

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Manuel Alán Zúñiga, Ing. Giannina Ortiz Quesada, Ing. Alejandro Medina Angulo, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

**GUSTAVO
ADOLFO
ROJAS MOYA
(FIRMA)**

Firmado digitalmente
por GUSTAVO
ADOLFO ROJAS
MOYA (FIRMA)
Fecha: 2022.01.21
09:43:06 -06'00'

Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director

**MANUEL
ANTONIO
ALLAN
ZUÑIGA
(FIRMA)**

Digitally signed
by MANUEL
ANTONIO ALLAN
ZUÑIGA (FIRMA)
Date: 2022.01.21
12:09:24 -06'00'

Ing. Manuel Alán Zúñiga.
Profesor Guía

**GIANNINA
ORTIZ
QUESADA
(FIRMA)**

Firmado digitalmente
por GIANNINA ORTIZ
QUESADA (FIRMA)
Fecha: 2022.01.19
15:07:46 -06'00'

Ing. Giannina Ortiz Quesada.
Profesora Lectora

**EZEQUIEL
ALEJANDRO
MEDINA ANGULO
(FIRMA)**

Digitally signed by
EZEQUIEL ALEJANDRO
MEDINA ANGULO (FIRMA)
Date: 2022.01.19 09:56:39
-06'00'

Ing. Alejandro Medina Angulo.
Profesor Observador

Procedimiento y herramienta para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

Abstract

The research carried out consisted of proposing a procedure for the planning and cost control of road infrastructure projects for the Technical Unit of Road Management of the Municipality of Pococí, since the variability between planned and actual costs was very high.

The main objective of this project was to develop a procedure for planning and cost control for the projects awarded by the Technical Unit. To achieve this objective, four specific objectives were implemented.

For the first specific objective, the current situation in terms of planning and cost control was analyzed to propose improvement opportunities.

In the following objective models referring to the subject are analyzed for the identification of good practices.

The third objective consisted in developing a procedure for planning and cost control to achieve a standardization of this.

Finally, a programmed tool was implemented, which will collaborate with the subject under study in the Technical Unit.

As a result, it is shown that there are important deficiencies in the subject, as well as that the good practices investigated are not properly implemented, the proposed procedure is functional and the tool significantly improves the processes, reducing the variability between planned and actual costs.

Keywords: Project, planning, control, costs, processes, procedure, tool.

Resumen

La investigación desarrollada consistió en proponer un procedimiento para la planificación y control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí debido a que la variabilidad entre los costos planificados y reales era muy elevada.

El principal objetivo de este proyecto fue desarrollar un procedimiento para la planificación y control de costos para los proyectos que adjudica la unidad técnica. Para lograr este objetivo, se implementaron cuatro objetivos específicos.

Para el primer objetivo específico se analizó la situación actual en cuanto al tema de planificación y control de costos para el planteamiento de oportunidades de mejora.

En el siguiente objetivo se analizan modelos referentes al tema para la identificación de buenas prácticas.

El tercer objetivo consistió en elaborar un procedimiento para la planificación y control de costos para lograr una estandarización de este.

Por último, se implementó una herramienta programada, la cual colaborará con el tema en estudio en la unidad técnica.

Como resultado se mostraron deficiencias importantes en el tema y falta de implementación adecuada de buenas prácticas investigadas, el procedimiento planteado es funcional y la herramienta mejora significativamente los procesos, reduciendo la variabilidad entre los costos planificados y reales.

Palabras clave: Proyecto, planificación, control, costos, procesos, procedimiento, herramienta.

**Procedimiento y herramienta
para la planificación y el control
de costos de proyectos de
infraestructura vial para la
Unidad Técnica de Gestión Vial
Municipal de Pococí**

Procedimiento y herramienta para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

MARIO STEVEN CARRANZA CAMPOS

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Noviembre de 2021

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	3
MARCO TEÓRICO	5
METODOLOGÍA	16
RESULTADOS.....	21
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	41
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
APÉNDICES	48
REFERENCIAS.....	58

Prefacio

La infraestructura vial es de suma importancia para el movimiento de la economía de un país. Si las condiciones de estas estructuras no son buenas, genera pérdidas importantes a toda la nación.

La red vial nacional es muy densa, por lo cual sería imposible mantenerla por una sola entidad. Por esto se crearon leyes las cuales establecen que las municipalidades deben velar por el funcionamiento óptimo de su red vial cantonal y seguir mejorándolo constantemente.

Las municipalidades tienen muchas otras labores por realizar y no solo velar por este decreto. Para ello surgieron las unidades técnicas de gestión vial en cada municipalidad.

La red vial cantonal de Pococí es una de las más densas del país entonces no es tarea fácil realizar las labores de la unidad técnica de este cantón.

Influyen gran cantidad de factores en hacer aún más complicadas estas labores, entre estos la falta de planificación y control de los costos de los proyectos por realizar; tal situación hace que estos tengan un costo final diferente al planeado.

Resulta indiscutible la necesidad de una herramienta para colaborar en dicho aspecto, tendiente a reducir tiempos y costos; esto da como resultado proyectos más planificados.

La necesidad latente de reducir la brecha existente entre lo planificado y lo real dio origen a este proyecto, el cual tiene como objetivo el desarrollar un procedimiento para la planificación y control de costos para los proyectos adjudicados por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí.

Agradecimientos

En primera instancia quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas en momentos difíciles.

A mi abuelita Mireya, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional durante toda mi vida y carrera universitaria.

A mi tía Marlene por estar ahí cuando más la necesitaba y a mis primos, hermanos y tíos, por no abandonarme nunca.

