siendo a esta obra los siguientes datos como los generados a la fecha de corte.

TABLA RESUMEN		
PV (Valor Planificado) Total:	$	38,297,516.33
PV (Valor Planificado) al corte:	$	25,529,731.52
EV (Valor Ganado):	$	25,325,733.83
AC (Costo Real):	$	23,519,532.37
SV (Variación de Programa):	ATRASADO	
CV (Variación de Costos):	ADELANTADO	
%OE= % presupuestado	66%	
%TT= % de tiempo transcurrido	67%	
ETC (Estimado de Costo remanente):	$	12,153,909.97
EAC (Estimado Costo Total):	$	35,673,442.34
VAC (Variación a la Conclusión):	$	2,624,073.99

Tabla 01. Resumen de ejecución de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 01 se obtienen las siguientes gráficas que se aprecian en la figura 05 que es la variación de costos respecto a lo planeado con lo ganado o ejecutado.

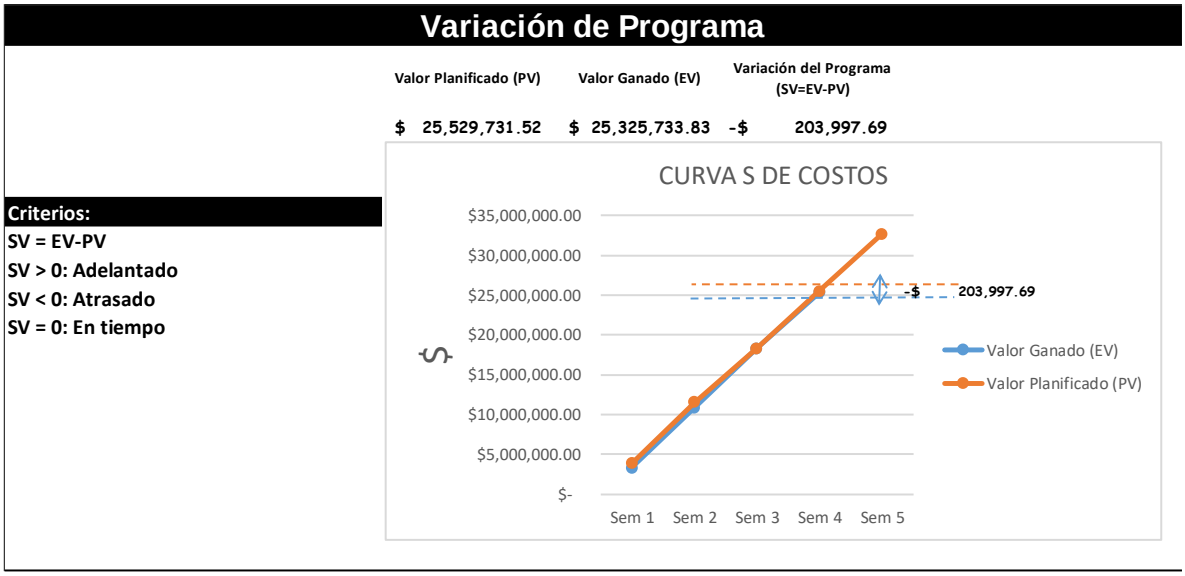


Figura 05. Variación de Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Figura 06, que es la variación de costos planificados respecto al costo real y ver su comportamiento, que siempre resulta ser más fácil de entender gráficamente.

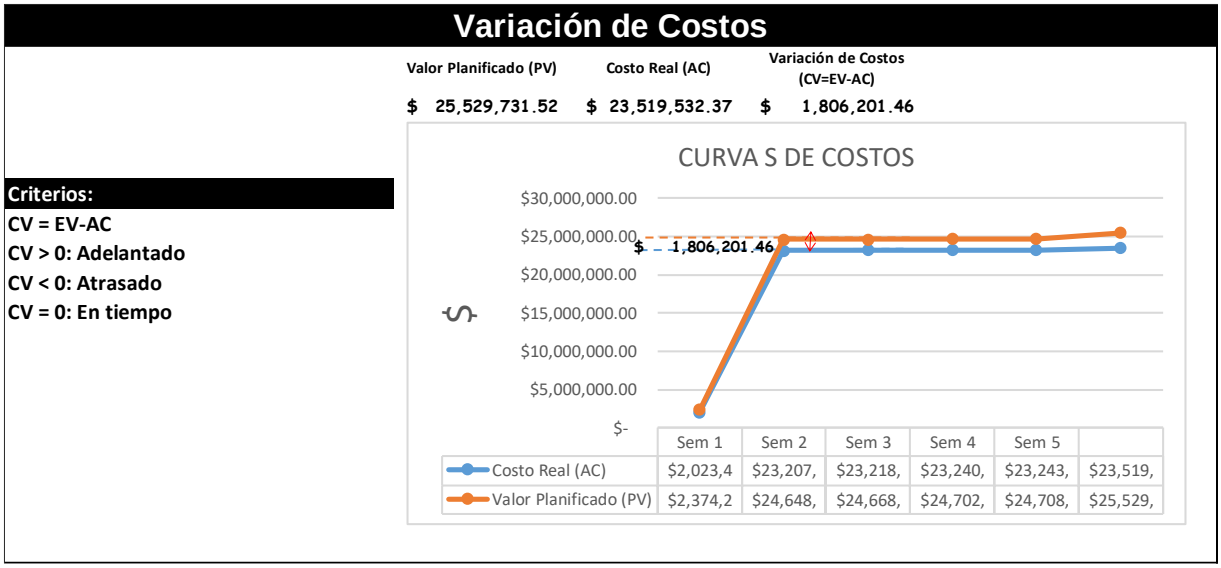


Figura 06. Variación de Costos, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Por último, generamos el cuadro de índices a monitorear y dar seguimiento con respecto a los datos de obra resultantes en la tabla 06.

En la tabla 09 se muestran los indicadores o índices de rendimiento, los cuales fueron descritos en el capítulo anterior.

Índices de Rendimiento		
Criterios Índice de Rendimiento de Costos		
CPI = EV/AC CPI > 1: Bajo Presupuesto CPI < 1: Sobre Presupuesto CPI = 1: En Presupuesto	CPI = EV/AC CPI: 1.077	En Presupuesto
Criterios Índice de Rendimiento del Programa		
SPI = EV/PV SPI > 1: Adelantado SPI < 1: Retraso SPI = 1: En Tiempo	SPI = EV/PV SPI: 0.992	Retraso
Criterios Índice Crítico de la Obra		
Indice Crítico = CPIXSPI Indice Crítico > 1: Adelantado Indice Crítico < 1: Retraso Indice Crítico = 1: En Tiempo	SPI X CPI Indice crítico: 1.068	Con la Planecación

SIMBOLOGÍA

<0.7 "Estado Crítico, hacer correciones"

>0.7 pero <1 "Iniciar mejoras"

>= 1 BIEN

Tabla 09. Indicadores de rendimiento Costo/Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este caso, en el monitoreo al corte de las 4 semanas, se tiene lo siguiente:

CPI: Arroja un valor mayor a 1, lo cual significa que la obra está dentro de presupuesto, sin que esta esté generando costos extra o desface en estos.

SPI: nos arroja un valor de 0.992, el cual significa que la obra presenta un atraso no muy significativo con respecto a lo planeado, de igual manera si se observa, el

semáforo marca en color amarillo, el cual significa que el atraso no es aún catastrófico y por ende debemos empezar a pensar en una mejora para poder culminar la obra en tiempo de contrato sin mayor desface.

De esta manera se demuestra que al no tener indicadores en la obra que monitorear, podemos pensar que la obra va bien, y seguir la misma tendencia y al final tener desfaces de costos y tiempo.

INDICE CRITICO: este índice resulta con un valor de 1.068, el cual indica que la obra va en buen camino, ya que se puede considerar un pequeño atraso respecto al costo ejecutado contra el planificado, pero el rendimiento de costo está dentro del presupuestado a la fecha de corte por lo que eficientando la mano de obra se rescata, de aquí que nace la productividad, y en este caso la productividad en la mano de obra aporta a que el proyecto pueda culminarse en tiempo.

Criterios Índice de Rendimiento de Tiempo de Ejecución		
AT = TT/TE AT > 1: Adelantado AT < 1: Retrasado AT = 1: En Tiempo	AT = TT/TE AT: 1.00	En Tiempo
Criterios Índice de Grado de desfase temporal		
GD = %OE/%TT GD > 1: Fuera de tiempo de contrato GD < 1: En tiempo de contrato GD = 1: En Tiempo con la planeación	GD = %OE/%TT GD: 0.99	En tiempo de contrato

Tabla 10. Indicadores de rendimiento Tiempo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 10, se obtienen los índices respecto al tiempo de ejecución el cual nos arroja un valor igual a 1, el cual nos indica que la obra va en tiempo según lo planeado, así como el grado de desface temporal de la obra, el cual arroja un valor del 0.99, que como se mencionó anteriormente, este índice no se muestra

catastrófico, ya que aún nos mantenemos dentro de la fecha del contrato a ejecutar, en este caso 4 de 6 semana para ejecutar la obra, por lo que aún se puede enmendar este.

De lo anterior, como resumen, resulta ser que la obra va con un panorama favorable, tanto en tiempo como en ejecución, por lo cual en caso de no hacer una mejora el monitoreo para que siga en la misma tendencia, pero tratando de tener mayor productividad en la ejecución de las actividades se cumpliría en tiempo y costo.

Aplicar una mejora en productividad o costos por ejemplo eficientar en materiales, equipos, etc., resulta obtener una utilidad superior a la planificada.

EJEMPLO 2: DE CORRECCIÓN

En este ejemplo, llevaremos la misma programación de concurso o planificada (VER ANEXO A), la fecha de corte es a las 4 semanas, a diferencia del ejemplo anterior, el avance reportado es menor.

Avance de Obra - Físico Financiero-Provisional

No.Obra: DGOIV-AD-L-1-308-20

Obra: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Clav	Descripcion	Unid	Cantida	P. U.	Monto	Estatus	Cantidad A	Importe Av.	% Av	Noviembre 15 AL 21 sem 0	Noviembre 22 AL 28 sem 1	Diciembre 29 AL 05 sem 2	Diciembre 06 AL 12 sem 3	Diciembre 13 AL 19 sem 4	Diciembre 20 AL 26 sem 5	Diciembre 27 AL 02 sem 6
					$ -											
1	Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	M3	7220.030	$ 328.84	$ 2,374,234.67	Ejecutado	7220.03	$ 2,374,234.67	100%		2202.45	2780.00	2237.58			
						Programado	7220.03	$ 2,374,234.67	100%		3938.19	3281.84				
2	Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 ltm2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	96267.000	$ 353.88	$ 34,066,965.96	Ejecutado	57840.00	$ 20,468,419.20	60%		3240.00	18200.00	18200.00	18200.00		
						Programado	96267.00	$ 34,066,965.96	100%		7405.15	18512.88	18512.88	18512.88	18512.88	14810.33
3	Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	7.000	$ 3,280.17	$ 22,961.19	Ejecutado	3.00	$ 9,840.51	43%				1.00	2.00		
						Programado	7.00	$ 22,961.19	100%			1.00	2.50	2.50	1.00	
4	Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	35.000	$ 1,547.94	$ 54,177.90	Ejecutado	11.00	$ 17,027.34	31%				4.00	7.00		
						Programado	35.00	$ 54,177.90	100%			3.68	9.21	9.21	9.21	3.69
5	Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	4.000	$ 2,442.06	$ 9,768.24	Ejecutado	1.00	$ 2,442.06	25%					1.00		
						Programado	4.00	$ 9,768.24	100%				1.25	1.25	1.25	0.25
6	Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, diámetro exterior de 100 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	20.000	$ 1,369.70	$ 27,394.00	Ejecutado	10.00	$ 13,697.00	50%			1.00	4.00	5.00		
						Programado	20.00	$ 27,394.00	100%			4.21	5.26	5.26	5.27	
7	Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renivelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	15.000	$ 1,440.16	$ 21,602.40	Ejecutado	2.00	$ 2,880.32	13%					2.00		
						Programado	15.00	$ 21,602.40	100%				4.68	4.68	4.68	0.96
8	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	13625.000	$ 35.45	$ 483,006.25	Ejecutado	1322.00	$ 46,864.90	10%					1322.00		
						Programado	13625.00	$ 483,006.25	100%				3585.52	3585.52	3585.52	2868.44
9	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	6300.000	$ 35.45	$ 223,335.00	Ejecutado	1322.00	$ 46,864.90	21%					1322.00		
						Programado	6300.00	$ 223,335.00	100%				900.00	2250.00	2250.00	900.00
10	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	100.000	$ 35.45	$ 3,545.00	Ejecutado	0.00	$ -	0%							
						Programado	100.00	$ 3,545.00	100%					45.45	45.45	9.10
11	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	2110.000	$ 160.92	$ 339,541.20	Ejecutado	586.00	$ 94,299.12	28%					586.00		
						Programado	2110.00	$ 339,541.20	100%					879.16	879.16	351.68
12	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	370.000	$ 247.12	$ 91,434.40	Ejecutado	82.00	$ 20,263.84	22%					82.00		
						Programado	370.00	$ 91,434.40	100%				69.37	115.62	115.62	69.39
13	Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	PZA	45.000	$ 1,765.88	$ 79,464.60	Ejecutado	0.00	$ -	0%							
						Programado	45.00	$ 79,464.60	100%				11.84	11.84	11.84	9.48
14	Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.30 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	PZA	13.000	$ 242.85	$ 3,157.05	Ejecutado	0.00	$ -	0%							
						Programado	13.00	$ 3,157.05	100%				1.08	5.41	5.41	1.10
15	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.09	$ 99,555.17	Ejecutado	0.00	$ -	0%							
						Programado	13.00	$ 99,555.17	100%					5.41	5.41	2.18
16	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehiculos en las vias preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.10	$ 99,555.30	Ejecutado	0.00	$ -	0%							
						Programado	13.00	$ 99,555.30	100%					5.41	5.41	2.18
17	Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm . Strimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	4300.000	$ 69.26	$ 297,818.00	Ejecutado	0.00	$ -	0%							
						Programado	4300.00	$ 297,818.00	100%					1535.71	1535.71	1228.58
AVANCE FINANCIERO DEL PROYECTO					$ 38,297,516.33	Av. Diario Ejercido		$ 23,096,833.86	60.31%	$ -	$ 1,870,824.86	$ 7,366,160.90	$ 7,191,372.54	$ 6,678,475.56	$ -	$ -
						Av. Acumulado Ejercido				$ -	$ 1,870,824.86	$ 9,226,985.76	$16,418,358.30	$23,096,833.86	$23,096,833.86	$23,096,833.86
						Av. Semanal Ejercido					$ 23,096,833.86					
						% Semanal Ejercido					60.31%					
						Av. Diario Programado		$ 38,297,516.33	100%	$ -	$ 3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77
						Av. Acumulado Programado				$ -	$ 3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33
						Av. Semanal Programado					$ 38,297,516.33					
						% Semanal Programado					100.00%					

Tabla 12. Programación de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este programa de obra se registran los volúmenes programados por semana, así como los volúmenes que se vayan ejecutando semanalmente para poder ponderar un porcentaje de obra en avance contra el programado.

Como resumen tenemos que el valor planeado es el siguiente en periodos semanales.

VALOR PLANIFICADO							
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
VALOR PLANIFICADO	PERIODO	$3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77
	ACUMULADO	$3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33

De estos datos obtenemos la curva de costos planificados por periodos semanales.

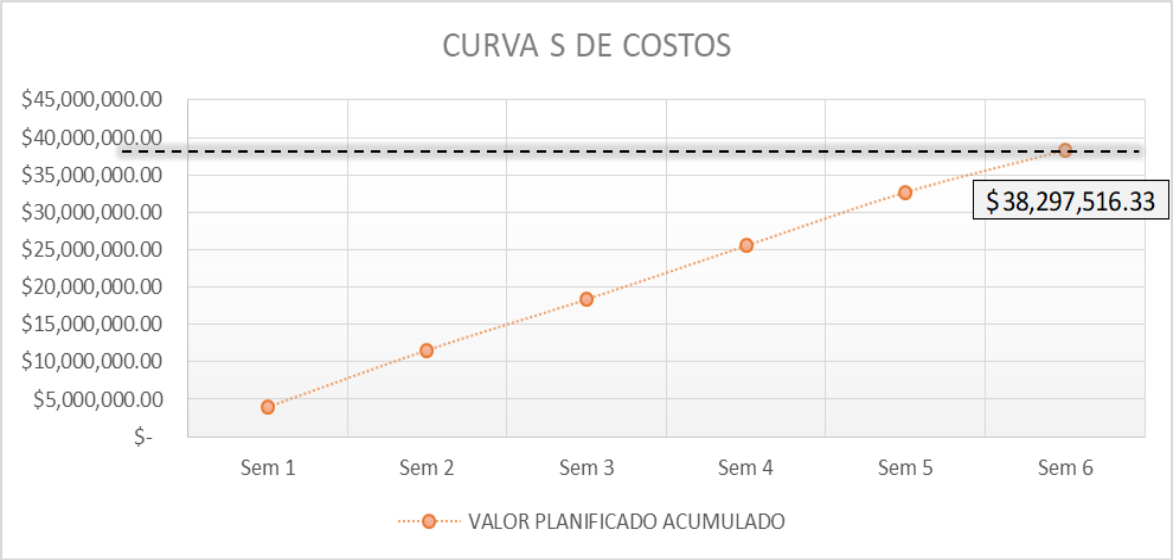


Figura 07. Curva de Costos Planificados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

El costo del valor Ganado está dado mediante la programación con el avance a la fecha de corte que se esté monitoreando, de esta manera, se generan las tablas 02 y 03, que son el concentrado de avance en obra, en la tabla 02 es únicamente el porcentaje de avance por periodo avanzado, y en la tabla 03 es el concentrado de avance por periodo, pero de manera acumulada por actividad.