A mi novia Joseline por formar parte de mi vida y por luchar esta batalla a mi lado siempre.

A la familia Arias Cascante por acogerme y apoyarme siempre.

A mis amigos quienes formaron parte de un pilar importante en mi formación académica.

Al profesor Ing. Manuel Alan Zúñiga por depositar su confianza en mí y por su ayuda y dedicación a lo largo de este proceso.

A la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí por toda la ayuda brindada, en especial a la Ing. Guiselle Aguilar Barquero por ser mi tutora y dedicarme parte de su tiempo en estas 16 semanas.

Resumen ejecutivo

La existencia de variabilidad entre lo presupuestado inicialmente y lo invertido realmente en un proyecto era una problemática visible en los proyectos de infraestructura vial adjudicados a la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí.

Esto se debía a que no se contaban con un estándar o mecanismo tendiente a indicar cómo realizar estas labores de la forma correcta y al poco conocimiento de los funcionarios en esta área. Además, no contaban con una herramienta especializada la cual les colaborara en esto y cumpliera con sus necesidades.

Solamente un 30% de los proyectos implementados cumplían con estar dentro de un rango que no sobrepasara el 15% del costo final de la obra.

Se utilizaron distintas técnicas de investigación para realizar estas evaluaciones como lo fueron la investigación aplicada, investigación cualitativa y la investigación descriptiva; se acudió a fuentes de información tanto primarias como secundarias. Los distintos sujetos de información fueron funcionarios de la unidad técnica y las herramientas utilizadas fueron la revisión documental, la observación y la entrevista.

Se analizaron distintas fuentes de información en búsqueda de buenas prácticas que estos implementaban o sugerían para determinar si la unidad técnica las aplicaba en sus proyectos y cuando no lo hacía, se propuso una breve solución.

Entre los principales requisitos planteados por los miembros de la unidad técnica para un procedimiento y herramienta se encontraba la incorporación de inventarios de necesidades, tablas de cantidades, alertas de colores, planificación y comparación entre montos gastados y disponibles.

Considerando las necesidades mencionadas anteriormente, se propuso una solución a estas

por medio de un procedimiento estandarizado. El procedimiento el cual se implementó se encontraba estrechamente ligado a la herramienta que se programó en Microsoft Office Excel® habilitado para macros, la cual contempla las especificaciones obtenidas al inicio de esta investigación.

Se generó, además, un manual de usuario donde se explicaba el contenido de esta herramienta y cómo se le podría sacar el mayor provecho.

Se probó la funcionalidad de esta herramienta con datos correspondientes a los de un proyecto real desarrollado por la unidad técnica. Los resultados fueron favorables debido a que la herramienta se automatizó lo más posible y se redujeron tiempos y movimientos durante su utilización.

También se redujeron las variabilidades existentes entre los costos del proyecto contemplando la posibilidad de estas antes de haber sucedido, con lo cual se establece un espacio para colocarlas en la herramienta.

El procedimiento planteado consistió en un paso a paso, el cual pretendió instruir a los funcionarios de la Unidad Técnica de cómo incorporar la herramienta en la planificación y control de sus proyectos.

Se incorporó en la herramienta la generación de gráficos, los cuales serán útiles en la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto.

Entre los requerimientos para esta herramienta se encontraba la incorporación de patrones de colores tendientes a mostrar errores existentes. Esto también se implementó y le generó a los usuarios la necesidad de corregirlos en cuanto aparecen.

Introducción

El control de costos es indispensable para el desarrollo de un proyecto, por ello, se le debe prestar especial cuidado a lo largo de la vida útil de este.

Un proyecto vial se define como un conjunto de elementos, cada uno de los cuales cumple con una función específica y tienen como propósito asegurar un tránsito confortable y seguro de los usuarios (peatones y vehículos) (Campos, 2010).

Así como en todo proyecto de construcción, el desarrollo de uno de carácter vial debe contemplar los procesos de planificación y control de costos.

El grupo de procesos de planificación define el alcance final del proyecto, termina de definir los objetivos y se desarrolla la línea de acción a seguir para alcanzar esos objetivos. Este grupo de procesos conforma un plan para la dirección del proyecto y las estrategias para llevarlo a cabo (Project Management Institute, 2017).

En cuanto a los procesos de monitoreo y control se refiere a todos aquellos necesarios para darle seguimiento, analizar y regular el desempeño de un proyecto, identificar áreas en las cuales el plan necesite ser cambiado y realizar esos cambios. Son un medio para asegurar el logro de los objetivos y metas planeadas y en la ejecución del costo es muy importante detectar a tiempo las causas y consecuencias de las variaciones (Torres y Torres, 2014).

Por otro lado, el control de proyectos se refiere a la fiscalización del proyecto a lo largo de su desarrollo, tomando en cuenta el cronograma establecido inicialmente. Las empresas buscan optimizar tiempo y recursos debido al margen de utilidad que esto representa por lo cual se utilizan sistemas y mecanismos para el control de sus proyectos (Valverde, 2017).

En Costa Rica, los proyectos de infraestructura en la red vial cantonal son desarrollados por las distintas municipalidades. El departamento encargado de estas labores es la Unidad Técnica de Gestión Vial y, por ende, les corresponde

realizar la planificación y control de costos de estos proyectos.

La presente investigación fue realizada en la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí. Esta se basa en el tres distas formas de control de costos mezcladas, como lo son el control mediante planeamiento, mediante la dirección y supervisión y mediante respuesta de retroacción. Al no tener estandarizado un sistema estandarizado, esto genera confusión y falta de control profundo y detallado.

La variabilidad existente entre los costos planeados y reales hizo que la Unidad Técnica empezara a analizar posibles soluciones fáciles de implementar y entender.

PROBLEMÁTICA

Con lo anterior se logra entender la necesidad existente de desarrollar un procedimiento para la planificación y control de costos estandarizada para los proyectos que adjudica la Unidad Técnica. Para lograr este objetivo se utilizaron distintas técnicas de investigación, fuentes, sujetos y herramientas de información.

Las técnicas de investigación utilizadas fueron la investigación aplicada, investigación cualitativa y la investigación descriptiva; se acudió a fuentes de información tanto primarias como secundarias; Los distintos sujetos de información fueron funcionarios de la unidad técnica y las herramientas utilizadas fueron la revisión documental, la observación y la entrevista.

Por consiguiente, se realizó una investigación del estado actual de la unidad técnica para determinar el conocimiento de sus funcionarios en planificación y control de costos. Se indagó sobre los procesos utilizados para este fin y sobre los posibles requerimientos necesarios de implementar en una herramienta tendiente a colaborar con este tema.

Se realizó una investigación sobre las buenas prácticas en planificación y control de costos sugeridas por fuentes bibliográficas y las implementadas en otras municipalidades. Esto se compara con lo mostrado en la situación actual de la unidad técnica para determinar si esta lo implementa; de no ser así, se propone una solución a esta problemática.

Por último, se desarrolló un procedimiento y una herramienta adaptada a las necesidades planteadas por la unidad técnica con el fin de satisfacer sus necesidades. Este procedimiento hace uso de la herramienta para cumplir con su objetivo y se pretende estandarizar su utilización.

La herramienta fue programada en Microsoft Office Excel® habilitado para macros y cuenta con un manual de usuario el cual explica en detalle todo lo relacionado a esta. El manual brinda recomendaciones importantes para su funcionamiento y gracias a esta herramienta se logró mejorar significativamente el rendimiento de la unidad en el proceso de planificación y control de sus proyectos.

Marco teórico

Con el fin de comprender la metodología sobre la cual se basa el desarrollo de la práctica profesional dirigida, es necesario conceptualizar ciertos temas importantes mediante distintas referencias tales como libros, tesis, artículos científicos y material proporcionado por profesores de la carrera.

Unidad Técnica de Gestión Vial

Se encuentran presentes en todas las municipalidades del país. Sus principales funciones son las de elaborar y ejecutar programas para la conservación y desarrollo vial en concordancia con las políticas y directrices emitidas por sus respectivos concejos municipales, la junta vial cantonal, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y planes reguladores de desarrollo cantonal.

Entre otras funciones realizadas por estas unidades técnicas se encuentra el fomento de alternativas para la obtención de recursos orientados a la gestión vial, considerar alternativas tecnológicas y administrar la conservación y desarrollo de la red vial cantonal.

Proyecto

Es un conjunto actividades definidas según el tipo de proyecto, todas las ideas correlacionadas y tendiendo a un mismo objetivo, el cual corresponde a darle respuesta a alguna necesidad en específico (Valverde, 2017). La gran mayoría de proyectos se componen de las siguientes etapas:

- Anteproyecto.
- Planeación, cronograma y planificación.
- Ejecución.
- Evaluación final.

Proyecto de construcción

Los proyectos son una representación típica cuyo objetivo consiste en manufacturar o fabricar en una sola producción. Se subdividen en distintos tipos, como lo son proyectos de fábricas, viviendas, carreteras y puentes (proyectos viales) (Caballero, 2016).

La complejidad de este tipo de proyectos es elevada debido a todos los factores con capacidad de influir a lo largo de su desarrollo. Estos factores se pueden agrupar en tres principales (Caballero, 2016):

- Factor tecnológico: instalaciones, equipos y servicios.
- Factor humano: el usuario es quien define el éxito o el fracaso.
- Factor económico: inversión elevada y recuperación incierta.

Proyecto vial

Un proyecto vial se define como un conjunto de elementos, cada uno de los cuales cumple con una función específica. Tienen como propósito asegurar un tránsito confortable y seguro de los usuarios (peatones y vehículos) (Campos, 2010).

Los principales propósitos son variables según el proyecto, entre los cuales se encuentra la disminución de costos de transporte en áreas desarrolladas, aminorar la congestión del tráfico, esparcimiento y turismo, disminución de accidentes, servir de apoyo a planes de desarrollo, incentivar las inversiones privadas en áreas no desarrolladas por falta de accesibilidad, entre otros (Gómez et al., s.f.).

Los proyectos de esta índole, como pertenecen al sector transporte e infraestructura, son de gran importancia dentro de la economía del país, estos conforman los medios para promover actividades económicas generadoras de divisas como el turismo y las exportaciones (Cañas, 2014).

Ciclo de vida de un proyecto

Un proyecto normalmente se encuentra dividido en etapas o fases las cuales, una vez superadas, se

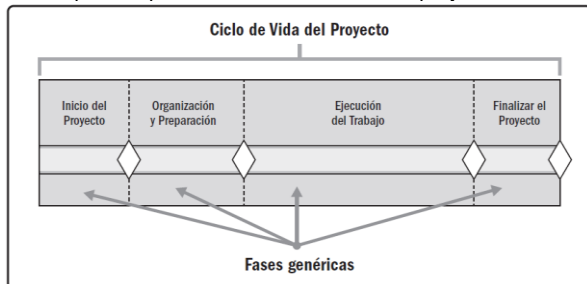
logra el objetivo de la creación del producto y su puesta en servicio. Estas etapas en conjunto se denominan “ciclo de vida” y es esencial a la hora de definir y asignar recursos a los proyectos (Ayllón, 2007).