	Medición de Progreso Físico					
Concepto	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30.0%*	*39.0%*	*31.0%*			
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*3.4%*	*18.9%*	*18.9%*	*18.9%*		
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*14.0%*	*28.0%*		
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*11.4%*	*20.0%*		
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25.0%*		
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5.0%*	*20.0%*	*25.0%*		
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13.3%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*9.7%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*20.9%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*27.8%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22.2%*		
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias						
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						

Tabla 02. Medición de Progreso Físico, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

	Medición de Progreso Físico (Acumulado)					
Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30%*	*69%*	*100%*	*100%*		
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*3%*	*22%*	*41%*	*60%*		
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*14%*	*42%*		
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*11%*	*31%*		
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25%*		
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5%*	*25%*	*50%*		
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*10%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*21%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*28%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22%*		
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias						
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						

Tabla 03. Medición de Progreso Físico Acumulado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 03, se genera la tabla 04, que es la multiplicación o el producto del porcentaje de avance acumulado por el precio unitario de cada actividad, de esta manera ya se tiene el valor ganado al momento del corte.

		Medición de Progreso Físico (Acumulado)					
Actividad	**Presupuesto**	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	$ 2,374,234.67	*$ 712,270.40*	*$ 1,638,221.92*	*$ 2,374,234.67*	*$ 2,374,234.67*		
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 34,066,965.96	*$ 1,158,276.84*	*$ 7,596,933.41*	*$ 14,035,589.98*	*$ 20,474,246.54*		
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19			*$ 3,214.57*	*$ 9,643.70*		
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90			*$ 6,176.28*	*$ 17,011.86*		
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24				*$ 2,442.06*		
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00		*$ 1,369.70*	*$ 6,848.50*	*$ 13,697.00*		
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40				*$ 2,873.12*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25				*$ 46,851.61*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00				*$ 46,677.02*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20				*$ 94,392.45*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40				*$ 20,298.44*		
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	$ 79,464.60						
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17						
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30						
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00						

Tabla 04. Medición de Progreso Físico Acumulado en Costo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Valor Ganado (EV)	$ 1,870,547.24	$ 9,236,525.03	$ 16,426,063.99	$ 23,102,368.46		
Valor Planificado (PV)	$ 3,915,568.88	$ 11,560,850.15	$ 18,348,966.92	$ 25,529,731.52	$ 32,705,589.56	$ 38,297,516.33

Tabla 05. Valor Ganado y Planificado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 05 obtenemos la figura 08, que es la curva de costos planificados y la de costos ejecutados.

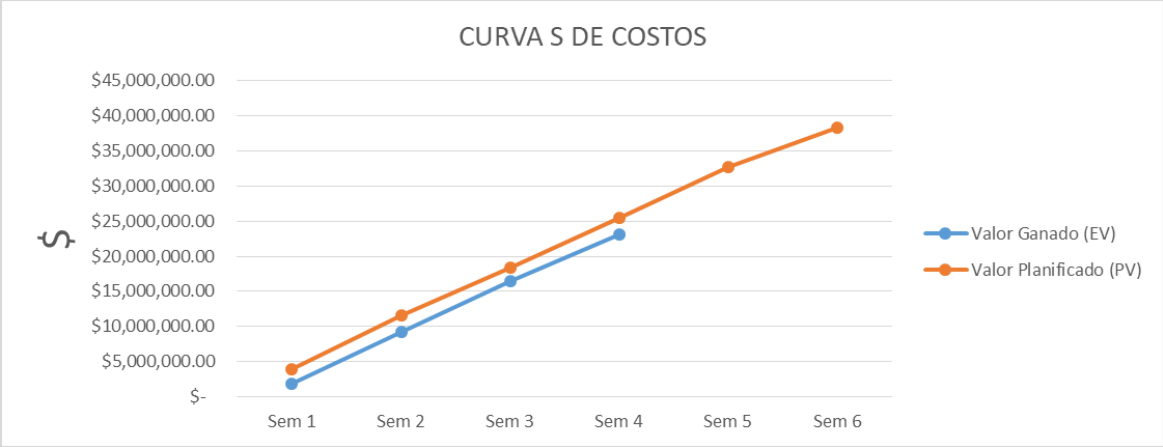


Figura 08. Curva de Costos Planificados y ejecutados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De lo anterior se procede a calcular los valores de los índices de rendimiento por actividad mediante las fórmulas descritas en el capítulo anterior.

En esta tabla están los datos de descripción de actividades, unidad, costos planificados, costos de valor ganado y costo real de las actividades ejecutadas y programadas a la fecha de corte.

Para llevar el control del costo real de la obra se propone utilizar el formato del Anexo D, en el cual, se lleva el control de los materiales de la explosión de insumos de la obra (VER ANEXO B), y de esta manera poder llevar el control de las compras que ya se vayan haciendo, los costos generados a la fecha y lo faltante por adquirir, de igual manera, de esta manera se puede observar si se está teniendo alguna desviación, por ejemplo mermas, materiales de adquisición en mayor precio que el

planeado, compras excedentes de material etc., también es importante llevar el control de las adquisiciones de insumos respecto a los avances de obra, esto para primero tener los materiales en tiempo para la ejecución de las actividades y otra para evitar desfases de adquisición de los insumos en la manera de lo posible.

También se utilizarán el formato del anexo E y anexo F, que son los programas de mano de obra y programa de maquinaria y combustible respectivamente, en estos se propuso llevar el control de los insumos que hacen referencia a estos ya mencionados, pueden llevarse con base al seguimiento de los programas entregados en la licitación de adjudicación de la obra en caso de que esta fuera adjudicada en esta modalidad como es este ejemplo (VER ANEXO C).

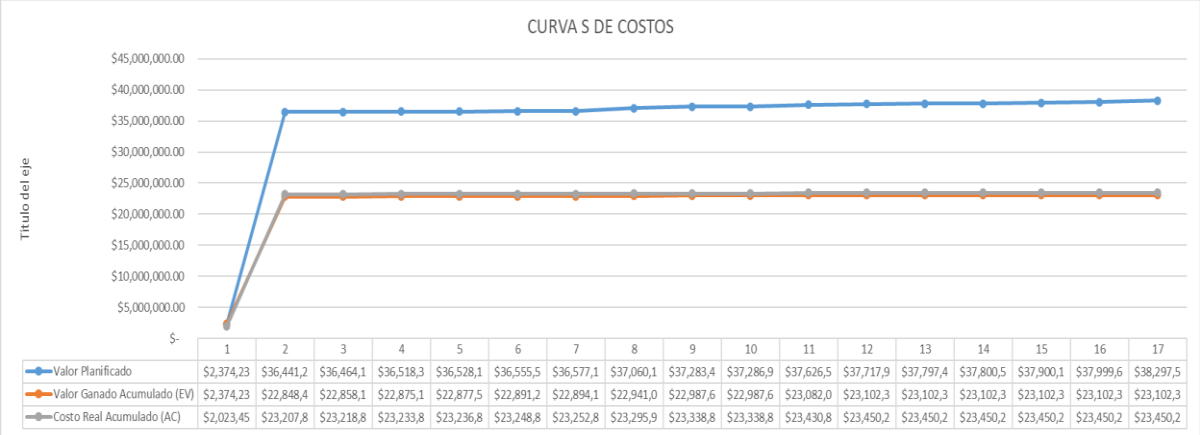
Aplicando los formatos mencionados anteriormente, se contará con el costo real, por lo que se procede a lo siguiente.

Se calcularán las variaciones que se generen en base a los costos planificados, ganados y real, con estas variaciones se calculará la diferencia entre está proyectada baja la misma tendencia al final de la obra. Siendo para este resultado VAC con valor negativo un desface en costos en la obra y positivo una ganancia extra independiente de la utilidad que se proyectó al concursar o vender la obra, de esta manera también se asegura si la utilidad proyectada cumple con la proyectada en un inicio de la obra.

En la tabla 06 se muestran los totales por actividad de los costos planificados, costos del valor ganado y costo real de la obra, con estos datos se parte para poder calcular las variables de variación, estas son las variaciones típicas y atípicas.

REPORTE DE EJECUCIÓN Y RENDIMIENTO																			
											Variación		Índices de Rendimiento		Variaciones Atípicas		Variaciones Típicas	
Actividad	BAC	Valor Planificado	Progreso Programado (%)	Progreso Físico (%)	Valor Planificado (PV)	Valor Planificado Acumulado (PV)	Valor Ganado (EV)	Valor Ganado Acumulado (EV)	Costo Real (AC)	Costo Real Acumulado (AC)	Variación del Programa (SV=EV-PV)	Variación de Costos (CV=EV-AC)	índice de Rendimiento del Programa (SPI=EV/PV)	índice de Rendimiento de Costos (CPI=EV/AC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)/CPI	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: traza y nivelación para el aplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, cuadrilla mecánica a cambio de volteo de material producto de fresado de capa de de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zonas de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable). mano de obra en horario nocturno de 20:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreo dentro y fuera del frente de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en bancos, dcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acarreo mado de producto del fresado, una vez terminada las trabajos nocturnos, así como el uso de accesorios hidráulicos con material del fresado.	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	100%	100%	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,023,455.93	$ 2,023,455.93	$ -	$ 350,778.74	1.00	1.17	$ -	$ 2,023,455.93	$ -	$ 2,023,455.93
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla tendida, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la Ciudad, incluye riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 litro/ 2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la CIUDAD, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será cada 250 m 3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes: (extracción de corazones) espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación. Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreo dentro y fuera de la obra, despedicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de las trabajos.	$ 34,066,965.96	$36,441,200.63	65%	60%	$ 22,274,548.41	$ 24,648,783.08	$ 20,474,246.54	$ 22,848,481.21	$ 21,184,355.82	$ 23,207,811.75	-$ 1,800,301.86	-$ 710,109.28	0.92	0.97	$ 13,592,719.42	$ 34,777,075.24	$ 14,064,156.36	$ 35,248,512.18
Suministro y reinvitación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=150 kg/cm 2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, reinvitado de brocal existente, cuadrar, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreo, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, diaspedicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19	$36,464,161.82	86%	42%	$ 19,681.02	$ 24,668,464.10	$ 9,643.70	$ 22,858,124.91	$ 11,034.66	$ 23,218,846.41	-$ 10,037.32	-$ 1,390.96	0.49	0.87	$ 13,317.49	$ 24,352.15	$ 15,238.34	$ 26,273.00
Reinvitación de bocal de pozo de visita existente, incluye suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=150 kg/cm 2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, reinvitado de brocal existente, cuadrar, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, diaspedicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90	$36,518,339.72	63%	31%	$ 34,209.47	$ 24,702,673.57	$ 17,011.86	$ 22,875,136.77	$ 15,005.00	$ 23,233,851.41	-$ 17,197.61	$ 2,006.86	0.50	1.13	$ 37,166.04	$ 52,171.04	$ 32,781.62	$ 47,786.62
Suministro y reinvitación de rejilla pasa de carga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, reinvitado de rejilla existente, cuadrar, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, diaspedicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24	$36,528,107.96	63%	25%	$ 6,105.15	$ 24,708,778.72	$ 2,442.06	$ 22,877,578.83	$ 3,000.00	$ 23,236,851.41	-$ 3,663.09	-$ 557.94	0.40	0.81	$ 7,326.18	$ 10,326.18	$ 9,000.00	$ 12,000.00
Reinvitación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=150 kg/cm 2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, reinvitado de rejilla existente, cuadrar, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, diaspedicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00	$36,555,501.96	74%	50%	$ 20,175.68	$ 24,728,954.40	$ 13,697.00	$ 22,891,275.83	$ 12,045.00	$ 23,248,896.41	-$ 6,478.68	$ 1,652.00	0.68	1.14	$ 13,697.00	$ 25,742.00	$ 12,045.00	$ 24,090.00
Reinvitación de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la reinvitación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40	$36,577,104.36	62%	13%	$ 13,479.90	$ 24,742,434.30	$ 2,873.12	$ 22,894,148.95	$ 4,000.00	$ 23,252,896.41	-$ 10,606.78	-$ 1,126.88	0.21	0.72	$ 18,729.28	$ 22,729.28	$ 26,075.19	$ 30,075.19
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 15 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25	$37,060,110.61	53%	10%	$ 254,213.37	$ 24,996,647.67	$ 46,851.61	$ 22,941,000.56	$ 43,078.55	$ 23,295,974.96	-$ 207,361.76	$ 3,773.06	0.18	1.09	$ 436,154.64	$ 479,233.19	$ 401,030.21	$ 444,108.76
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separación de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00	$37,283,445.61	50%	21%	$ 111,667.50	$ 25,108,315.17	$ 46,677.02	$ 22,987,677.57	$ 42,895.45	$ 23,338,870.41	-$ 64,990.49	$ 3,781.57	0.42	1.09	$ 176,657.99	$ 219,553.44	$ 162,345.94	$ 205,241.39
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en amigas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00	$37,286,990.61	45%		$ 1,611.20	$ 25,109,926.37		$ 22,987,677.57		$ 23,338,870.41	-$ 1,611.20	$ -	0.00		$ 3,545.00	$ 3,545.00	$ 3,523.42	$ 3,523.42
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para pasa definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20	$37,626,531.81	42%	28%	$ 141,474.43	$ 25,251,400.80	$ 94,392.45	$ 23,082,070.03	$ 92,004.00	$ 23,430,874.41	-$ 47,081.97	$ 2,388.45	0.67	1.03	$ 245,148.75	$ 337,152.75	$ 238,945.64	$ 330,949.64
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para pasa definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40	$37,717,966.21	50%	22%	$ 45,714.73	$ 25,297,115.52	$ 20,298.44	$ 23,102,368.46	$ 19,355.82	$ 23,450,230.23	-$ 25,416.29	$ 942.62	0.44	1.05	$ 71,135.96	$ 90,491.78	$ 67,832.56	$ 87,188.38
Pintado de Flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar el sección en vialidades primarias	$ 79,464.60	$37,797,430.81	53%		$ 41,816.04	$ 25,338,931.56		$ 23,102,368.46		$ 23,450,230.23	-$ 41,816.04	$ -	0.00		$ 79,464.60	$ 79,464.60	$ 78,980.78	$ 78,980.78
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sorgente, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05	$37,800,587.86	50%		$ 1,576.10	$ 25,340,507.66		$ 23,102,368.46		$ 23,450,230.23	-$ 1,576.10	$ -	0.00		$ 3,157.05	$ 3,157.05	$ 3,137.83	$ 3,137.83
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logotipo ciclo, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17	$37,900,143.03	42%		$ 41,430.27	$ 25,381,937.93		$ 23,102,368.46		$ 23,450,230.23	-$ 41,430.27	$ -	0.00		$ 99,555.17	$ 99,555.17	$ 98,949.03	$ 98,949.03
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logotipo ciclista, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30	$37,999,698.33	42%		$ 41,430.32	$ 25,423,368.25		$ 23,102,368.46		$ 23,450,230.23	-$ 41,430.32	$ -	0.00		$ 99,555.30	$ 99,555.30	$ 98,949.16	$ 98,949.16
Suministro y colocación de vialeta unicara reflejante de 10 x 10 cm. Slim sonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00	$38,297,516.33	36%		$ 106,363.27	$ 25,529,731.52		$ 23,102,368.46		$ 23,450,230.23	-$ 106,363.27	$ -	0.00		$ 297,818.00	$ 297,818.00	$ 296,004.75	$ 296,004.75
	BAC				PV		EV		AC		SV	CV	SPI	CPI	ETC	EAC	ETC	EAC
TOTAL	$ 38,297,516.33				$ 25,529,731.52		$ 23,102,368.46		$ 23,450,230.23		-$ 2,427,363.06	-$ 347,861.77	0.35	1.01	$ 15,195,147.87	$ 38,645,378.10	$ 15,608,995.83	$ 39,059,226.06
					67%		60%						VAC = BAC - EAC		VAC= -$ 347,861.77		VAC= -$ 761,709.73	

Tabla 06. Resumen de Costos e índices, (Autoría propia Villavicencio, 2021)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Valor Planificado	$2,374,23	$36,441,2	$36,464,1	$36,518,3	$36,528,1	$36,555,5	$36,577,1	$37,060,1	$37,283,4	$37,286,9	$37,626,5	$37,717,9	$37,797,4	$37,800,5	$37,900,1	$37,999,6	$38,297,5
Valor Ganado Acumulado (EV)	$2,374,23	$22,848,4	$22,858,1	$22,875,1	$22,877,5	$22,891,2	$22,894,1	$22,941,0	$22,987,6	$22,987,6	$23,082,0	$23,102,3	$23,102,3	$23,102,3	$23,102,3	$23,102,3	$23,102,3
Costo Real Acumulado (AC)	$2,023,45	$23,207,8	$23,218,8	$23,233,8	$23,236,8	$23,248,8	$23,252,8	$23,295,9	$23,338,8	$23,338,8	$23,430,8	$23,450,2	$23,450,2	$23,450,2	$23,450,2	$23,450,2	$23,450,2

Figura 09. Curva de Costos Planificados, ejecutados y real, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06 se genera el resumen de la tabla 01, en la cual podemos ver que tenemos un VAC negativo, lo que significa que estamos generando sobrecostos a la fecha de corte, lo que nos lleva a plantear una mejora puesto que el tiempo de ejecución transcurrido es del 67% y aún no se termina el plazo de ejecución total de la obra.

TABLA RESUMEN		
PV (Valor Planificado) Total:	$	38,297,516.33
PV (Valor Planificado) al corte:	$	25,529,731.52
EV (Valor Ganado):	$	23,102,368.46
AC (Costo Real):	$	23,450,230.23
SV (Variación de Programa):	ATRASADO	
CV (Variación de Costos):	ATRASADO	
%OE= % presupuestado	60%	
%TT= % de tiempo transcurrido	67%	
ETC (Estimado de Costo remanente):	$	15,608,995.83
EAC (Estimado Costo Total):	$	39,059,226.06
VAC (Variación a la Conclusión):	-$	761,709.73

Tabla 01. Resumen de ejecución de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06 se genera la curva con la representación de los costos acumulados a la fecha de corte respecto al costo planificado contra el costo ganado o ejecutado en obra.

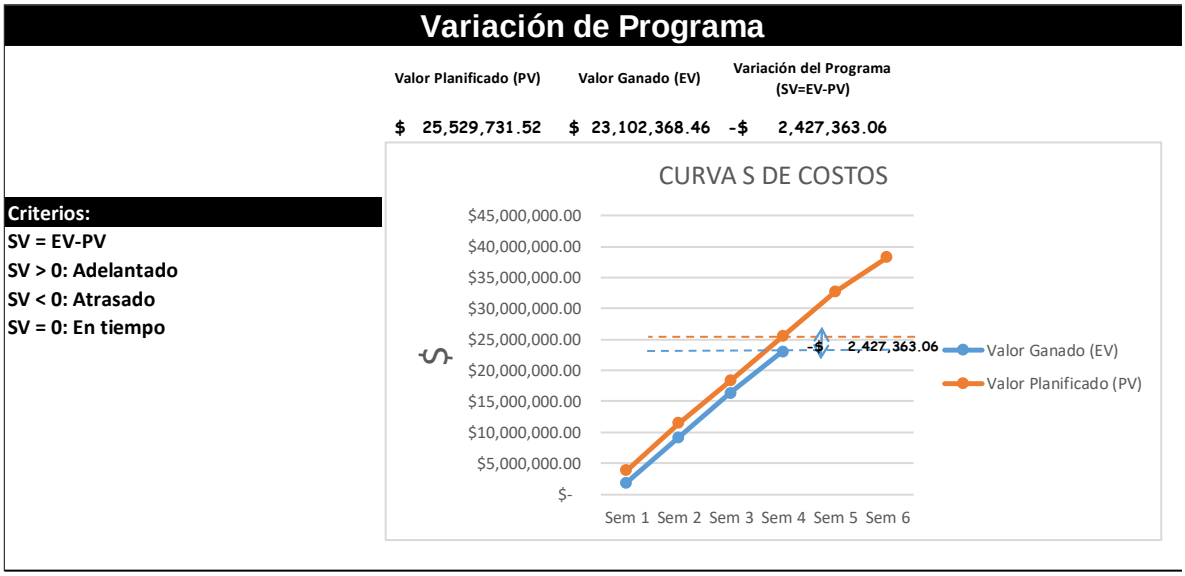


Figura 05. Variación de Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De igual manera, de la tabla 06 se genera la curva con la representación de los costos acumulados a la fecha de corte respecto al costo planificado contra el costo real en obra a la fecha de corte.

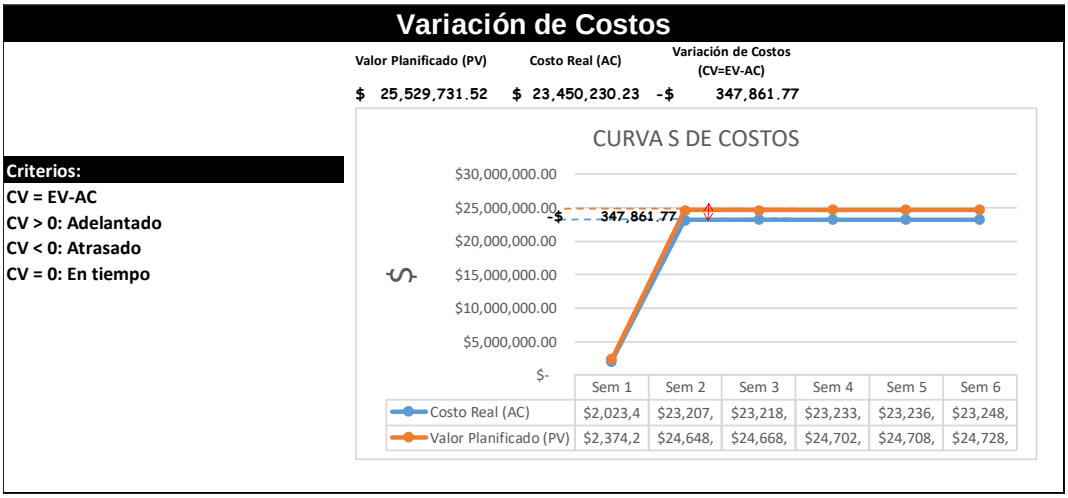


Figura 06. Variación de Costos, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06 se genera el cuadro con los índices a monitorear, índice de rendimiento de costos, programa y el índice crítico.

Índices de Rendimiento		
Criterios Índice de Rendimiento de Costos		
CPI = EV/AC **CPI > 1: Bajo Presupuesto** **CPI < 1: Sobre Presupuesto** **CPI = 1: En Presupuesto**	**CPI = EV/AC** **CPI: 0.985**	**Sobre Presupuesto**
Criterios Índice de Rendimiento del Programa		
SPI = EV/PV **SPI > 1: Adelantado** **SPI < 1: Retraso** **SPI = 1: En Tiempo**	**SPI = EV/PV** **SPI: 0.905**	**Retraso**
Criterios Índice Crítico de la Obra		
Indice Crítico = CPIXSPI **Indice Crítico > 1: Adelantado** **Indice Crítico < 1: Retraso** **Indice Crítico = 1: En Tiempo**	**SPI X CPI** **Indice crítico: 0.891**	**Fuera de Planeación**

SIMBOLOGÍA

<0.7 "Estado Crítico, hacer correciones"

>0.7 pero <1 "Iniciar mejoras"

>= 1 BIEN

Tabla 09. Indicadores de rendimiento Costo/Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este caso, en el monitoreo al corte de las 4 semanas, se tiene lo siguiente:

CPI: Arroja un valor mayor a 0.985, lo cual significa que la obra presenta un sobrecosto, pero de igual manera se observa que el semáforo está en amarillo lo cual significa que se tiene posibilidad de mejorar el rendimiento de costos al término de la obra.

SPI: nos arroja un valor de 0.905, el cual significa que la obra presenta un atraso con respecto a lo planeado, de igual manera si se observa, el semáforo marca en color amarillo, el cual significa que el atraso no es aún catastrófico y por ende debemos empezar a pensar en una mejora para poder culminar la obra en tiempo de contrato sin mayor desface.

De esta manera se demuestra que al no tener indicadores en la obra que monitorear, podemos pensar que la obra va bien, y seguir la misma tendencia y al final tener desfaces de costos y tiempo.

INDICE CRITICO: este índice resulta con un valor de 0.891, el cual indica que la obra está fuera de planeación, si se observa, el semáforo se marca en color amarillo por lo que aún podemos rescatar la obra y eficientar y hacer productivo al equipo de trabajo para poder conseguirlo.

Criterios Índice de Rendimiento de Tiempo de Ejecución		
AT = TT/TE AT > 1: Adelantado AT < 1: Retrasado AT = 1: En Tiempo	AT = TT/TE AT: 1.50	En Tiempo
Criterios Índice de Grado de desfase temporal		
GD = %OE/%TT GD > 1: Fuera de tiempo de contrato GD < 1: En tiempo de contrato GD = 1: En Tiempo con la planeación	GD = %OE/%TT GD: 0.90	Retraso

Tabla 10. Indicadores de rendimiento Tiempo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En la tabla 10 se establecen los índices de rendimiento en cuanto al tiempo de ejecución y grado de desface temporal de la obra, con lo que resulta ser que el valor de AT= 1.5 que indica que aún estamos dentro del tiempo de contrato, por lo que tenemos la oportunidad de realizar correcciones a la obra.

Así mismo, se observa que, en cuanto al grado de desfase temporal, el semáforo marca en color amarillo con un valor de GD=0.90, que da pauta a que la obra se considera con desface restable aún.

De aquí se procede a realizar correcciones y mejoras al proyecto, siendo estas algunas de las siguientes:

Productividad en la mano de obra, en este caso en el rendimiento que se llevaba por día, incrementando estos rendimientos y produciendo más, así también como el incorporar una nueva cuadrilla de trabajo para dar mayor avance a los trabajos de pavimentación que son los que mayor impacto tienen en todos los sentidos, pero principalmente es el objeto del contrato y son las actividades que nos impactan a mayor escala en cuanto a costos.

De igual manera se incorporó una subcontrata para los trabajos de señalamiento de la obra, esto, para fines de no generar más costos extraordinarios y evitar mermas en cuanto a desfaces de tiempo, lo que lleva a poder controlar el costo en mejor manera, pero estar muy pendiente de que los trabajos se ejecuten en el tiempo acordado, y de ser posible poder eficientar este y culminar en menor tiempo.

Otra medida que se tomó en este caso, es de la explosión de insumos, el costo de mayor impacto es de la mezcla asfáltica, por lo que, para este caso, se buscó eficientar el costo del material y así disminuir costos, para ello, se buscó un material que cumpliera con las especificaciones solicitadas de proyecto, siendo así que en ningún momento se bajó la calidad de los materiales, manteniendo su calidad.

De esta manera a continuación se dan los resultados de ejecución con los cambios antes mencionados, y de esta manera llegando al 100% al término de la obra y en el tiempo de contrato de las 6 semanas aproximadamente.

A continuación, se muestra la tabla 12, en la cual se aprecian los avances planificados como los ejecutados en obra semanalmente.

Avance de Obra - Fisico Financiero-Provisional

No.Obra: DGOV-AD-L-1-308-20

Obra: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

											Noviembre	Noviembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
											15 AL 21	22 AL 28	29 AL 05	06 AL 12	13 AL 19	20 AL 26	27 AL 02
Clav	Descripcion	Unic	Cantida	P. U.	Monto	Estatus	Cantidad A	Importe Av.	% Av		sem 0	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6
					$ -												
1	Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	M3	7220.030	$ 328.84	$ 2,374,234.67	Ejecutado	7220.03	$ 2,374,234.67	100%			2202.45	2780.00	2237.58			
						Programado	7220.03	$ 2,374,234.67	100%			3938.19	3281.84				
2	Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 ltm2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del especimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	96267.000	$ 353.88	$ 34,066,965.96	Ejecutado	96267.00	$ 34,066,965.96	100%			3240.00	18200.00	18200.00	18200.00	19600.00	18827.00
						Programado	96267.00	$ 34,066,965.96	100%			7405.15	18512.88	18512.88	18512.88	18512.88	14810.33
3	Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	7.000	$ 3,280.17	$ 22,961.19	Ejecutado	7.00	$ 22,961.19	100%					1.00	2.00	3.00	1.00
						Programado	7.00	$ 22,961.19	100%				1.00	2.50	2.50	1.00	
4	Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c= 350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	35.000	$ 1,547.94	$ 54,177.90	Ejecutado	35.00	$ 54,177.90	100%					4.00	7.00	16.00	8.00
						Programado	35.00	$ 54,177.90	100%				3.68	9.21	9.21	9.21	3.69
5	Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c= 250 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	4.000	$ 2,442.06	$ 9,768.24	Ejecutado	4.00	$ 9,768.24	100%						1.00	2.00	1.00
						Programado	4.00	$ 9,768.24	100%					1.25	1.25	1.25	0.25
6	Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c= 350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	20.000	$ 1,369.70	$ 27,394.00	Ejecutado	20.00	$ 27,394.00	100%				1.00	4.00	5.00	5.00	5.00
						Programado	20.00	$ 27,394.00	100%				4.21	5.26	5.26	5.27	
7	Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renivelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempo muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	15.000	$ 1,440.16	$ 21,602.40	Ejecutado	15.00	$ 21,602.40	100%						2.00	6.00	7.00
						Programado	15.00	$ 21,602.40	100%					4.68	4.68	4.68	0.96
8	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	13625.000	$ 35.45	$ 483,006.25	Ejecutado	13625.00	$ 483,006.25	100%						1322.00	7245.00	5058.00
						Programado	13625.00	$ 483,006.25	100%					3585.52	3585.52	3585.52	2868.44
9	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	6300.000	$ 35.45	$ 223,335.00	Ejecutado	6300.00	$ 223,335.00	100%						1322.00	2722.00	2256.00
						Programado	6300.00	$ 223,335.00	100%					900.00	2250.00	2250.00	900.00
10	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	100.000	$ 35.45	$ 3,545.00	Ejecutado	100.00	$ 3,545.00	100%							62.00	38.00
						Programado	100.00	$ 3,545.00	100%						45.45	45.45	9.10
11	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	2110.000	$ 160.92	$ 339,541.20	Ejecutado	2110.00	$ 339,541.20	100%						586.00	798.00	726.00
						Programado	2110.00	$ 339,541.20	100%						879.16	879.16	351.68
12	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	370.000	$ 247.12	$ 91,434.40	Ejecutado	370.00	$ 91,434.40	100%						82.00	146.00	142.00
						Programado	370.00	$ 91,434.40	100%					69.37	115.62	115.62	69.39
13	Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	PZA	45.000	$ 1,765.88	$ 79,464.60	Ejecutado	45.00	$ 79,464.60	100%							23.00	22.00
						Programado	45.00	$ 79,464.60	100%					11.84	11.84	11.84	9.48
14	Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.0 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	PZA	13.000	$ 242.85	$ 3,157.05	Ejecutado	13.00	$ 3,157.05	100%							8.00	5.00
						Programado	13.00	$ 3,157.05	100%					1.08	5.41	5.41	1.10
15	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.09	$ 99,555.17	Ejecutado	13.00	$ 99,555.17	100%							7.00	6.00
						Programado	13.00	$ 99,555.17	100%						5.41	5.41	2.18
16	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el limite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.10	$ 99,555.30	Ejecutado	13.00	$ 99,555.30	100%							7.00	6.00
						Programado	13.00	$ 99,555.30	100%						5.41	5.41	2.18
17	Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Slimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	4300.000	$ 69.26	$ 297,818.00	Ejecutado	4300.00	$ 297,818.00	100%							3550.00	750.00
						Programado	4300.00	$ 297,818.00	100%						1535.71	1535.71	1228.58
						Av. Diario Ejercido					$ -	$ 1,870,824.86	$ 7,356,160.90	$ 7,191,372.54	$ 6,678,475.56	$ 7,906,695.23	$ 7,293,987.24
						Av. Acumulado Ejercido					$ -	$ 1,870,824.86	$ 9,226,985.76	$16,418,358.30	$23,096,833.86	$31,003,529.09	$38,297,516.33
						Av. Semanal Ejercido		$ 38,297,516.33	100.00%			$					38,297,516.33
	AVANCE FINANCIERO DEL PROYECTO				$ 38,297,516.33	% Semanal Ejercido								100.00%			
						Av. Diario Programado					$ -	$ 3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,868.04	$ 5,591,926.77
						Av. Acumulado Programado					$ -	$ 3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,599.56	$38,297,516.33
						Av. Semanal Programado		$ 38,297,516.33	100%			$					38,297,516.33
						% Semanal Programado								100.00%			

Tabla 12. Programación de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este programa de obra se registran los volúmenes programados por semana, así como los volúmenes que se vayan ejecutando semanalmente para poder ponderar un porcentaje de obra en avance contra el programado.

Como resumen tenemos que el valor planeado es el siguiente en periodos semanales.

VALOR PLANIFICADO							
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
VALOR PLANIFICADO	PERIODO	$3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77
	ACUMULADO	$3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33

De estos datos obtenemos la curva de costos planificados por periodos semanales.

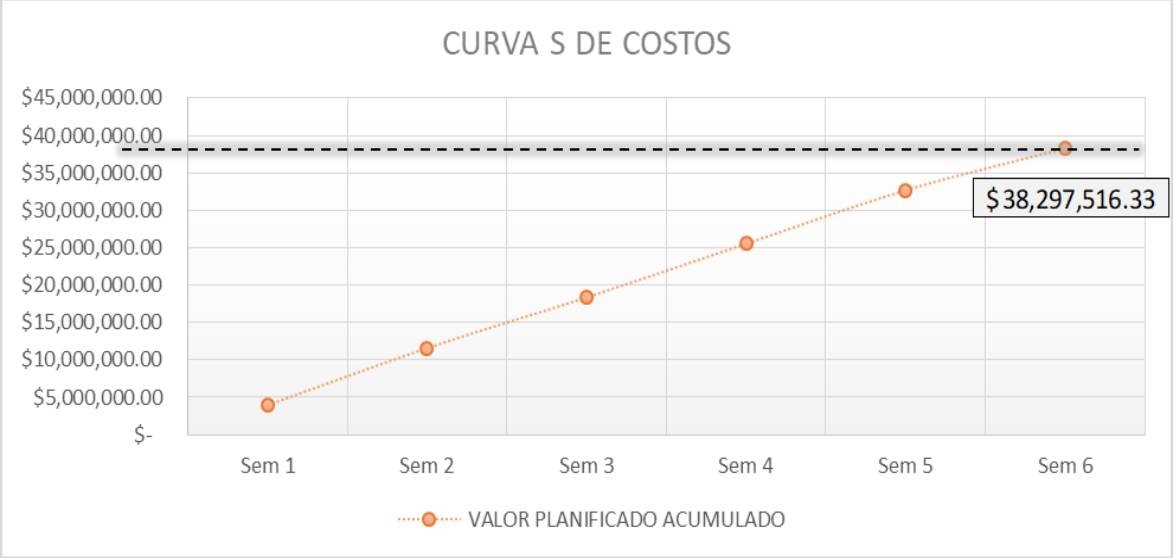


Figura 07. Curva de Costos Planificados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Con apoyo de la tabla 12, se genera la siguiente programación, que es en base al porcentaje de obra ejecutada en obra a la fecha de corte, en la tabla se registran cada una de las actividades del presupuesto, así como los porcentajes de obra ejecutados. Estos porcentajes serán para generar el costo del valor ganado. Por tanto, se genera la tabla 02 y por ende la 03 que es únicamente el avance acumulado de la tabla 02 por actividad.