Cada uno posee sus diferencias, pero por lo general estas etapas se pueden clasificar según la siguiente estructura y varían unas con otras en función de los recursos asignados (Project Management Institute, 2017):

- Inicio del proyecto.
- Organización y preparación.
- Ejecución del trabajo.
- Cierre del proyecto.

Así las cosas, conforme avanza un proyecto, el riesgo e incertidumbre disminuyen, pero incrementa el costo debido a posibles errores cometidos en las etapas iniciales (Ayllón, 2007).

Figura 1.
Fases que componen el ciclo de vida de un proyecto.



Nota. (Project Management Institute, 2017).

Si se desea influir en las características finales de un proyecto, sin afectar de manera significativa el cronograma y el costo, se debe prestar especial cuidado en su etapa de inicio (Project Management Institute, 2017).

Probablemente este ciclo de vida del proyecto se encuentre dividido en fases para mejorar la gestión del proyecto, estas fases deben encontrarse relacionadas de forma lógica y se desarrollen de forma progresiva desde el inicio hasta el final del proyecto, de manera secuencial, iterativa o superpuesta (CFIA, s.f.).

Ciclo de vida de un proyecto de construcción

Las etapas del ciclo de vida de un proyecto de construcción son similares a cualquier otro, este se

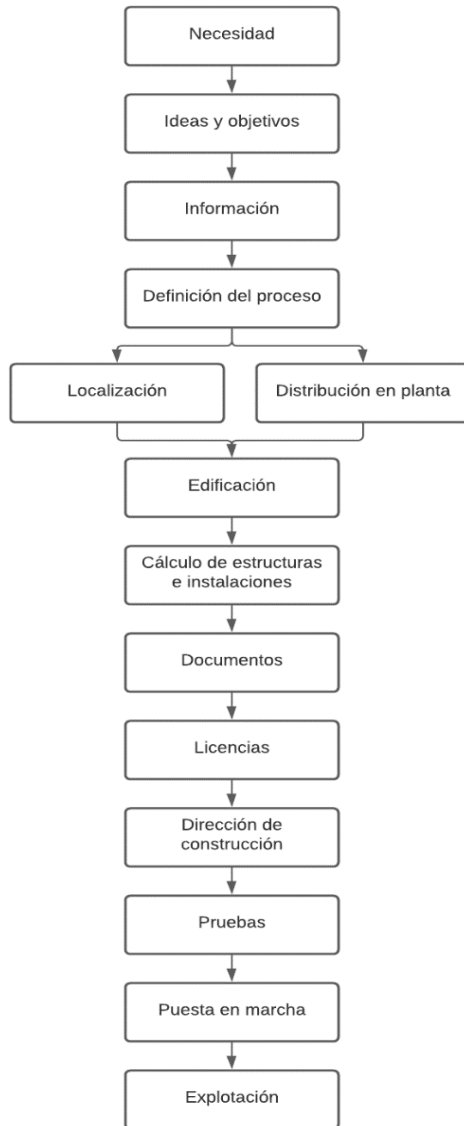
compone de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y finalización. No obstante, a continuación, se detallan 6 etapas las cuales describen de mejor manera un proyecto de este tipo.

- **Pre-diseño:** en esta etapa se lleva a cabo todo lo relacionado con el anteproyecto como lo es la simulación de procesos, diseño conceptual, estimaciones, estudio de viabilidad, entre otras actividades (Pérez, 2021). Se considera, además, la sostenibilidad y el impacto ambiental de la obra sobre una comunidad (Protek, 2021).
- **Ingeniería:** se refiere a la planificación, programación, control de costos y seguridad (Protek, 2021). En esta etapa toma mayor protagonismo el público, y así se establecen los términos de cómo se llevará a cabo el proyecto (Pérez, 2021).
- **Abastecimiento:** se gestiona de manera sistemática la logística, materiales y subcontratos. También considera pruebas de calidad a los materiales y actividades administrativas referentes al tema (Protek, 2021). En este punto, el administrador del proyecto juega un papel importante a la hora de disminuir errores y optimizar el proyecto (Pérez, 2021).
- **Construcción:** se ejecutan los trabajos y, por ende, es la fase donde se debe prestar especial cuidado a las normativas vigentes y a las regulaciones de seguridad e higiene (Pérez, 2021).
- **Puesta en marcha:** se compara entre lo realizado contra lo establecido inicialmente, verificando así su adecuado diseño y operación. El principal objetivo es cumplir las expectativas del cliente (Pérez, 2021).
- **Operación y mantenimiento:** un proyecto de construcción no culmina al entregar el proyecto al cliente, es necesario realizar programas de mejora del rendimiento, gestión de instalaciones y, mantenimiento y operaciones en planta (Pérez, 2021).

Por otro lado, para Gómez-Senent Martínez et al. (1999), la metodología básica de proyectos de construcción consta de 14 etapas las cuales

cubren el ciclo de vida de un proyecto de esta índole. Estas etapas se muestran en la figura 2.

Figura 2.
Etapas de la metodología básica de proyectos de construcción.