Medición de Progreso Físico							
Concepto	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30.0%*	*39.0%*	*31.0%*				
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*3.4%*	*18.9%*	*18.9%*	*18.9%*	*20.4%*	*19.6%*	
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*14.0%*	*28.0%*	*44.0%*	*14.0%*	
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*11.4%*	*20.0%*	*45.7%*	*22.9%*	
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25.0%*	*50.0%*	*25.0%*	
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5.0%*	*20.0%*	*25.0%*	*25.0%*	*25.0%*	
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13.3%*	*40.0%*	*46.7%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*9.7%*	*53.2%*	*37.1%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*20.9%*	*43.2%*	*35.9%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*62.0%*	*38.0%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*27.8%*	*37.8%*	*34.4%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22.2%*	*39.5%*	*38.3%*	
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias					*51.0%*	*49.0%*	
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias					*61.5%*	*38.5%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*53.8%*	*46.2%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*53.8%*	*46.2%*	
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*82.6%*	*17.4%*	

Tabla 02. Medición de Progreso Físico, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Medición de Progreso Físico (Acumulado)							
Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30%*	*69%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*3%*	*22%*	*41%*	*60%*	*80%*	*100%*	
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*14%*	*42%*	*86%*	*100%*	
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*11%*	*31%*	*77%*	*100%*	
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25%*	*75%*	*100%*	
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5%*	*25%*	*50%*	*75%*	*100%*	
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13%*	*53%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*10%*	*63%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*21%*	*64%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*62%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*28%*	*66%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22%*	*62%*	*100%*	
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias					*51%*	*100%*	
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias					*62%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*54%*	*100%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*54%*	*100%*	
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*83%*	*100%*	

Tabla 03. Medición de Progreso Físico Acumulado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 03, se genera la tabla 04, que es la multiplicación o el producto del porcentaje de avance acumulado por el precio unitario de cada actividad, de esta manera ya se tiene el valor ganado al momento del corte.

Medición de Progreso Físico (Acumulado)							
Actividad	**Presupuesto**	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	$ 2,374,234.67	*$ 712,270.40*	*$ 1,638,221.92*	*$ 2,374,234.67*	*$ 2,374,234.67*	*$ 2,374,234.67*	*$ 2,374,234.67*
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 34,066,965.96	*$ 1,158,276.84*	*$ 7,596,933.41*	*$ 14,035,589.98*	*$ 20,474,246.54*	*$ 27,410,280.81*	*$ 34,066,965.96*
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19			*$ 3,214.57*	*$ 9,643.70*	*$ 19,746.62*	*$ 22,961.19*
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90			*$ 6,176.28*	*$ 17,011.86*	*$ 41,771.16*	*$ 54,177.90*
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24				*$ 2,442.06*	*$ 7,326.18*	*$ 9,768.24*
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00		*$ 1,369.70*	*$ 6,848.50*	*$ 13,697.00*	*$ 20,545.50*	*$ 27,394.00*
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40				*$ 2,873.12*	*$ 11,514.08*	*$ 21,602.40*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25				*$ 46,851.61*	*$ 303,666.03*	*$ 483,006.25*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00				*$ 46,677.02*	*$ 143,157.74*	*$ 223,335.00*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00					*$ 2,197.90*	*$ 3,545.00*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20				*$ 94,392.45*	*$ 222,739.03*	*$ 339,541.20*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40				*$ 20,298.44*	*$ 56,378.45*	*$ 91,434.40*
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	$ 79,464.60					*$ 40,526.95*	*$ 79,464.60*
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05					*$ 1,941.59*	*$ 3,157.05*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17					*$ 53,560.68*	*$ 99,555.17*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30					*$ 53,560.75*	*$ 99,555.30*
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00					*$ 245,997.67*	*$ 297,818.00*

Tabla 04. Medición de Progreso Físico Acumulado en Costo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Valor Ganado (EV)	$ 1,870,547.24	$ 9,236,525.03	$ 16,426,063.99	$ 23,102,368.46	$ 31,009,145.80	$ 38,297,516.33
Valor Planificado (PV)	$ 3,915,568.88	$ 11,560,850.15	$ 18,348,966.92	$ 25,529,731.52	$ 32,705,589.56	$ 38,297,516.33

De la tabla 05 obtenemos la figura 08, que es la curva de costos planificados y la de costos ejecutados.

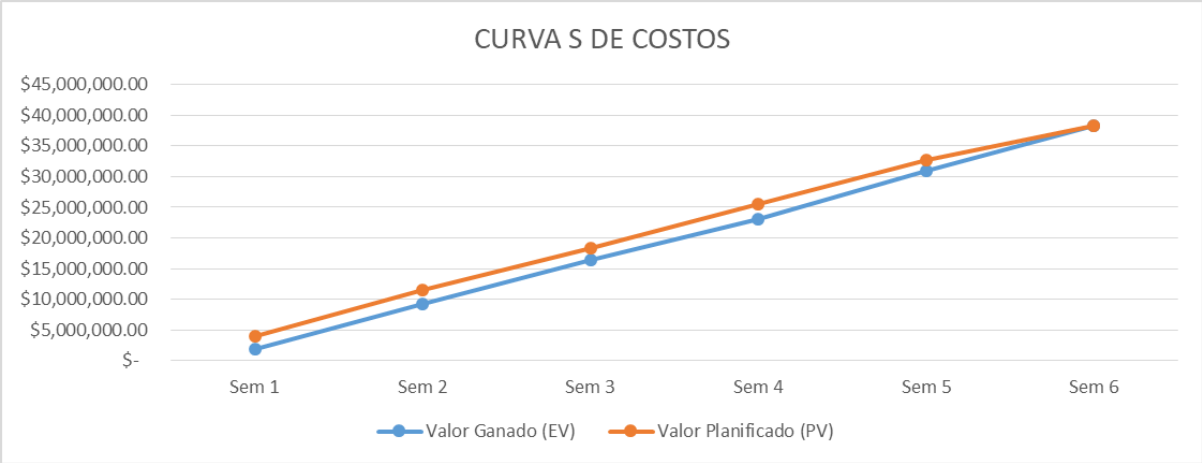


Figura 08. Curva de Costos Planificados y ejecutados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De lo anterior se procedió a calcular los valores de los índices de rendimiento por actividad mediante las fórmulas descritas en el capítulo anterior.

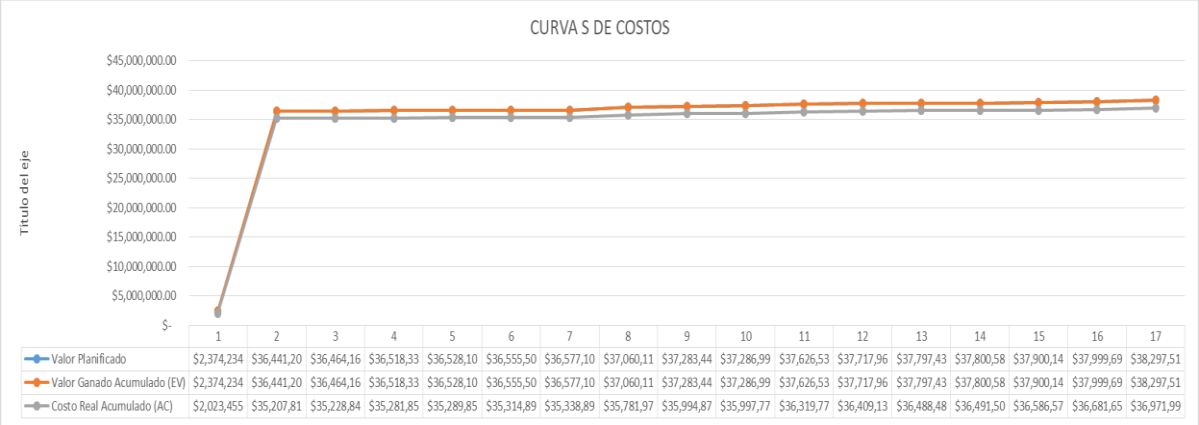
En esta tabla están los datos de descripción de actividades, unidad, costos planificados, costos de valor ganado y costo real de las actividades ejecutadas y programadas a la fecha de corte.

De igual manera se calcularon las variaciones que se generen en base a los costos planificados, ganados y real, con estas variaciones se calculará la diferencia entre está proyectada baja la misma tendencia al final de la obra. Siendo para este resultado VAC con valor negativo un desface en costos en la obra y positivo una ganancia extra independiente de la utilidad que se proyectó al concursar o vender la obra, de esta manera también se asegura si la utilidad proyectada cumple con la proyectada en un inicio de la obra.

REPORTE DE EJECUCIÓN Y RENDIMIENTO																			
											Variación		Índices de Rendimiento		Variaciones Atípicas		Variaciones Típicas	
Actividad	BAC	Valor Planificado	Progreso Programado (%)	Progreso Físico (%)	Valor Planificado (PV)	Valor Planificado Acumulado (PV)	Valor Ganado (EV)	Valor Ganado Acumulado (EV)	Costo Real (AC)	Costo Real Acumulado (AC)	Variación del Programa (SV=EV-PV)	Variación de Costos (CV=EV-AC)	índice de Rendimiento del Programa (SPI=EV/PV)	índice de Rendimiento de Costos (CPI=EV/AC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)	Estimado hasta la Conclusión (ETC = BAC-EV)/CPI	Estimado a la Conclusión (EAC = AC+ETC)
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye traza y nivelación para despalme de estructuras para viabilidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a cambio de sobre de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, con pisado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 06:00, de sábados (viernes, sábados dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramientas necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acarreo/salto de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el acopio de excesos de asfáltica con material del fresado.	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	100%	100%	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,023,455.93	$ 2,023,455.93	$ -	$ 350,778.74	1.00	1.17	$ -	$ 2,023,455.93	$ -	$ 2,023,455.93
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 9 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 98% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgo/v, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica r-pr-2k, en proporción de 0.6 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta asfáltica de proveedor externo autorizado por la DGO/V, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán señalas siguientes: (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido en cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Ángeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00 de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramientas necesaria para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 34,066,965.96	$ 36,441,200.63	100%	100%	$ 34,066,965.96	$ 36,441,200.63	$ 34,066,965.96	$ 36,441,200.63	$ 33,184,355.82	$ 35,207,811.75	$ -	$ 882,610.14	1.00	1.03	$ -	$ 33,184,355.82	$ -	$ 33,184,355.82
Suministro y reinvalidación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto simbólico f'c=200 kg/cm2 de 15cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 100 m, acerado con mortero cemento arena 1:3, reinvalido de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19	$ 36,464,161.82	100%	100%	$ 22,961.19	$ 36,464,161.82	$ 22,961.19	$ 36,464,161.82	$ 21,034.66	$ 35,228,846.41	$ -	$ 1,926.53	1.00	1.09	$ -	$ 21,034.66	$ -	$ 21,034.66
Reinvalidación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto simbólico f'c=200 kg/cm 2 de 15cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 100 m, acerado con mortero cemento arena 1:3, reinvalido de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90	$ 36,518,339.72	100%	100%	$ 54,177.90	$ 36,518,339.72	$ 54,177.90	$ 36,518,339.72	$ 53,005.00	$ 35,281,851.41	$ -	$ 1,172.90	1.00	1.02	$ -	$ 53,005.00	$ -	$ 53,005.00
Suministro y reinvalidación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 15 cm de espesor, acerado con mortero cemento arena 1:3, reinvalido de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreo, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24	$ 36,528,107.96	100%	100%	$ 9,768.24	$ 36,528,107.96	$ 9,768.24	$ 36,528,107.96	$ 8,000.00	$ 35,289,851.41	$ -	$ 1,768.24	1.00	1.22	$ -	$ 8,000.00	$ -	$ 8,000.00
Reinvalidación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm 2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 100 m, acerado con mortero cemento arena 1:3, reinvalido de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreo, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00	$ 36,555,501.96	100%	100%	$ 27,394.00	$ 36,555,501.96	$ 27,394.00	$ 36,555,501.96	$ 25,045.00	$ 35,314,896.41	$ -	$ 2,349.00	1.00	1.09	$ -	$ 25,045.00	$ -	$ 25,045.00
Reinvalidación de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye los ajustes necesarios de acuerdo a las dependencias, materiales necesarios para la reinvalidación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, bimpa puntos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40	$ 36,577,104.36	100%	100%	$ 21,602.40	$ 36,577,104.36	$ 21,602.40	$ 36,577,104.36	$ 24,000.00	$ 35,338,896.41	$ -	$ -2,397.60	1.00	0.90	$ -	$ 24,000.00	$ -	$ 24,000.00
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica en superficies de estacionamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25	$ 37,060,110.61	100%	100%	$ 483,006.25	$ 37,060,110.61	$ 483,006.25	$ 37,060,110.61	$ 443,078.55	$ 35,781,974.96	$ -	$ 39,927.70	1.00	1.09	$ -	$ 443,078.55	$ -	$ 443,078.55
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica En lo Paint o similar o mejor calidad en superficies de estacionamiento, pintado de rayas doble de 10 cm de ancho continua y separación de 10 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00	$ 37,283,445.61	100%	100%	$ 223,335.00	$ 37,283,445.61	$ 223,335.00	$ 37,283,445.61	$ 212,895.45	$ 35,994,870.41	$ -	$ 10,439.55	1.00	1.05	$ -	$ 212,895.45	$ -	$ 212,895.45
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica en superficies de estacionamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00	$ 37,286,990.61	100%	100%	$ 3,545.00	$ 37,286,990.61	$ 3,545.00	$ 37,286,990.61	$ 2,905.00	$ 35,997,775.41	$ -	$ 640.00	1.00	1.22	$ -	$ 2,905.00	$ -	$ 2,905.00
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica en superficies de estacionamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas) para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20	$ 37,626,531.81	100%	100%	$ 339,541.20	$ 37,626,531.81	$ 339,541.20	$ 37,626,531.81	$ 322,004.00	$ 36,319,779.41	$ -	$ 17,537.20	1.00	1.05	$ -	$ 322,004.00	$ -	$ 322,004.00
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica en superficies de estacionamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40	$ 37,717,966.21	100%	100%	$ 91,434.40	$ 37,717,966.21	$ 91,434.40	$ 37,717,966.21	$ 89,355.82	$ 36,409,135.23	$ -	$ 2,078.58	1.00	1.02	$ -	$ 89,355.82	$ -	$ 89,355.82
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	$ 79,464.60	$ 37,797,430.81	100%	100%	$ 79,464.60	$ 37,797,430.81	$ 79,464.60	$ 37,797,430.81	$ 79,345.00	$ 36,488,480.23	$ -	$ 119.60	1.00	1.00	$ -	$ 79,345.00	$ -	$ 79,345.00
Pintado de señalamiento horizontal doble en cuñi exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.30 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05	$ 37,800,587.86	100%	100%	$ 3,157.05	$ 37,800,587.86	$ 3,157.05	$ 37,800,587.86	$ 3,022.00	$ 36,491,502.23	$ -	$ 135.05	1.00	1.04	$ -	$ 3,022.00	$ -	$ 3,022.00
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica en superficies de estacionamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17	$ 37,900,143.03	100%	100%	$ 99,555.17	$ 37,900,143.03	$ 99,555.17	$ 37,900,143.03	$ 95,074.00	$ 36,586,576.23	$ -	$ 4,481.17	1.00	1.05	$ -	$ 95,074.00	$ -	$ 95,074.00
Suministro y aplicación de pinturas Termoplástica en superficies de estacionamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30	$ 37,999,698.33	100%	100%	$ 99,555.30	$ 37,999,698.33	$ 99,555.30	$ 37,999,698.33	$ 95,074.00	$ 36,681,650.23	$ -	$ 4,481.30	1.00	1.05	$ -	$ 95,074.00	$ -	$ 95,074.00
Suministro y colocación de vialetas unacaras reflejante de 0 x 10 cm. Sin costo blanco colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traza el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00	$ 38,297,516.33	100%	100%	$ 297,818.00	$ 38,297,516.33	$ 297,818.00	$ 38,297,516.33	$ 290,345.92	$ 36,971,996.15	$ -	$ 7,472.08	1.00	1.03	$ -	$ 290,345.92	$ -	$ 290,345.92
	BAC				PV		EV		AC		SV	CV	SPI	CPI	ETC	EAC	ETC	EAC
TOTAL	$ 38,297,516.33				$ 38,297,516.33		$ 38,297,516.33		$ 36,971,996.15		$ -	$ 1,325,520.18	1.00	1.07	$ -	$ 36,971,996.15	$ -	$ 36,971,996.15
					100%		100%								VAC = BAC - EAC		VAC= $ 1,325,520.18	

Tabla 06. Resumen de Costos e índices, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06 se generará nuevamente la curva de costos con los nuevos valores al término de la obra.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Valor Planificado	$2,374,234	$36,441,20	$36,464,16	$36,518,33	$36,528,10	$36,555,50	$36,577,10	$37,060,11	$37,283,44	$37,286,99	$37,626,53	$37,717,96	$37,797,43	$37,800,58	$37,900,14	$37,999,69	$38,297,51
Valor Ganado Acumulado (EV)	$2,374,234	$36,441,20	$36,464,16	$36,518,33	$36,528,10	$36,555,50	$36,577,10	$37,060,11	$37,283,44	$37,286,99	$37,626,53	$37,717,96	$37,797,43	$37,800,58	$37,900,14	$37,999,69	$38,297,51
Costo Real Acumulado (AC)	$2,023,455	$35,207,81	$35,228,84	$35,281,85	$35,289,85	$35,314,89	$35,338,89	$35,781,97	$35,994,87	$35,997,77	$36,319,77	$36,409,13	$36,488,48	$36,491,50	$36,586,57	$36,681,65	$36,971,99

Figura 09. Curva de Costos Planificados, ejecutados y real, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De igual manera, se genera el resumen de los costos generados al finalizar la obra, así como el valor del VAC, que en este caso resulta ser que VAC= $1,325,520.18, siendo de esta manera que al final de la obra se recuperó tanto el costo como el tiempo de ejecución, y, además, se genera una utilidad extra a la planificada en un inicio de la obra, demostrando que es posible eficientar la productividad siempre y cuando estemos en tiempo para poder tomar decisiones en tiempo para mejoras.