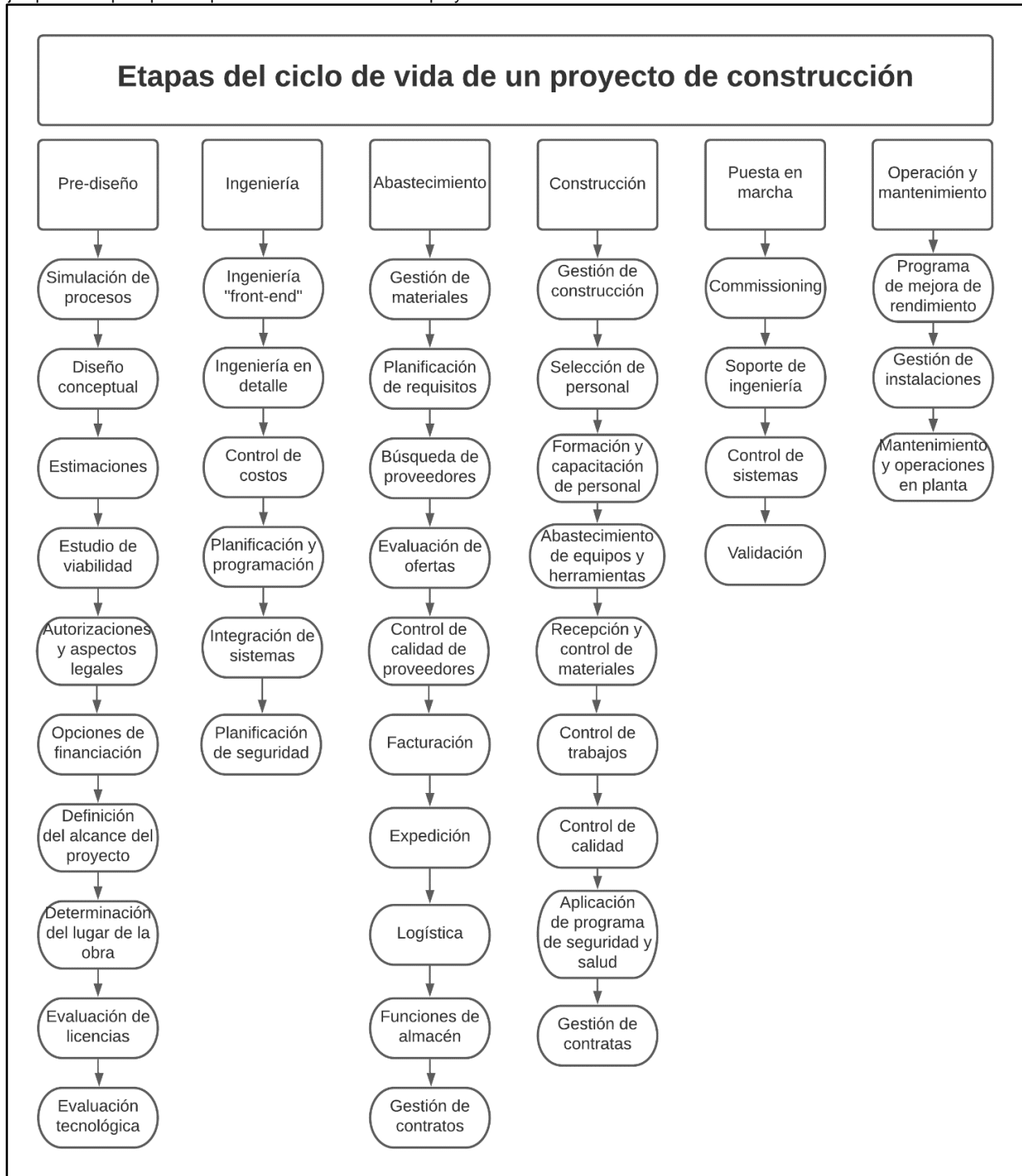


Nota. (Gómez-Senent Martínez et al. (1999).

Gestión de procesos

Esta metodología surge con el fin de optimizar las actividades de una organización. Sería una nueva estructura, según la cual toda organización se puede concebir en una red de procesos interrelacionados o interconectados (Mallar, 2010). Este modelo se basa en los procesos por los cuales orienta en el desarrollo de la misión de las organizaciones (Mallar, 2010).

Figura 3.
Ejemplo de etapas que componen el ciclo de vida de un proyecto de construcción.



Nota. Autoría propia utilizando Pérez (2021).

Grupos de procesos de un proyecto

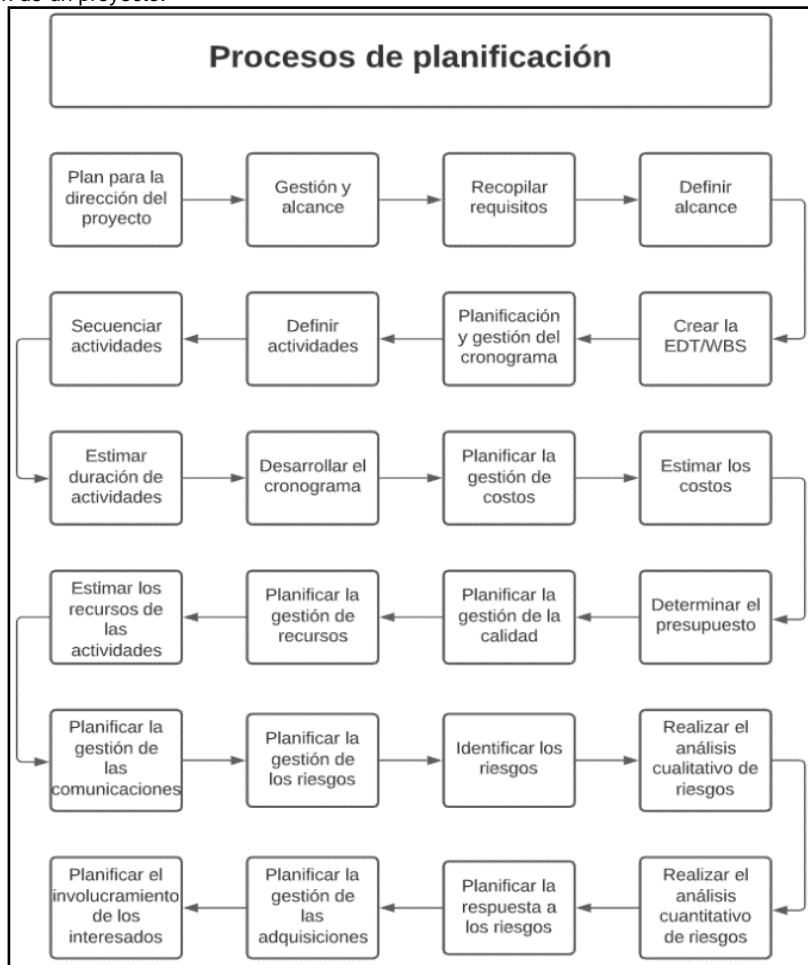
Los grupos de procesos de un proyecto se conforman por los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. A continuación, se detallan los procesos más importantes para este proyecto como lo son los procesos de planificación y, monitoreo y control.