TABLA RESUMEN		
PV (Valor Planificado) Total:	$	38,297,516.33
PV (Valor Planificado) al corte:	$	38,297,516.33
EV (Valor Ganado):	$	38,297,516.33
AC (Costo Real):	$	36,971,996.15
SV (Variación de Programa):	ADELANTADO	
CV (Variación de Costos):	ADELANTADO	
%OE= % presupuestado	100%	
%TT= % de tiempo transcurrido	67%	
ETC (Estimado de Costo remanente):	$	-
EAC (Estimado Costo Total):	$	36,971,996.15
VAC (Variación a la Conclusión):	$	1,325,520.18

Tabla 01. Resumen de ejecución de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 06, se generan las figuras 05 y 06 que son las curvas de costos de variaciones respecto a los costos planificados contra el ganado y el real respectivamente.

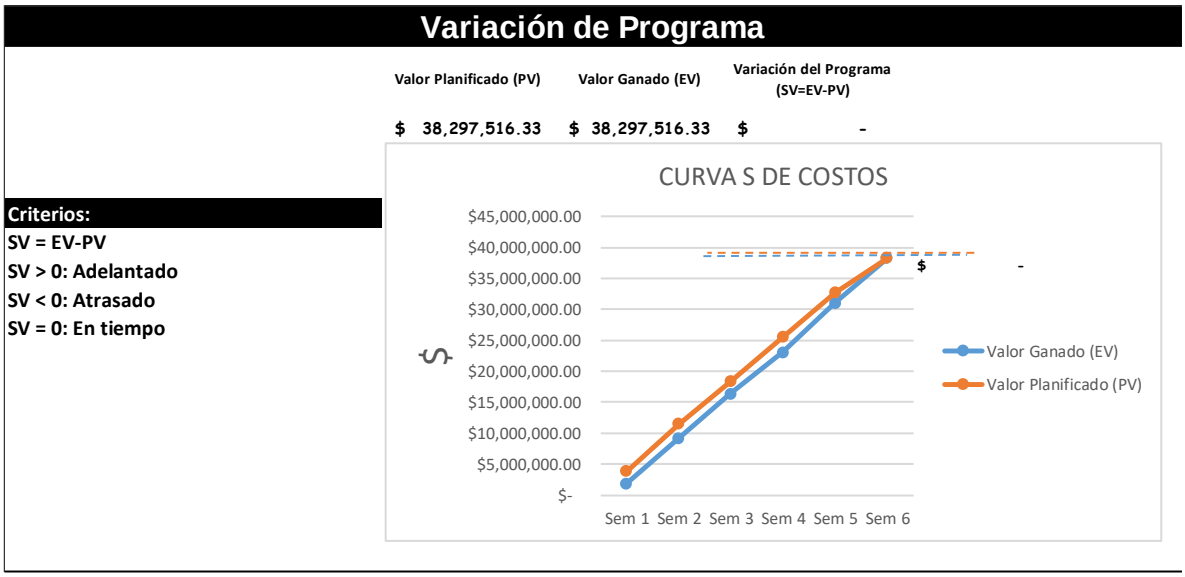


Figura 05. Variación de Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

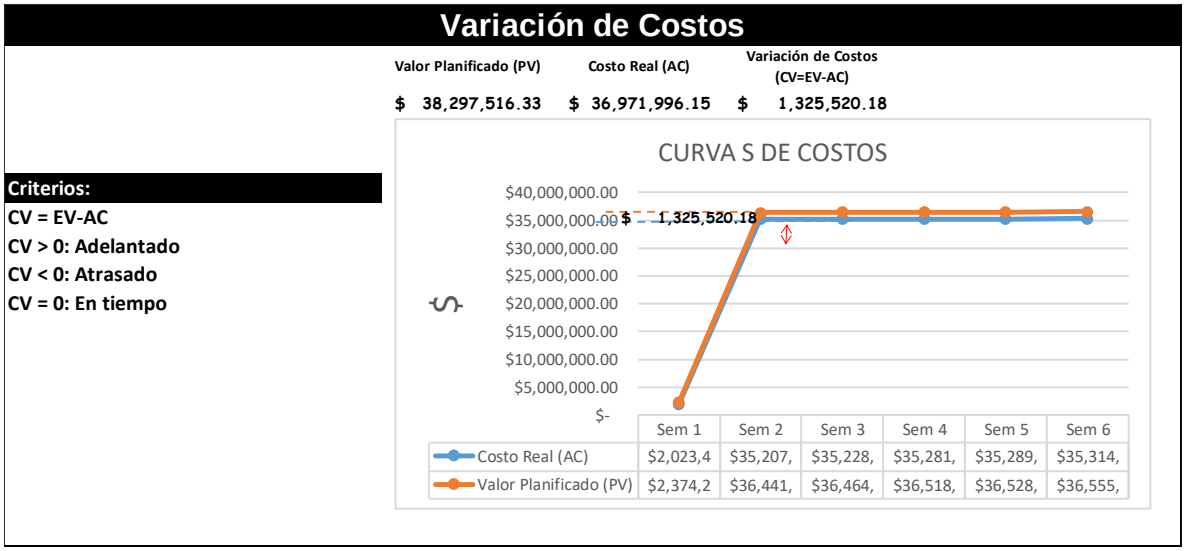


Figura 06. Variación de Costos, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Se procede a realizar el análisis de los índices de rendimiento propuestos, por lo tanto, se tiene lo siguiente:

Índices de Rendimiento		
Criterios Índice de Rendimiento de Costos		
CPI = EV/AC CPI > 1: Bajo Presupuesto CPI < 1: Sobre Presupuesto CPI = 1: En Presupuesto	CPI = EV/AC CPI: 1.036	En Presupuesto
Criterios Índice de Rendimiento del Programa		
SPI = EV/PV SPI > 1: Adelantado SPI < 1: Retraso SPI = 1: En Tiempo	SPI = EV/PV SPI: 1.000	En Tiempo
Criterios Índice Crítico de la Obra		
Indice Crítico = CPIXSPI Indice Crítico > 1: Adelantado Indice Crítico < 1: Retraso Indice Crítico = 1: En Tiempo	SPI X CPI Indice crítico: 1.036	Con la Planecación

SIMBOLOGÍA

<0.7 "Estado Crítico, hacer correciones"

>0.7 pero <1 "Iniciar mejoras"

>= 1 BIEN

Tabla 09. Indicadores de rendimiento Costo/Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este caso, en el monitoreo al corte de las 6 semanas y termino de obra, se tiene lo siguiente:

CPI: Arroja un valor mayor a 1.036, lo cual significa que la obra está dentro de presupuesto, sin que esta esté generando costos extra o desface en estos.

SPI: nos arroja un valor de 1, el cual significa que la obra se encuentra ejecutada conforme a la planeación, respecto al costo, si se observa, el semáforo marca en

color verde, el cual significa que el atraso que se tenía se enmendó y se recuperó la ejecución de la obra en tiempo.

De esta manera se demuestra que al tener indicadores en la obra y monitorearlos, podemos generar mejoras en ella y poder hacer correcciones para poder disminuir sobrecostos y desfaces en tiempo.

INDICE CRITICO: este índice resulta con un valor de 1.036, el cual indica que la obra va en buen camino, respecto al costo ejecutado contra el planificado, el rendimiento de costo está dentro del presupuestado a la fecha de término de la obra, por lo que de esta manera se consigue el término de la obra con la utilidad que se planteó en un inicio, no teniendo desfases al termino de obra.

Criterios Índice de Rendimiento de Tiempo de Ejecución		
AT = TT/TE AT > 1: Adelantado AT < 1: Retrasado AT = 1: En Tiempo	AT = TT/TE AT: 1.00	En Tiempo
Criterios Índice de Grado de desfase temporal		
GD = %OE/%TT GD > 1: Fuera de tiempo de contrato GD < 1: En tiempo de contrato GD = 1: En Tiempo con la planeación	GD = %OE/%TT GD: 1.00	En Tiempo

Tabla 10. Indicadores de rendimiento Tiempo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Es importante mencionar que no siempre se termina en costo o en base al tiempo que se tiene para la ejecución de la obra, hay veces que, aunque se hagan correcciones no se logran ambas cosas, teniéndose que sacrificar alguna de las dos variables.

EJEMPLO 3: SIN CORRECCIÓNES

En este caso, y retomando el ejemplo 2, en caso de que no se tuviese indicadores para llevar la medición y control de obra, sería complicado saber si vamos en tiempo, en costo y podríamos culminar la obra sin emigrar a una mejora, siguiendo el mismo criterio, en este caso veremos cómo se nos desfasa la obra, pero es importante mencionar que no siempre tiene que ser así, pero si es lo más común y frecuente que suceda en casos sonde no se lleva un monitoreo de la obra con indicadores que nos puedan dar un estatus de esta a la fecha de la misma, o peor aún no saber ni como terminamos la obra cuando se llega al 100% y desconocemos en que utilidad se terminó, o aún peor si se tuvo utilidad o no.

Avance de Obra - Fisico Financiero-Provisional

No.Obra: DGON-AD-L-1-308-20

Obra: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	P. U.	Monto	Estatus	Cantidad /	Importe Av.	% Av	Noviembre 15 AL 21 sem 0	Noviembre 22 AL 28 sem 1	Diciembre 29 AL 05 sem 2	Diciembre 06 AL 12 sem 3	Diciembre 13 AL 19 sem 4	Diciembre 20 AL 26 sem 5	Diciembre 27 AL 02 sem 6	Enero 03 al 09 sem 7	Enero 10 al 16 sem 8
					$													
1	Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina prefiadora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: traxo y nivelación para desplante de estructuras para validad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreo dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, abarcan del concepto de acuerdo a los terminos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	M3	7220.030	$ 328.84	$ 2,374,234.67	Ejecutado	7220.03	$ 2,374,234.67	100%		2202.45	2780.00	2237.58					
						Programado	7220.03	$ 2,374,234.67	100%		3938.19	3281.84						
2	Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm (¾ de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgcyv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 litro2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGCOV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ver las siguientes, (extracción de corazones) espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfáltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreo dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	96267.000	$ 353.88	$ 34,066,965.96	Ejecutado	96267.00	$ 34,066,965.96	100%		3240.00	18200.00	18200.00	18200.00	18200.00	18200.00	2027.00	
						Programado	96267.00	$ 34,066,965.96	100%		7405.15	18512.88	18512.88	18512.88	18512.88	14810.33		
3	Suministro y reinstalación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 3:3, reinstalado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	7.000	$ 3,280.17	$ 22,961.19	Ejecutado	7.00	$ 22,961.19	100%				1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	
						Programado	7.00	$ 22,961.19	100%			1.00	2.50	2.50	1.00			
4	Reinstalación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c=200 kg/cm2 de 35 cm de espesor, diámetro interior de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 3:3, reinstalado de brocal existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	35.000	$ 1,547.94	$ 54,177.90	Ejecutado	35.00	$ 54,177.90	100%				4.00	7.00	16.00	8.00		
						Programado	35.00	$ 54,177.90	100%			3.68	9.21	9.21	9.21	3.69		
5	Suministro y reinstalación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráulico f'c=350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 3:3, reinstalado de rejilla existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	4.000	$ 2,442.06	$ 9,768.24	Ejecutado	4.00	$ 9,768.24	100%					1.00	1.00	1.00	1.00	
						Programado	4.00	$ 9,768.24	100%				1.25	1.25	1.25	0.25		
6	Reinstalación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráulico f'c= 350 kg/cm2 de 35 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 3:3, reinstalado de rejilla existente, cuadres, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	20.000	$ 1,369.70	$ 27,394.00	Ejecutado	20.00	$ 27,394.00	100%			1.00	4.00	5.00	3.00	3.00	4.00	
						Programado	20.00	$ 27,394.00	100%			4.21	5.26	5.26	5.27			
7	Reinstalacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la reinstalación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	15.000	$ 1,440.16	$ 21,602.40	Ejecutado	15.00	$ 21,602.40	100%					2.00	6.00	4.00	3.00	
						Programado	15.00	$ 21,602.40	100%				4.68	4.68	4.68	0.96		
8	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	13625.000	$ 35.45	$ 483,006.25	Ejecutado	13625.00	$ 483,006.25	100%					1322.00	1322.00	2022.00	2022.00	6937.00
						Programado	13625.00	$ 483,006.25	100%				3585.52	3585.52	3585.52	2868.44		
9	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separación de 20 cm, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	6300.000	$ 35.45	$ 223,335.00	Ejecutado	6300.00	$ 223,335.00	100%					1322.00	1322.00	1322.00	1322.00	1012.00
						Programado	6300.00	$ 223,335.00	100%				900.00	2250.00	2250.00	900.00		
10	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	100.000	$ 35.45	$ 3,545.00	Ejecutado	100.00	$ 3,545.00	100%						62.00	38.00		
						Programado	100.00	$ 3,545.00	100%					45.45	45.45	9.10		
11	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	2110.000	$ 160.92	$ 339,541.20	Ejecutado	2110.00	$ 339,541.20	100%					586.00	520.00	520.00	484.00	
						Programado	2110.00	$ 339,541.20	100%					879.16	879.16	351.68		
12	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	370.000	$ 247.12	$ 91,434.40	Ejecutado	370.00	$ 91,434.40	100%					82.00	85.00	93.00	93.00	17.00
						Programado	370.00	$ 91,434.40	100%				69.37	115.62	115.62	69.39		
13	Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	PZA	45.000	$ 1,765.88	$ 79,464.60	Ejecutado	45.00	$ 79,464.60	100%							22.00	12.00	11.00
						Programado	45.00	$ 79,464.60	100%				11.84	11.84	11.84	9.48		
14	Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.30 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	PZA	13.000	$ 242.85	$ 3,157.05	Ejecutado	13.00	$ 3,157.05	100%							5.00	4.00	4.00
						Programado	13.00	$ 3,157.05	100%				1.08	5.41	5.41	1.10		
15	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo mixto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.09	$ 99,555.17	Ejecutado	13.00	$ 99,555.17	100%							6.00	6.00	1.00
						Programado	13.00	$ 99,555.17	100%					5.41	5.41	2.18		
16	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	13.000	$ 7,658.10	$ 99,555.30	Ejecutado	13.00	$ 99,555.30	100%						2.00	3.00	3.00	5.00
						Programado	13.00	$ 99,555.30	100%					5.41	5.41	2.18		
17	Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Sitmsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, traxo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	4300.000	$ 69.26	$ 297,818.00	Ejecutado	4300.00	$ 297,818.00	100%						850.00	1300.00	1150.00	1000.00
						Programado	4300.00	$ 297,818.00	100%					1535.71	1535.71	1228.58		
						Av. Diario Ejercido				$ -	$ 1,870,824.86	$ 7,356,160.90	$ 7,191,372.54	$ 6,678,475.56	$ 6,758,653.83	$ 6,897,448.57	$ 1,122,982.31	$ 421,597.76
						Av. Acumulado Ejercido	$ 38,297,516.33		100.00%	$ -	$ 1,870,824.86	$ 9,226,985.76	$16,418,358.30	$23,096,833.86	$29,855,487.69	$36,752,936.26	$37,875,918.57	$38,297,516.33
						Av. Semanal Ejercido					$					36,752,936.26	$	1,544,580.07
						% Semanal Ejercido							95.97%				4.03%	
	AVANCE FINANCIERO DEL PROYECTO				$ 38,297,516.33	Av. Diario Programado				$ -	$ 3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77	$ -	$ -
						Av. Acumulado Programado	$ 38,297,516.33		100%	$ -	$ 3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33	$38,297,516.33	$38,297,516.33
						Av. Semanal Programado					$					38,297,516.33	$	-
						% Semanal Programado							100.00%				0.00%	

Tabla 12. Programación de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este programa de obra se registran los volúmenes programados por semana, así como los volúmenes que se vayan ejecutando semanalmente para poder ponderar un porcentaje de obra en avance contra el programado.

Como resumen tenemos que el valor planeado es el siguiente en periodos semanales.

VALOR PLANIFICADO							
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
VALOR PLANIFICADO	PERIODO	$3,915,568.88	$ 7,645,281.27	$ 6,788,116.77	$ 7,180,764.60	$ 7,175,858.04	$ 5,591,926.77
	ACUMULADO	$3,915,568.88	$11,560,850.15	$18,348,966.92	$25,529,731.52	$32,705,589.56	$38,297,516.33

De estos datos obtenemos la curva de costos planificados por periodos semanales.

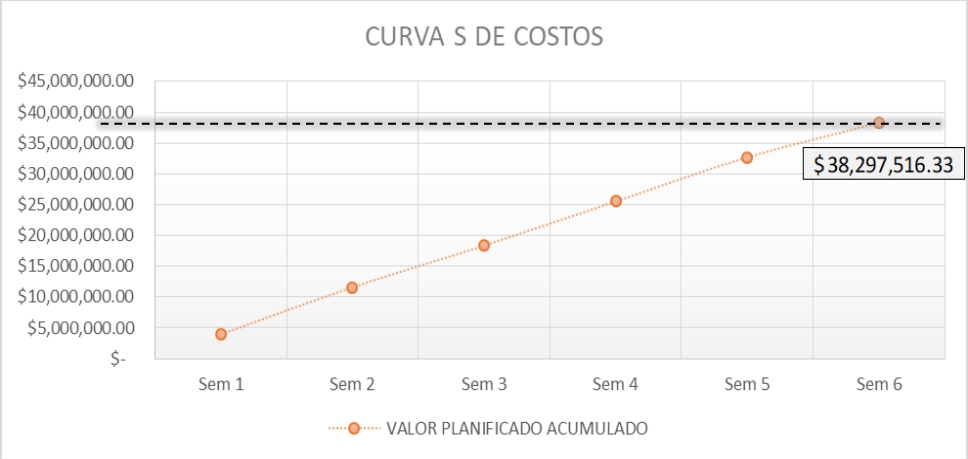


Figura 07. Curva de Costos Planificados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 12, del programa de obra con sus avances capturados, se genera la programación en base al porcentaje de obra ejecutada en obra a la fecha de corte, en la tabla se registran cada una de las actividades del presupuesto, así como los porcentajes de obra ejecutados. Estos porcentajes serán para generar el costo del valor ganado. Por lo tanto, se genera la tabla 02 y por consecuencia la 03 que es únicamente el avance acumulado de la tabla 02 por actividad. De esta manera se obtiene del porcentaje de avance en obra convertido en costo de la obra o valor ganados que es la el costo ejecutado de esta misma. A continuación, se tiene la tabla 02 y 03 con los valores respectivos del ejemplo en base a su ejecución y valor ganado.

Medición de Progreso Físico								
Concepto	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30.0%*	*39.0%*	*31.0%*					
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*3.4%*	*18.9%*	*18.9%*	*18.9%*	*18.9%*	*18.9%*	*2.1%*	
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*14.0%*	*29.0%*	*14.0%*	*29.0%*	*14.0%*	
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*11.4%*	*20.0%*	*45.7%*	*22.9%*		
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25.0%*	*25.0%*	*25.0%*	*25.0%*	
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5.0%*	*20.0%*	*25.0%*	*15.0%*	*15.0%*	*20.0%*	
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13.3%*	*40.0%*	*26.7%*	*20.0%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*9.7%*	*9.7%*	*14.8%*	*14.8%*	*51%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*20.9%*	*20.9%*	*20.9%*	*20.9%*	*16.4%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*62.0%*	*38.0%*		
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*27.8%*	*23.0%*	*23.0%*	*26.2%*	
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22.2%*	*23.0%*	*25.0%*	*25.0%*	*4.8%*
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias						*49.0%*	*27.0%*	*24%*
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias						*38.5%*	*30.7%*	*30.8%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						*46.0%*	*46.0%*	*8.0%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*15.4%*	*23.0%*	*23.0%*	*38.6%*
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*20.0%*	*30.0%*	*26.8%*	*23.2%*

Tabla 02. Medición de Progreso Físico, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Medición de Progreso Físico (Acumulado)								
Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	*30%*	*69%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	*3%*	*22%*	*41%*	*60%*	*79%*	*98%*	*100%*	*100%*
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*14%*	*43%*	*57%*	*86%*	*100%*	*100%*
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.			*11%*	*31%*	*77%*	*100%*	*100%*	*100%*
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*25%*	*50%*	*75%*	*100%*	*100%*
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.		*5%*	*25%*	*50%*	*65%*	*80%*	*100%*	*100%*
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.				*13%*	*53%*	*80%*	*100%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*10%*	*19%*	*34%*	*49%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*21%*	*42%*	*63%*	*84%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*62%*	*100%*	*100%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*28%*	*51%*	*74%*	*100%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.				*22%*	*45%*	*70%*	*95%*	*100%*
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias						*49%*	*76%*	*100%*
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias						*39%*	*69%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.						*46%*	*92%*	*100%*
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*15%*	*38%*	*61%*	*100%*
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.					*20%*	*50%*	*77%*	*100%*

Tabla 03. Medición de Progreso Físico Acumulado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Medición de Progreso Físico (Acumulado)									
Actividad	**Presupuesto**	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	$ 2,374,234.67	$ 712,270.40	$ 1,638,221.92	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67	$ 2,374,234.67
Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 34,066,965.96	$ 1,158,276.84	$ 7,596,933.41	$ 14,035,589.98	$ 20,474,246.54	$ 26,912,903.11	$ 33,351,559.67	$ 34,066,965.96	$ 34,066,965.96
Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 22,961.19			$ 3,214.57	$ 9,873.31	$ 13,087.88	$ 19,746.62	$ 22,961.19	$ 22,961.19
Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 54,177.90			$ 6,176.28	$ 17,011.86	$ 41,771.16	$ 54,156.23	$ 54,156.23	$ 54,177.90
Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 9,768.24				$ 2,442.06	$ 4,884.12	$ 7,326.18	$ 9,768.24	$ 9,768.24
Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 27,394.00		$ 1,369.70	$ 6,848.50	$ 13,697.00	$ 17,806.10	$ 21,915.20	$ 27,394.00	$ 27,394.00
Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$ 21,602.40				$ 2,873.12	$ 11,514.08	$ 17,281.92	$ 21,602.40	$ 21,602.40
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 483,006.25				$ 46,851.61	$ 93,703.21	$ 165,188.14	$ 236,673.06	$ 483,006.25
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 223,335.00				$ 46,677.02	$ 93,354.03	$ 140,031.05	$ 186,708.06	$ 223,335.00
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 3,545.00					$ 2,197.90	$ 3,545.00	$ 3,545.00	$ 3,545.00
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 339,541.20				$ 94,392.45	$ 172,486.93	$ 250,581.41	$ 339,541.20	$ 339,541.20
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 91,434.40				$ 20,298.44	$ 41,328.35	$ 64,186.95	$ 87,045.55	$ 91,434.40
Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	$ 79,464.60						$ 38,937.65	$ 60,393.10	$ 79,464.60
Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	$ 3,157.05						$ 1,215.46	$ 2,184.68	$ 3,157.05
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.17						$ 45,795.38	$ 91,590.76	$ 99,555.17
Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 99,555.30					$ 15,331.52	$ 38,229.24	$ 61,126.95	$ 99,555.30
Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	$ 297,818.00					$ 59,563.60	$ 148,909.00	$ 228,724.22	$ 297,818.00

Tabla 04. Medición de Progreso Físico Acumulado en Costo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 03, se genera la tabla 04, que es la multiplicación o el producto del porcentaje de avance acumulado por el precio unitario de cada actividad, de esta manera ya se tiene el valor ganado al momento del corte.

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Valor Ganado (EV)	$ 1,870,547.24	$ 9,236,525.03	$ 16,426,063.99	$ 23,102,598.08	$ 29,854,166.65	$ 36,742,839.77	$ 37,874,615.27	$ 38,297,516.33
Valor Planificado (PV)	$ 3,915,568.88	$ 11,560,850.15	$ 18,348,966.92	$ 25,529,731.52	$ 32,705,589.56	$ 38,297,516.33		

Tabla 05. Valor Ganado y Planificado, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De la tabla 05 obtenemos la figura 08, que es la curva de costos planificados y la de costos ejecutados.

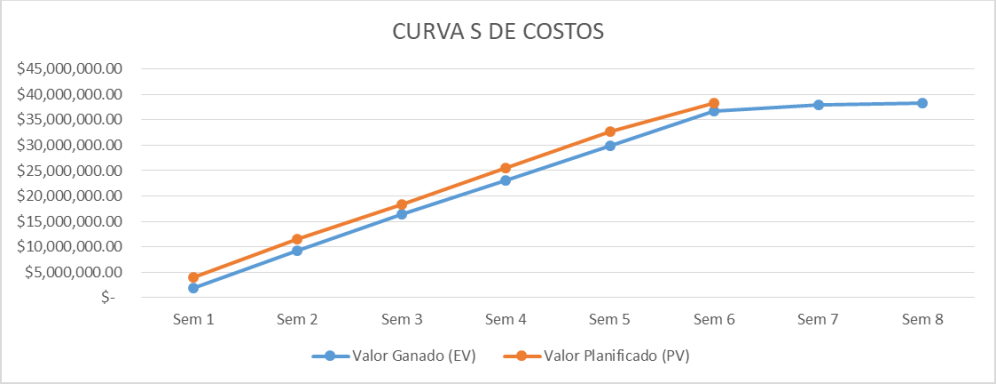


Figura 08. Curva de Costos Planificados y ejecutados, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De lo anterior se procede a calcular los valores de los índices de rendimiento por actividad mediante las fórmulas descritas en el capítulo anterior.

En esta tabla están los datos de descripción de actividades, unidad, costos planificados, costos de valor ganado y costo real de las actividades ejecutadas y programadas a la fecha de corte.

De igual manera se calcularán las variaciones que se generen en base a los costos planificados, ganados y real, con estas variaciones se calculará la diferencia entre está proyectada baja la misma tendencia al final de la obra. Siendo para este resultado VAC con valor negativo un desface en costos en la obra y positivo una

ganancia extra independiente de la utilidad que se proyectó al concursar o vender la obra, de esta manera también se asegura si la utilidad proyectada cumple con la proyectada en un inicio de la obra.

| REPORTE DE EJECUCIÓN Y RENDIMIENTO | | |

A continuación, se muestra la tabla resumen con los valores obtenidos, siguiendo el mismo ritmo de trabajo de la obra, sin presentar una acción de corrección y mejora en esta, con lo que al final tenemos un VAC= -$955,847.56, este valor al ser negativo representa un desfase en el costo planeado contra el costo real de la obra.

TABLA RESUMEN	
PV (Valor Planificado) Total:	$ 38,297,516.33
PV (Valor Planificado) al corte:	$ 38,297,516.33
EV (Valor Ganado):	$ 38,297,516.33
AC (Costo Real):	**$ 39,253,363.89**
SV (Variación de Programa):	ATRASADO
CV (Variación de Costos):	ATRASADO
%OE= % presupuestado	100%
%TT= % de tiempo transcurrido	133%
ETC (Estimado de Costo remanente):	$ -
EAC (Estimado Costo Total):	$ 39,253,363.89
VAC (Variación a la Conclusión):	-$ 955,847.56

Tabla 01. Resumen de ejecución de Obra, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Del resumen de la tabla 01, se genera la curva de costos con el comportamiento final que se tuvo al término de la obra respecto al costo planeado contra el valor ganado, viéndose aquí claramente que los costos de valor ganado siempre fueron por debajo del planeado.

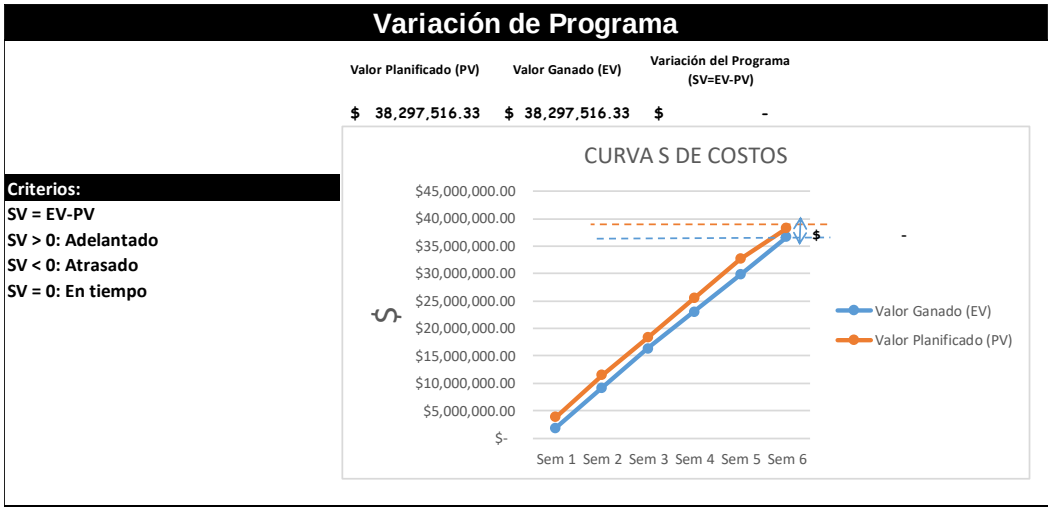


Figura 05. Variación de Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

De igual manera se genera la curva de costos respecto al comportamiento de los costos de planeación contra el costo real de la obra, en el que se aprecia que, al término de la obra, esta costó más de lo que se planteó en el inicio de la misma.

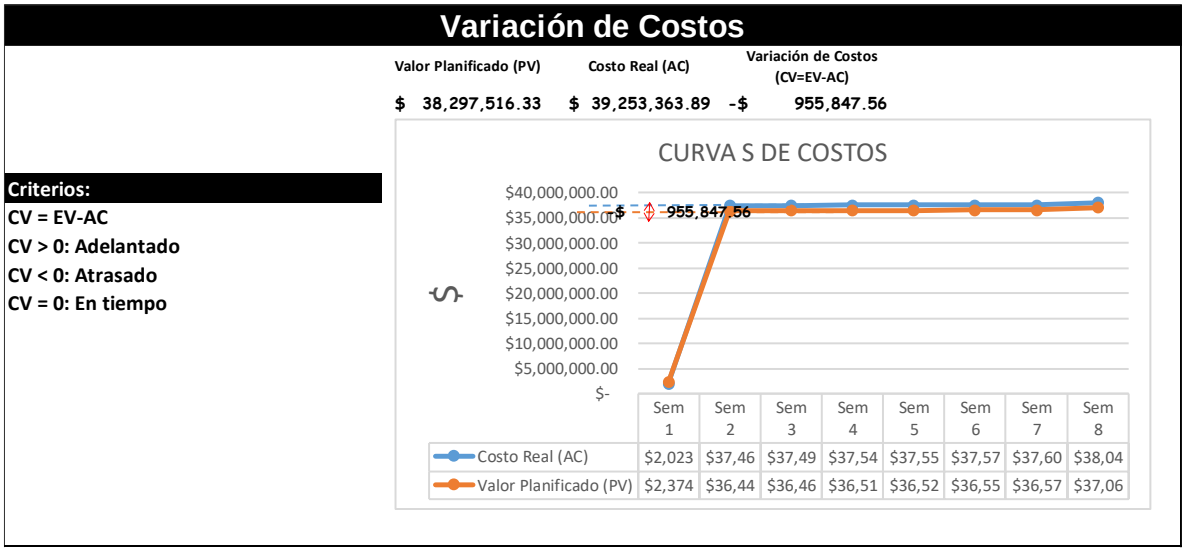


Figura 06. Variación de Costos, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Como procedimiento final se muestran los índices de rendimiento de la obra que resultan de la tabla 06 con el cálculo total de las variables analizadas, demostrando de esta manera, la importancia de la implementación de indicadores en las obras, los que ayudan a la toma de decisiones.

A continuación, se muestran los índices de rendimiento obtenidos de la obra.

Índices de Rendimiento		
Criterios Índice de Rendimiento de Costos		
CPI = EV/AC CPI > 1: Bajo Presupuesto CPI < 1: Sobre Presupuesto CPI = 1: En Presupuesto	CPI = EV/AC CPI: 0.976	Sobre Presupuesto
Criterios Índice de Rendimiento del Programa		
SPI = EV/PV SPI > 1: Adelantado SPI < 1: Retraso SPI = 1: En Tiempo	SPI = EV/PV SPI: 0.976	Retraso
Criterios Índice Crítico de la Obra		
Indice Crítico = CPIXSPI Indice Crítico > 1: Adelantado Indice Crítico < 1: Retraso Indice Crítico = 1: En Tiempo	SPI X CPI Indice crítico: 0.952	Fuera de Planeación

Tabla 09. Indicadores de rendimiento Costo/Programa, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

En este caso, en el monitoreo al término de la obra al 100%, se tiene lo siguiente:

CPI: Arroja un valor menor a 1, lo cual significa que la obra está fuera de presupuesto y que se generaron costos extra y un desface en estos.

SPI: nos arroja un valor de 0.992, el cual significa que la obra presenta un atraso respecto a lo planeado, por lo consiguiente, no se llegó a la utilidad proyectada en su inicio, si no que esta fue menor y al término de la obra esta se terminó con sobrecostos.

De esta manera se demuestra que al no tener indicadores en la obra que monitorear, podemos pensar que la obra va bien, y seguir la misma tendencia y al final tener desfaces de costos y tiempo.

INDICE CRITICO: este índice resulta con un valor de 0.952, el cual, al ser menor a 1 nos indica que la obra se ejecutó fuera de lo planeado, teniendo como ya vimos sobrecostos y excediéndonos del tiempo de contrato.

Criterios Índice de Rendimiento de Tiempo de Ejecución		
AT = TT/TE AT > 1: Adelantado AT < 1: Retrasado AT = 1: En Tiempo	AT = TT/TE AT: 0.75	Retrasado
Criterios Índice de Grado de desfase temporal		
GD = %OE/%TT GD < 1: Fuera de tiempo de contrato GD > 1: En tiempo de contrato GD = 1: En Tiempo con la planeación	GD = %OE/%TT GD: 0.75	Fuera de tiempo de contrato

Tabla 10. Indicadores de rendimiento Tiempo, (Autoría propia Villavicencio, 2021)

Los indicadores de la tabla 10, nos muestran que la obra se desfaso en tiempo, para ser más precisos, de 6 semanas que se tenían en contrato para su ejecución, esta se culminó en 8 semanas, de igual manera el grado de desface resulta ser inferior a la unidad, con lo que podemos constatar que la obra se ejecutó y termino fuera de tiempo.

6 Conclusiones

Se ha mostrado la importancia de la implementación de indicadores, que muestren a los responsables de la obra, atender a las desviaciones en el proceso programado, considerando que las variaciones en el ejemplo mostrado plantearon desviaciones del 33% con relación a lo programado, y en el sobrecosto del 2.5%, como consecuencia de la falta de acciones, de esta manera se demostró que la utilidad proyectada en el inicio de la obra, no se cumplió ni se llegó a esta, siendo que esta al final fue de un 2.5% menor a la planificada.

De igual manera, se ha demostrado que la implementación de indicadores y llevar a cabo su monitoreo nos llevan a tener un mejor control de la obra y de la utilidad que ya se proyectó en un inicio de la obra, anexa a esta es posible incrementarla y hacer más productiva la obra, como en el ejemplo 2, aplicando correcciones y eficientar y mayor productividad, al final se refleja una mejora de un 3.33% anexa a la utilidad inicial.

La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten hacer mejoras siempre y cuando estas se detecten en tiempo para poder salvar la programación y sobre todo el costo de la obra en la medida de lo posible.

La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten prever situaciones o anticiparse a correcciones.