Procesos de planificación

En este grupo de procesos se define el alcance final del proyecto, se terminan de definir los objetivos y se desarrolla la línea de acción a seguir para alcanzar esos objetivos. Este grupo de procesos conforma un plan para la dirección del proyecto y las estrategias para llevarlo a cabo (Project Management Institute, 2017).

Si estos procesos se definen correctamente, se logra fácilmente contar con la participación de los involucrados y su eventual aceptación. Es de suma importancia la participación de los involucrados en el proyecto en cuanto a realimentación y redefinición de los procedimientos y documentos (Araya, 2015).

Figura 4.
Procesos de planificación de un proyecto.



Nota. Autoría propia a partir del Project Management Institute (2017).

Procesos de monitoreo y control

Se refiere a todos aquellos necesarios para darle seguimiento, analizar y regular el desempeño de un proyecto, identificar áreas donde el plan necesite ser cambiado y realizar esos cambios. Para este proceso se requiere la recolección de datos de desempeño conocido como monitorear. El control, por su parte, consiste en comparar ese desempeño con el desempeño planificado a ese momento para realizar mejoras en caso de ser requeridas. Es de importancia la aplicación del proceso de forma periódica para así corregir errores en menos tiempo (Project Management Institute, 2017).

Este grupo de procesos es de gran importancia para este proyecto, es aquí donde se lleva a cabo el control de costos. Consiste en monitorear el estado del proyecto y comparar lo estimado con lo invertido, tendiente a identificar las diferencias o desviaciones para la toma de decisiones a tiempo, conociendo proyecciones del costo para el final del

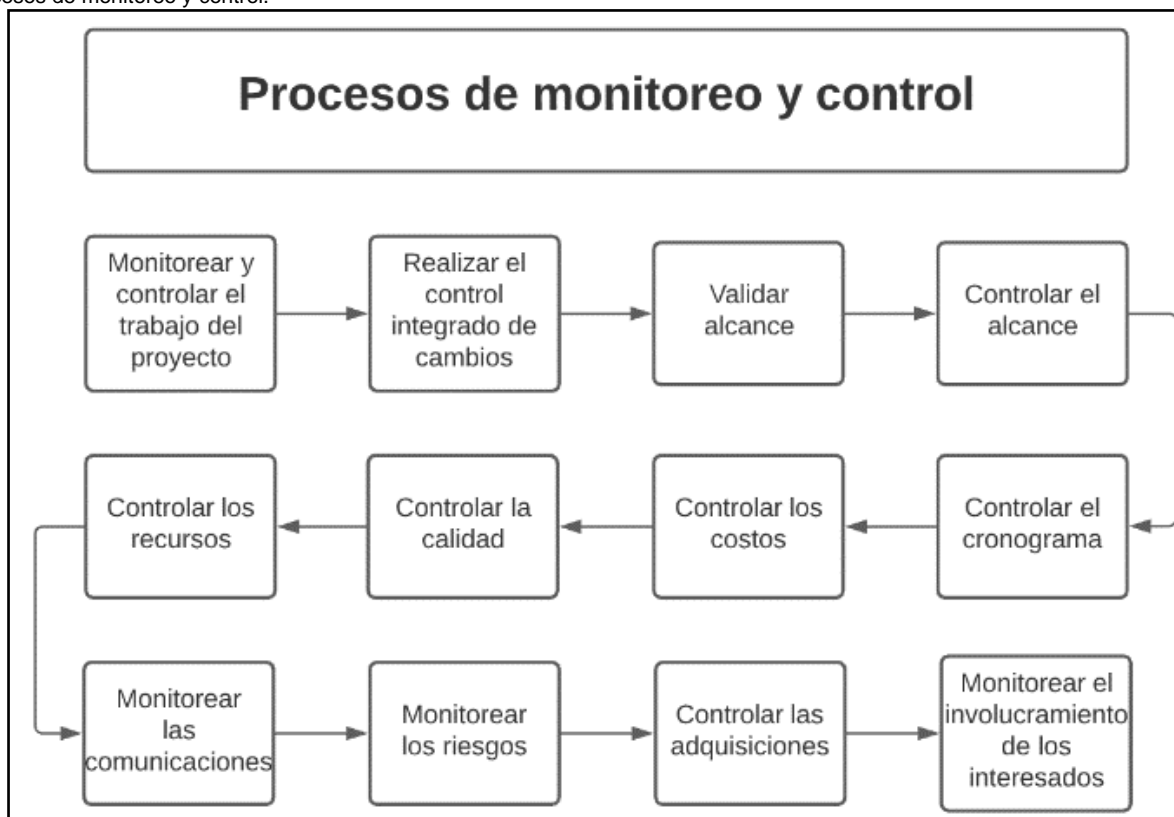
proyecto y documentando los cambios realizados (Artavia, 2020). Este proceso se lleva a lo largo de todo el proyecto (Project Management Institute, 2017).

Según el Project Management Institute (2017), los componentes y actualizaciones que conforman este proceso se enlistan a continuación:

- Plan de gestión de costos.
- Línea base de costos.
- Línea base para la medición del desempeño.
- Registro de presupuestos.
- Base de las estimaciones.
- Registro de lecciones aprendidas.
- Registro de riesgos.

El control es un medio para asegurar que el proyecto alcance los objetivos y metas planeadas y en la ejecución del costo es muy importante detectar a tiempo las causas y consecuencias de las variaciones (Torres y Torres, 2014).

Figura 5.
Procesos de monitoreo y control.



Nota. Autoría propia a partir del Project Management Institute (2017).

Control de proyectos

Se refiere a la fiscalización del proyecto a lo largo de su desarrollo, tomando en cuenta el cronograma establecido inicialmente. Las empresas buscan optimizar tiempo y recursos debido al margen de utilidad que esto representa, por ello utilizan sistemas y mecanismos para el control de sus proyectos (Valverde, 2017).

Estos sistemas tienen la capacidad de brindar soluciones en situaciones inesperadas; esto permite no sufrir atrasos en las obras, se ejecuten en el tiempo y costo establecidos previamente (Valverde, 2017). A continuación, se detallan tres de los sistemas más utilizados para controlar proyectos.

Control mediante el planeamiento

Esta técnica o sistema es el más eficaz en el control de proyectos. Se basa en determinar todo lo necesario para llevar a cabo la obra utilizando como referencia el calendario de ejecución con los recursos necesarios. Se toman decisiones de cómo se va a llevar a cabo todo el proyecto para contemplarlo dentro del presupuesto y duración de la obra (Núñez, 2016).

Para este sistema es de suma importancia una programación adecuada del proyecto, con el fin de ejecutar la obra de la forma más eficiente posible, considerando tiempo y recursos en dicha programación. Esto no se logra si el presupuesto es deficiente, si no se cuentan con las especificaciones técnicas detalladas y todas las consideraciones adicionales dentro del proyecto (Núñez, 2016).

Control mediante la dirección y supervisión

En este caso, los encargados del proyecto son el equipo de operaciones. Se encargan de la toma de decisiones conforme avanza el proyecto. A diferencia del control mediante el planeamiento, en este sistema existe la figura de inspección, el cual se encarga de valorar el avance, ya sea de operaciones o del área administrativa (Núñez, 2016).

La inspección operacional verifica que los procesos constructivos se realicen de la forma adecuada y consideren las modificaciones presentadas a lo largo de su vida útil. La inspección administrativa, por su parte, se encarga de verificar que el presupuesto programado cumpla con el presupuesto establecido inicialmente (Núñez, 2016).

Control mediante respuesta de retroacción

Este sistema utiliza como evidencias la observación y análisis de rendimiento, comparando lo real y lo establecido inicialmente. Su funcionamiento se basa en informes, los cuales muestran tanto los problemas investigados como sus posibles soluciones, lo cual aporta en la mejora de los procesos constructivos (Núñez, 2016).

Conceptos relacionados con el control de costos

El control de costos es indispensable para el desarrollo de un proyecto; por ello, se le debe prestar especial cuidado a lo largo de su vida útil. A continuación, se detallan aspectos importantes que considera el control de costos en proyectos de construcción.

Mano de obra

Se conoce como mano de obra el esfuerzo, ya sea físico o mental, llevado a cabo por un trabajador para fabricar, reparar o mantener un bien a cambio de una remuneración económica (Equipo editorial Etecé, 2021). Se puede clasificar en dos tipos:

- Mano de obra directa: son todos aquellos trabajadores indispensables para la producción del bien o servicio requerido (Equipo editorial Etecé, 2021). En la industria de la construcción se tienen, por ejemplo, operarios y obreros.
- Mano de obra indirecta: se refiere a los trabajadores que no intervienen de forma

directa en labores productivas, pero acompañan, optimizan y controlan desde un punto de vista administrativo, por ejemplo, personal encargado de la gestión y control de costos (Equipo editorial Etecé, 2021).

Calcular el rendimiento de la mano de obra es de suma importancia en el proceso de control de costos de un proyecto. El rendimiento de mano de obra se define como la cantidad de trabajo realizado por una persona en un determinado tiempo. Es indispensable en el cálculo del tiempo necesario para llevar a cabo una determinada labor (Álvarez, 2011).

Materiales

El cálculo de los materiales forma parte primordial del cálculo de los costos totales de un proyecto. Su cálculo se realiza mediante cómputos matemáticos tendientes a determinar cuantitativa y cualitativamente cada uno de los elementos necesarios para culminar de forma correcta un proyecto (Marante, 2020).

Los principales objetivos del cálculo de materiales son (Marante, 2020):

- Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutar la obra.
- Establecer el costo total de la hora y sus actividades.
- Establecer los volúmenes de obra y costos parciales.
- Establecer la base para la planificación en tiempo y forma de las actividades de la obra.
- Mostrar la importancia del cálculo del presupuesto y control de avance de la obra.
- Organizar la cuantificación y cualificación de los trabajos.