La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten llegar a la utilidad proyectada y en algunos casos mejorarla.

La implementación de indicadores para medición y su aplicación en obras de construcción permiten conocer de manera simple la salud de estas.

La implementación de indicadores permite medir el estatus de una obra en su amplitud costo, tiempo y calidad y llevan a una pequeña empresa a la correcta toma de decisiones en una obra de construcción.

El llenado del formato para llevar un seguimiento representa un costo por el tiempo que se le debe invertir, el cual no es mucho a comparación de una reprogramación de la obra y de igual manera no impacta ya que resulta nulo a comparación de los sobrecostos que se pueden tener en la obra por falta de monitoreo de la misma mediante indicadores.

RECOMENDACIONES

Para el buen llenado se debe tener el suficiente tiempo para esto, y hacer el planteamiento sobre lo que se quiere medir y monitorear para la toma de decisiones, ya que estos son herramientas que nos apoyan a poder tomar decisiones en tiempo y adecuadas.

Es preferible contar con personal capacitado en esta área, o por lo menos para el llenado de los formatos, siendo que esta no es una limitante para el personal que esté a cargo de llevar el seguimiento.

En general para la implementación, una manera eficiente de poder implementar el uso de indicadores sería normar para que en las entregas de estimaciones de cualquier contrato para su cobro esta fuera acompañada de estos, de igual manera para las empresas privadas al sacar sus padrones lo ideal sería que entregaran una propuesta de sus indicadores de medición de Obra.

El llevar un seguimiento mediante indicadores para un monitoreo de obra es benéfico tanto para la empresa como para el personal que lleve la obra, ya que es posible ver a simple vista el comportamiento de la obra, si es necesario tomar medidas de corrección o solo llevar el monitoreo para que las variables puedan seguir una buena tendencia en el caso de que esta sea así a la fecha de corte y poder culminar la obra con las expectativas planteadas. De igual manera, los indicadores nos muestran si hay algún desvío de recurso, en el caso de tener un costo fuera de lo planeado lleva a la verificación de donde podría haber un desfase de costos, desvío de recursos, etc.

El uso de indicadores facilita el control y seguimiento de una obra, debe implementarse y será algo a lo que las empresas deben ir migrando para poder tener mejor monitoreo de sus obras, poder decidir en tiempo y de esta manera poder llegar a tener la utilidad fijada por la empresa en un inicio o desde la planeación.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, G. M. (2007). Seguimiento de la Productividad en obra: técnicas de medición de Rendimientos de mano de obra. *REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS*, 15.

Angeles, G. E., & Giner de la Fuente, F. (2007). *Cómo crear y hacer funcionar una empresa: Conceptos e instrumentos.* Madrid, España: ESIC.

Autoría propia Villavicencio, L. M. (2021).

Construmática. (s.f.). *Categoría:Encargado de Obra - Organización, Planificación y Control de Obras y Tajos*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:Encargado_de_Obra_-_Organizaci%C3%B3n,_Planificaci%C3%B3n_y_Control_de_Obras_y_Tajos

Daniel, C. P. (2018). *Productividad y Competitividad.* Universidad Nacional de Mar del Plata.

DOF. (05 de Enero de 2017). *Diario Oficial de la Federación.* Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5468644&fecha=05/01/2017

Edwin, O. (12 de Abril de 2018). *Definición de indicadores*. Obtenido de https://es.slideshare.net/Edw1a/definicin-de-indicadores

Elio, Z. R. (2003). *Introducción a laAdministración de Organizaciones* (Segunda ed.). Argentina: Maktub.

Fleitman, J. (2000). *Negocios Exitosos.* Madrid, España: Mc Graw Hill Interamericana.

Gómez Ceja, G. (1994). *Planeación y organización de empresas* (Octava ed.). México: McGraw-Hill.

Inadem. (01 de marzo de 2018). *Las MiPyME en México: retos y oportunidades*. Obtenido de https://www.inadem.gob.mx/las-mipyme-en-mexico-retos-y-oportunidades/

INEGI. (2016). *Esperanza de vida de los negocios a nivel.* INEGI.

ingcivil42. (12 de JUNIO de 2015). *Planificación y programación de obras civiles*. Obtenido de https://ingcivil42.wordpress.com/2015/06/12/planificacion-y-programacion-de-obras-civiles/

Jair, L. (18 de Enero de 2016). *El Financiero.* Obtenido de https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/fracasan-en-mexico-75-de-emprendimientos/

López Martínez, F. (2009). *La empresa, explicada de forma sencilla.* Barcelona España: Libros de Cabecera.

Mario, C. (14 de Octubre de 2014). *El Economista.* Obtenido de Las principales causas del fracaso de los negocios en México: https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Las-principales-causas-del-fracaso-de-los-negocios-en-Mexico-20141014-0058.html

Merca2.0, M. e. (25 de Julio de 2018). *Características de las pequeñas empresas en México*. Obtenido de https://www.merca20.com/pequenas-empresas-mexico/

miguelgarcia.me. (24 de Junio de 2019). *Los KPI son imprescindibles en tu empresa de construcción*. Obtenido de https://miguelgarcia.me/kpi-imprescindibles-en-empresa-de-construccion/#:~:text=En%20ese%20sentido%2C%20un%20t%C3%A9rmino,el%20%C3%A9xito%20de%20cualquier%20gesti%C3%B3n

Organismo de Certificación Global. (2021). *SIistemas de Gestión Integrados.* Obtenido de https://www.nqa.com/es-mx/certification/systems/integrated-management-systems

Publicos, I. N. (21 de Julio de 2016). *Importancia del control interno en las empresas*. Obtenido de https://www.incp.org.co/importancia-del-control-interno-en-las-empresas/

Ricardo, R. (1997). *Marketing.* España: Palmir E.I.R.L.

Rodolfo, A. A. (13 de Agosto de 2008). *La gestión del valor ganado y su aplicación.* Obtenido de Managing earned value and its application: https://www.pmi.org/learning/library/es-las-mejores-practicas-de-gestion-del-valor-ganado-7045

Samuelson Paul, N. W. (2002). *Economía* (Decimoséptima ed.). Madrid, España: Mc Graw Hill.

Sumup, D. b. (s.f.). *Diccionario Contable*. Obtenido de https://debitoor.es/glosario/definicion-empresa

Sussana, C. (s.f.). *La planificación*. Obtenido de https://www.monografias.com/trabajos35/la-planificacion/la-planificacion.shtml

Thompson, I. (Febrero de 2007). *Promonegocios*. Obtenido de https://www.promonegocios.net/empresa/pequena-empresa.html

wilman18. (24 de septiembre de 2012). *SlideShare.* Obtenido de https://es.slideshare.net/wilman18/sostenibilidad-en-la-obra-civil

ARIAS GALICIA Fernando, Introducción a la metodología de investigación en ciencias de la administración y del comportamiento, México, Trillas, 1999.

Caballero G. Alberto A. (2016). Sistema de control de proyectos de construcción de vivienda usando indicadores clave. Barcelona España: universidad politécnica de Cataluña.

Casparri María Teresa, Bernardello Alicia, Tapia Gustavo y otros. Administración financiera utilizando excel. 2006. Editorial Omicron. Buenos Aires. Argentina.

Cesa, L. (2010). Planificación y control de gestión en proyectos de construcción de obra pública en Argentina a través de Uniones Transitorias de Empresas. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Posgrado

CRESWELL, John W. Diseño de investigación. Enfoques cualitativo, cuantitativo y con métodos mixtos. 2 ed. Trad. de Arturo Guzmán A. y José Jesús Alvarado C. Thousand Oaks, CA, Sage Publications, Inc., 2003

Cruz, M. Virgilio. (2007). Modelo de Planificación Basado en Construcción Ajustada para Obras de Corta Duración. 10-26-2019, de SCielo Sitio web: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642007000100015

Echeverría Muñoz Carlos. 2017. Indicadores de gestión y planeación estratégica. 25-10-2019, de https://www.gestiopolis.com/indicadores-gestion-planeacion-estrategica/

Estrategia para el Fortalecimiento Estadístico Territorial. (2000). Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores. Latinoamérica: DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE).

García N. Manuel. (2010). Planificación y Control de Proyectos de Construcción. 10-26-2019, de SlideShare Sitio web: https://es.slideshare.net/mgarcianaranjo/planificacin-y-control-de-proyectos-de-construccin

Gaspar F. Katia & Puente Jesús A. (2009). Propuesta de un cuadro de indicadores para un sistema de gestión integrada (calidad, medio ambiente y prl) específico del sector de la construcción. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.

Gobierno Municipal de Chiapas. (2017). Manuel para la construcción de la matriz de indicadores para resultados. Tuxtla Gutiérrez Chiapas: EVPO Soluciones.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. Metodología de la investigación. 4 ed. México, McGraw-Hill Interamericana, 2006.

IBÁÑEZ BRAMBILA, B. Manual para la elaboración de tesis. México, Trillas, 1992.

Pico D. Yenny L.& Barbosa B. Nicolás. (2014). Importancia de la planeación en proyectos de obra pública para satisfacer necesidades básicas insatisfechas y la infraestructura de Bucaramanga y su área metropolitana. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional escuela de Ingenierías: Facultad de ingeniería Civil Bucaramanga.

PODION. 2000. Planificación de proyectos y diseño de indicadores. Bogotá.

Tapia Gustavo N. (2011). INDICADORES Y PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Uic Barcelona. (2019). ¿Conoces la metodología del Project Management Institute (PMI)?. 26-10-2019, de OBS Business School Sitio web: https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/conoces-la-metodologia-pmi

Vargas R. Santiago. (2012). Implementación de indicadores de gestión para el control de costos y de tiempo bajo la metodología del PMI en un proyecto de construcción. Medellín: Universidad Eafit escuela de ingeniería civil Medellín.

ANEXO A: PROGRAMA GENERAL DE OBRA.

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

Descripción del proyecto: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Ubicación: CIUDAD DE MÉXICO, ,

Núm de concurso:	SOBSE/SSU/DGOIV/DCCIV/2020-10-28.050
Fecha de propuesta:	29/oct./2020
Inicio de obra:	22/nov./2020
Fin de obra:	31/dic./2020
Duración en días:	40
Página:	1/6

50.I. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Unidad	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de término	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
			22/11/2020	**40.00**	**31/12/2020**			
1	Fresado de pavimento de concreto asfáltico con maquina perfiladora, de un espesor mínimo de 7.5 cm de espesor, incluye: trazo y nivelación para desplante de estructuras para vialidad con equipo de topografía, materiales de consumo, agua, carga mecánica a camión de volteo de material producto de fresado de carpeta de concreto asfáltico, en caso de ser necesario realizar mejoramiento de terreno con producto del fresado en zona de baches, compactado por medios mecánicos al 95% de su densidad teórica máxima, (baches con profundidad superior a niveles de proyecto, espesor variable), mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera del tramo de obra y pago por el servicio de recepción en sitio de disposición final autorizado por la dependencia, barrido, limpieza, maquinaria, el equipo y la herramienta necesaria, volumen medido en banco, alcances del concepto de acuerdo a los términos de referencia. Nota: Queda estrictamente prohibido el acamellonado de producto del fresado, una vez terminados los trabajos nocturnos, así como el azolve de accesorios hidráulicos con material del fresado.	M3	22/11/2020	13.00	04/12/2020	4,594.56 $1,510,875.11 63.64 %	2,625.47 $863,359.56 36.36 %	7,220.03 $2,374,234.67 100.00 %

C. VALENTIN DE JESUS FLORES
ADMINISTRADOR UNICO

50.I. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Unidad	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de término	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
2	Construcción de carpeta de concreto asfáltico mezcla templada, con agregado de 19 mm 3/4 de diámetro y 7.5 cm de espesor, compactado al 95% de su densidad teórica máxima por medios mecánicos, concreto asfáltico de proveedor externo autorizado por la dgoiv, incluye: riego de liga con emulsión asfáltica RR-2K, en proporción de 0.8 lt/m2, acarreo de emulsión asfáltica para impregnación, acarreo en camión de concreto asfáltico templado desde la planta de asfaltos de proveedor externo autorizado por la DGOIV, hasta el lugar de los trabajos, deberá considerar las pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los trabajos, la periodicidad será a cada 250 m3 de tendido y compactado de mezcla asfáltica, dichas pruebas deberán ser las siguientes; (extracción de corazones)-espesor del espécimen, densidad aparente, estabilidad y fluencia, contenido de cemento asfaltico, granulometría, porcentaje de compactación, Modulo Marshall y Prueba de Desgaste de los Angeles, mano de obra en horario nocturno de 23:00 a 05:00, de sábado a jueves, acarreos dentro y fuera de la obra, desperdicios, señalamientos y protecciones, limpieza, la maquinaria, el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	26/11/2020	36.00	31/12/2020	11,107.73 $3,930,803.49 11.54 %	85,159.27 $30,136,162.47 88.46 %	96,267.00 $34,066,965.96 100.00 %
3	Suministro y renivelación de brocal de pozo de visita incluye: suministro de brocal y cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, acarreos, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	03/12/2020	20.00	22/12/2020		7.00 $22,961.19 100.00 %	7.00 $22,961.19 100.00 %

C. VALENTIN DE JESUS FLORES
ADMINISTRADOR UNICO

50.I. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Unidad	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de término	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
4	Renivelación de brocal de pozo de visita existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro interor de 0.64 m y diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de brocal existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir el brocal con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	03/12/2020	27.00	29/12/2020		35.00 $54,177.90 100.00 %	35.00 $54,177.90 100.00 %
5	Suministro y renivelación de rejilla para descarga pluvial, incluye: suministro de rejilla y cadena de concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	07/12/2020	22.00	28/12/2020		4.00 $9,768.24 100.00 %	4.00 $9,768.24 100.00 %
6	Renivelación de rejilla existente, incluye: suministro de cadena prefabricada con concreto hidráhulico fc=150 kg/cm2 de 15 cm de espesor, diámetro exterior de 1.00 m, asentado con mortero cemento arena 1:3, renivelado de rejilla existente, cuadreo, corte con cortadora de disco y recibir la rejilla con mezcla asfáltica, compactación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, acarreos, señalamiento, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	01/12/2020	25.00	25/12/2020		20.00 $27,394.00 100.00 %	20.00 $27,394.00 100.00 %
7	Renivelacion de tapa de válvulas y bocas de tormenta, el precio incluye: los ajustes necesarios de acuerdo a los desniveles, materiales necesarios para la renvelación, retiro de escombros, limpieza, maquinaria, equipo, mano de obra, tiempos muertos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	07/12/2020	22.00	28/12/2020		15.00 $21,602.40 100.00 %	15.00 $21,602.40 100.00 %

50.I. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Unidad	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de término	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
8	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 10 cm de ancho en guiones o continua, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	07/12/2020	25.00	31/12/2020		13,625.00 $483,006.25 100.00 %	13,625.00 $483,006.25 100.00 %
9	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica Ennis Paint o similar o mejor calidad en superficies de rodamiento, pintado de raya doble de 10 cm de ancho continua y separacion de 20 cm. color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	10/12/2020	20.00	29/12/2020		6,300.00 $223,335.00 100.00 %	6,300.00 $223,335.00 100.00 %
10	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya sencilla de 20 cm de ancho en agujas, color blanco y reflejante (microesferas) incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	14/12/2020	15.00	28/12/2020		100.00 $3,545.00 100.00 %	100.00 $3,545.00 100.00 %
11	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 40 cm de ancho, color blanco reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	14/12/2020	16.00	29/12/2020		2,110.00 $339,541.20 100.00 %	2,110.00 $339,541.20 100.00 %

50.I. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Unidad	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de término	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
12	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de raya de 60 cm de ancho, color blanco, reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	M	09/12/2020	22.00	30/12/2020		370.00 $91,434.40 100.00 %	370.00 $91,434.40 100.00 %
13	Pintado de flecha sencilla recta con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas) para indicar dirección en vialidades primarias	PZA	07/12/2020	25.00	31/12/2020		45.00 $79,464.60 100.00 %	45.00 $79,464.60 100.00 %
14	Pintado de señalamiento horizontal doble en carril exclusivo tipo sargento, la medida deberá ser de 2.20 m X 3.10 m de ancho, con pintura Termoplástica color blanco y reflejante (microesferas), para vialidades Primarias	PZA	11/12/2020	18.00	28/12/2020		13.00 $3,157.05 100.00 %	13.00 $3,157.05 100.00 %
15	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo moto, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	14/12/2020	16.00	29/12/2020		13.00 $99,555.17 100.00 %	13.00 $99,555.17 100.00 %
16	Suministro y aplicación de pintura Termoplástica en superficies de rodamiento, pintado de logo bicicleta, color blanco y reflejante (microesferas), para para definir el límite de alto de los vehículos en las vías preferenciales, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	14/12/2020	16.00	29/12/2020		13.00 $99,555.30 100.00 %	13.00 $99,555.30 100.00 %

50.I. PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Unidad	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de término	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
17	Suministro y colocacion de vialeta una cara reflejante de 10 x 10 cm. Stimsonite blanca colocada con pegamento epoxico de 2 componentes, incluye: material reflejante, mano de obra, protecciones, preparación de la superficie, trazo el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	14/12/2020	18.00	31/12/2020		4,300.00	4,300.00
							$297,818.00	$297,818.00
							100.00 %	100.00 %
					Importe parcial	$5,441,678.60	$32,855,837.73	
					Importe acumulado	$5,441,678.60	$38,297,516.33	
					Porcentaje parcial	14.21 %	85.79 %	
					Porcentaje acumulado	14.21 %	100.00 %	

C. VALENTIN DE JESUS FLORES
ADMINISTRADOR UNICO

ANEXO B: EXPLOSIÓN DE INSUMOS DE LA OBRA.

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

Descripción del proyecto: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Ubicación: CIUDAD DE MÉXICO, ,

Núm de concurso:	SOBSE/SSU/DGOIV/DCCIV/2020-10-28.050
Fecha de propuesta:	29/oct./2020
Inicio de obra:	22/nov./2020
Fin de obra:	31/dic./2020
Duración en días:	40
Página:	1/1

40 RELACION DE ADQUISICION Y SUMINISTRO DE MATERIALES PUESTOS EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS CON IMPORTES

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	Porcentaje
Tipo: Materiales						
135130-1045	Mezcla asfáltica en caliente con agregado petreo de 19 mm (3/4") a finos con cemento asfáltico No. 6, adquirida en planta. (2.20 ton / m3)	m3	9,386.218907	$2,100.89	$19,719,413.44	64.71 %
DIESEL	DIESEL	litro	68,422.904310	$17.41	$1,191,242.76	3.91 %
LUB-01	ACEITE DORADO	litro	13,215.224156	$55.00	$726,837.33	2.39 %
PTTM-02	PINTURA TERMOPLASTICA	kg	22,087.520500	$27.00	$596,363.05	1.96 %
VIA-01	VIALETA LUX, CON DOS REFLEJANTES CÓDIGO V-LX	pieza	4,300.000000	$49.00	$210,700.00	0.69 %
MICR-010	MICROESFERA	KG	7,265.940000	$25.00	$181,648.50	0.60 %
103247-1040	Agua	L	240,667.500000	$0.45	$108,300.38	0.36 %
REGDSP	PAGO DE REGALIAS BANCO DE DESPERDICIO	m3	10,108.042000	$7.49	$75,709.23	0.25 %
PINTAMA	PINTURA DE TRAFICO	L	536.153580	$105.23	$56,419.44	0.19 %
AGUA	AGUA	m3	796.162371	$40.00	$31,846.49	0.10 %
LLANTAS	RENDIMIENTO DE LLANTA	rend/lla	3.268735	$9,550.00	$31,216.42	0.10 %
GAS	GASOLINA	litro	913.104329	$16.89	$15,422.33	0.05 %
H8EEK010	6 llantas 900x20 pxn 12 capas p/camion	jgo	2.948190	$4,806.54	$14,170.59	0.05 %
AC-42	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 KG/CM2	kg	686.190000	$15.80	$10,841.80	0.04 %
MT-546FRF	brocal	pza	7.000000	$1,530.01	$10,710.07	0.04 %
PEGEOP	PEGAMENTO EPOXICO A Y B	kg	172.000000	$60.00	$10,320.00	0.03 %
SELLPT-01	SELLADOR PRIMARIO	litro	148.246160	$65.50	$9,710.12	0.03 %
ACACT055	Cemento gris	t	2.998055	$2,850.00	$8,544.46	0.03 %
TRIP-16	TRIPLAY DE PINO DE 16 MM	m2	49.455000	$113.00	$5,588.42	0.02 %
CIM-BAR	BARROTE 4" X 2"	ml	261.405000	$14.00	$3,659.67	0.01 %
ALAMBRE 18	ALAMBRE RECOCIDO CALIBRE 18	kg	196.486800	$18.00	$3,536.76	0.01 %
MT-3254FV	rejilla	pza	4.000000	$853.26	$3,413.04	0.01 %
CIM-POL	POLIN DE 4" X 4"	ml	120.105000	$25.00	$3,002.63	0.01 %
TAB-01	TABIQUE ROJO RECOCIDO	pieza	870.000000	$2.80	$2,436.00	0.01 %
APBXX020	grava de 3/4"	m3	5.059750	$315.00	$1,593.82	0.01 %
APAXX005	arena	m3	5.112300	$235.00	$1,201.39	0.00 %
CLV-4	CLAVO DE 4"	kg	49.455000	$20.00	$989.10	0.00 %
LLT-PICKUP	LLANTA PARA CAMIONETA PCK-UP	pieza	0.214737	$2,900.00	$622.74	0.00 %
LLT-MT	LLANTA 13.00-24 PARA MOTOCONFORMADORA	pieza	0.135378	$3,305.00	$447.42	0.00 %
CLV-2-1/2	CLAVO DE 2 1/2"	kg	35.325000	$12.60	$445.10	0.00 %
LLT-COMP	LLANTA PARA COMPACTADOR	pieza	0.045126	$7,650.00	$345.21	0.00 %
LLT-PTRMN	LLANTAS PARA PINTARRAYAS MANUAL	pieza	0.967100	$350.00	$338.49	0.00 %
Total de Materiales					**$23,037,036.**	**75.60 %**
Importe total					**$23,037,036.**	**75.60 %**

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

C. VALENTIN DE JESUS FLORES
ADMINISTRADOR UNICO

ANEXO C: PROGRAMA CALENDARIZADO DE PARTICIPACIÓN DE MANO DE OBRA.

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

Núm de concurso: SOBSE/SSU/DGOIV/DCIV/2020-10-28.050

Descripción del proyecto: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Fecha de propuesta: 29/oct./2020
Inicio de obra: 22/nov./2020
Fin de obra: 31/dic./2020
Duración en días: 40
Página: 1/2

Ubicación: CIUDAD DE MÉXICO, ,

50.II. PROGRAMA CALENDARIZADO DE PARTICIPACION DE MANO DE OBRA

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Importe	Fecha de inicio	Dias calendario	Fecha de fin	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
01-0310	OFICIAL ALBAÑIL	jor	42.113740	23,580.75	01/12/2020	31.00	31/12/2020			
									42.113740	42.113740
									$23,580.75	$23,580.75
									100.00 %	100.00 %
01-0320	CARPINTERO DE OBRA NEGRA	jor	15.699984	8,790.89	01/12/2020	29.00	29/12/2020			
									15.699984	15.699984
									$8,790.89	$8,790.89
									100.00 %	100.00 %
01-0330	FIERRERO DE OBRA NEGRA	jor	2.462160	1,187.57	01/12/2020	29.00	29/12/2020			
									2.462160	2.462160
									$1,187.57	$1,187.57
									100.00 %	100.00 %
01-3745	CHOFER	jor	435.433963	182,995.48	22/11/2020	40.00	31/12/2020			
								148.641690	286.792273	435.433963
								$62,468.16	$120,527.32	$182,995.48
								34.14 %	65.86 %	100.00 %
100100-1345	Rastrillero	Jor	2,533.362372	1,339,819.36	26/11/2020	36.00	31/12/2020			
								292.311023	2,241.051349	2,533.362372
								$154,594.53	$1,185,224.83	$1,339,819.36
								11.54 %	88.46 %	100.00 %
CABO	CABO	jornal	523.084743	374,047.44	22/11/2020	40.00	31/12/2020			
								64.205405	458.879338	523.084743
								$45,912.00	$328,135.44	$374,047.44
								12.27 %	87.73 %	100.00 %
FACTSEG	EQUIPO DE SEGURIDAD	(%)mo	0.020000	28,287.37	22/11/2020	40.00	31/12/2020			
								0.020000	0.020000	0.020000
								$3,473.69	$24,813.68	$28,287.37
								12.28 %	87.72 %	100.00 %

C. VALENTIN DE JESUS FLORES
ADMINISTRADOR UNICO

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

Descripción del proyecto: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE REPAVIMENTACIÓN EN: MIRAMONTES TRAMO: EJE 2 ORIENTE A PERIFÉRICO (GLORIETA VAQUERITOS), EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Ubicación: CIUDAD DE MÉXICO, ,

Núm de concurso:	SOBSE/SSU/DGOIV/DCCIV/2020-10-28.050
Fecha de propuesta:	29/oct./2020
Inicio de obra:	22/nov./2020
Fin de obra:	31/dic./2020
Duración en días:	40
Página:	2/2

50.II. PROGRAMA CALENDARIZADO DE PARTICIPACION DE MANO DE OBRA

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Importe	Fecha de inicio	Días calendario	Fecha de fin	01/nov./2020 30/nov./2020	01/dic./2020 31/dic./2020	Total
HM-01	Herramienta menor	(%)mo	0.030000	115,325.63	22/11/2020	40.00	31/12/2020			
								0.030000	0.030000	0.030000
								$13,596.87	$101,728.76	$115,325.63
								11.79 %	88.21 %	100.00 %
MOCA-002	Ayudante general	jor	2,899.504730	1,040,197.32	26/11/2020	36.00	31/12/2020			
								292.311023	2,607.193707	2,899.504730
								$104,866.58	$935,330.74	$1,040,197.32
								10.08 %	89.92 %	100.00 %
MO-R52	OPERADOR	jornal	825.602758	431,212.32	22/11/2020	40.00	31/12/2020			
								162.968463	662.634295	825.602758
								$85,118.43	$346,093.89	$431,212.32
								19.74 %	80.26 %	100.00 %
OF/PIN	OFICIAL PINTOR	JOR	146.778207	77,626.59	07/12/2020	25.00	31/12/2020			
									146.778207	146.778207
									$77,626.59	$77,626.59
									100.00 %	100.00 %
PEON	PEON	jornal	2,728.745917	978,937.60	22/11/2020	40.00	31/12/2020			
								407.175023	2,321.570894	2,728.745917
								$146,074.04	$832,863.56	$978,937.60
								14.92 %	85.08 %	100.00 %
							Importe parcial	**$616,104.30**	**$3,985,904.02**	
							Importe acumulado	**$616,104.30**	**$4,602,008.32**	
							Porcentaje parcial	**13.39 %**	**86.61 %**	
							Porcentaje acumulado	**13.39 %**	**100.00 %**	

GRUCECA CONSTRUCTOR PAVIMENTOS Y OBRA CIVIL S.A. DE C.V.

C. VALENTIN DE JESUS FLORES
ADMINISTRADOR UNICO

ANEXO D: FORMATO DE CONTROL DE INSUMOS DE LA OBRA.

BG. MATERIALES

Obra: 0

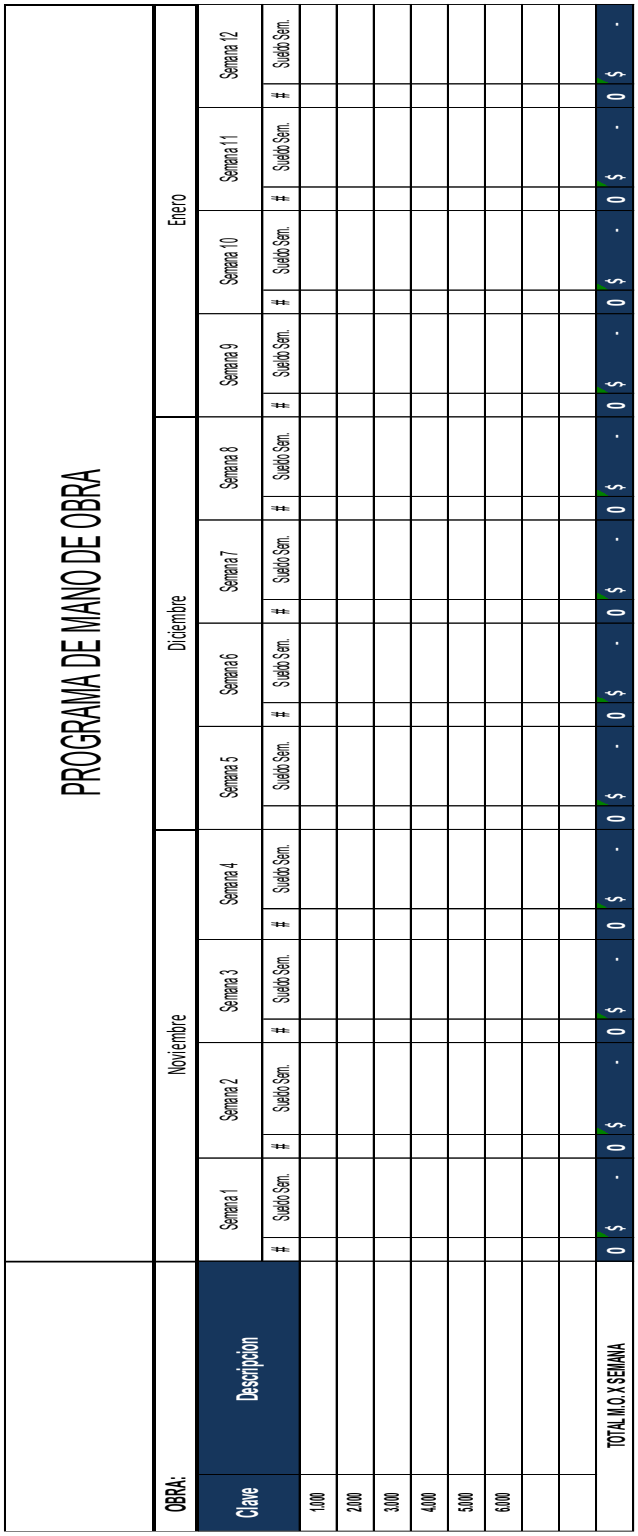
Cliente: 0

Monto de Materiales:

Tipo de Cambio $ 20.50 $ -

Marca	Modelo	Clave interna	Descripción	Unidad	Cantidad	dolares	Precio de Lista SIN IVA	Importe	%

ANEXO E: FORMATO PARA PROGRAMACION DE CUADRILLAS EN OBRA.



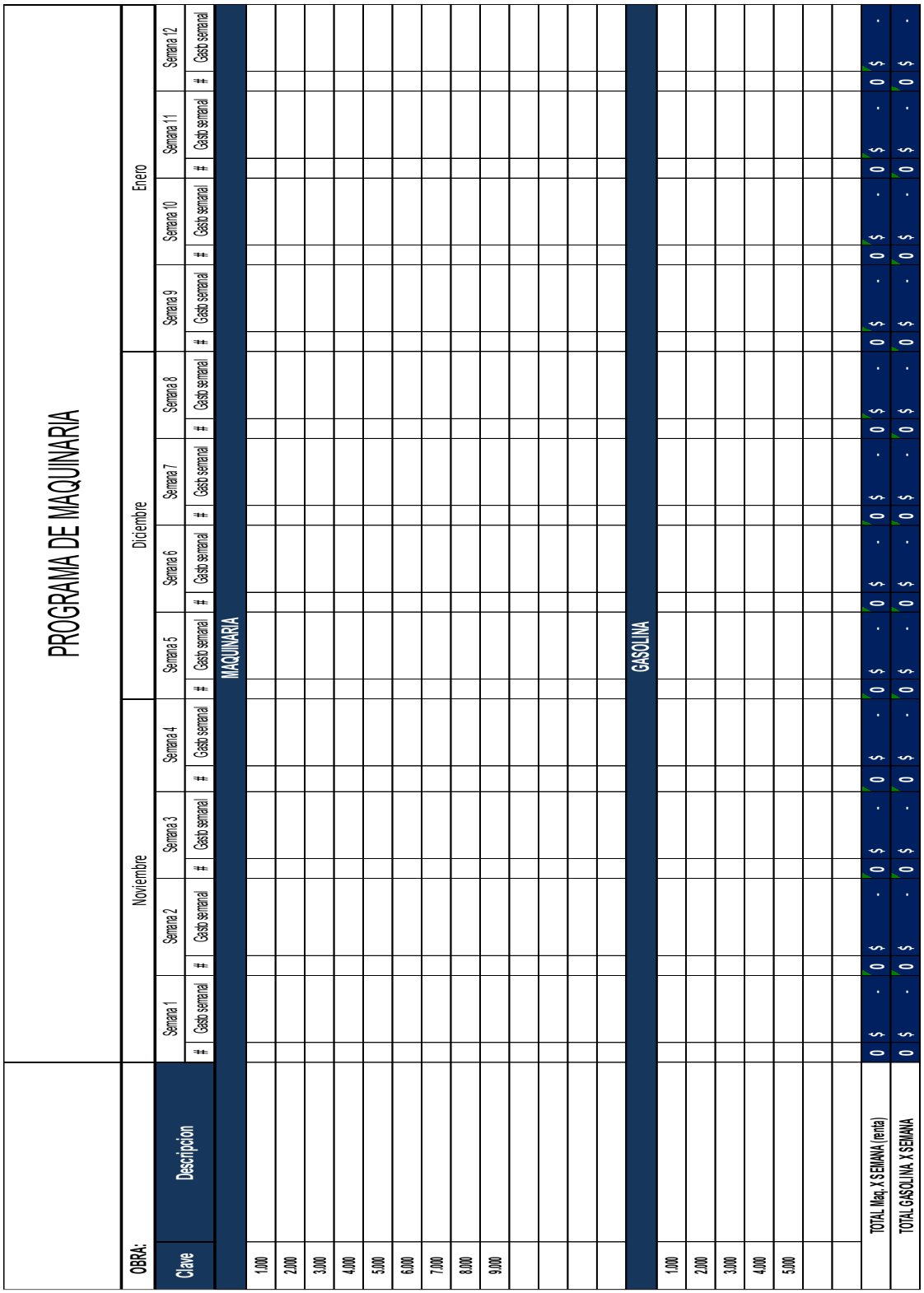
PROGRAMA DE MANO DE OBRA

OBRA:

Clave	Descripcion	Noviembre								Diciembre								Enero							
		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8		Semana 9		Semana 10		Semana 11		Semana 12	
		#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.		Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.	#	Sueldo Sem.
1.000																									
2.000																									
3.000																									
4.000																									
5.000																									
6.000																									
TOTAL M.O. X SEMANA		0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -

TOTAL $ -

ANEXO F: FORMATO PARA PROGRAMACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN OBRA.



PROGRAMA DE MAQUINARIA

OBRA:

Clave	Descripcion	Noviembre								Diciembre								Enero							
		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8		Semana 9		Semana 10		Semana 11		Semana 12	
		#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal	#	Gasto semanal
MAQUINARIA																									
1.000																									
2.000																									
3.000																									
4.000																									
5.000																									
6.000																									
7.000																									
8.000																									
9.000																									
GASOLINA																									
1.000																									
2.000																									
3.000																									
4.000																									
5.000																									
TOTAL Maq. X SEMANA (renta)		0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -
TOTAL GASOLINA X SEMANA		0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -	0	$ -

TOTAL MAQUINARIA	$ -
TOTAL GASOLINA	$ -