Maquinaria y equipo

Esta maquinaria y equipos se utilizan con diversos fines en proyectos de construcción. La selección de estos depende de la magnitud de trabajo, el tipo de trabajo por realizar y el presupuesto disponible. La maquinaria y equipos seleccionados harán de

los proyectos un proceso más rápido y fácil de completar (Arkiplus, 2020).

Existe una gran cantidad de maquinaria y equipos especializados en la industria de la construcción, estas se pueden agrupar en los siguientes tipos (Arkiplus, 2020):

- Equipo para movimiento de tierra.
- Vehículos de construcción.
- Manejo de materiales.
- Equipos de construcción.

Este concepto se relaciona con el control de costos, representa un porcentaje del costo total del proyecto por considerar en la gestión de los mismos.

Presupuesto base

Este depende de la calidad y cantidad de información disponible. Por esto, las etapas iniciales de un proyecto son de suma importancia en la generación de un presupuesto de calidad (Torrealba, 2020).

El presupuesto de un proyecto de construcción tiene como objetivo establecer un costo final de la obra. Por lo general este presupuesto se divide según las actividades requeridas por la programación de este para su debida culminación.

Un presupuesto completo debe contemplar lo siguiente (Molist, 2021):

- Mediciones: se establecen unidades y se calculan las medidas y cantidades de los elementos que compondrán la obra. En el caso de proyectos presupuestados por costos unitarios, se establecen las horas de trabajo y cantidades.
- Cuadro de descompuestos: en este cuadro se desglosan las mediciones realizadas, pero con más detalle y se descomponen en costos unitarios. Por lo general, este cuadro se realiza en obras de índole público.
- Resumen del presupuesto: muestra el total presupuestado de todo el proyecto y las distintas tareas.

Programación de un proyecto

Este concepto es de suma importancia debido a que determina la secuencia y duración de cada una de las actividades del proyecto, estableciendo así una ruta crítica (Jallar, 2016).

La programación del proyecto y el presupuesto base se encuentran estrechamente relacionados. Es necesario programar los flujos de recursos y establecer el tiempo en los cuales se deben realizar.

Gracias a la programación del proyecto es posible obtener una duración estimada de la obra. También es posible optimizarla debido a que se determinan actividades laborables de forma paralela y eliminar tiempos muertos durante la ejecución.

Existen diversas metodologías para realizar este proceso, no obstante, el más utilizado es el diagrama de Gantt, esto muestra de forma gráfica el tiempo previsto para cada actividad, hitos, recursos, entre otros.

Estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS)

Consiste en un gráfico en el cual los elementos de trabajo críticos, actividades y tareas de un proyecto se representan para mostrar sus relaciones entre sí. Ayuda a predecir los resultados basándose en distintos escenarios y contribuye con la optimización de la toma de decisiones.

El objetivo de una EDT en un proyecto es la reducción de errores, obtener eficiencia y mejorar el control de los proyectos. A continuación, se muestran las principales razones por las cuales se debe incluir una EDT en un proyecto:

- Genera precisión en la definición y organización del alcance del proyecto.
- Simplifica la asignación de responsabilidades y recursos, además de su seguimiento y control.
- Contribuye en la estimación de costos, riesgos y plazos de un proyecto.

Avance real vs avance proyectado

Consiste en realizar una comparación entre el avance del proyecto respecto al establecido inicialmente en la programación para una fecha en específico. Es una forma muy eficaz de medir el desarrollo y rendimiento de un proyecto y permite el monitoreo constante de actividades, esto puede determinar posibles imprevistos o afectaciones a tiempo y poder implementar medidas correctivas de forma eficiente (Valverde, 2017).

Costo real vs costo proyectado

Compara la inversión realizada a una fecha en específico respecto a lo presupuestado inicialmente para esa misma fecha. Como se mencionó anteriormente, el control de costos es el proceso clave para lograr este objetivo. En algunos casos, el control de costos no es lo suficientemente detallado como debería, esto interfiere haciendo que lo proyectado difiera respecto al total invertido.

El control de costos permite conocer recursos gastados y disponibles, tal control sirve como indicativo de rentabilidad para el proyecto o si es el caso, para determinar si algún costo se calculó de forma errónea.

Es recomendable que este análisis sea realizado de forma periódica para proporcionar tiempo para una acción correctiva en caso de haberse incurrido en algún error.

Sistema de control de costos de proyectos de construcción

El control de un proceso se define como la capacidad de predecir el comportamiento futuro de un proceso dentro de ciertos análisis. Estos límites se calculan con métodos estadísticos y estableciendo dos posibles condiciones (Caballero, 2016):

- Cuando el proceso actúa dentro de los límites establecidos: Comportamiento variable (aleatoriedad) pero predecible, también llamado estado de control del proceso.
- Cuando el proceso actúa fuera de los límites establecidos: Condición

indeseable por ello, se debe corregir inmediatamente y volver al estado anterior. También conocido como estado fuera de control del proceso. Para que esta corrección se dé lo más pronto posible, el autor propone el uso de gráficos de comportamiento de procesos. Estos gráficos se conocen como gráficos de control.

El problema de este tipo de sistemas es que necesitan de un fallo para poder identificarlo y proponer correcciones. En la actualidad existen otros modelos capaces de anticiparse a los errores, como la utilización de planes de contingencia cuando hay indicios de que algo en el proyecto está fuera de control (Caballero, 2016).

De acuerdo con estas sugerencias, un sistema para el control de costos de proyectos deberá contar con (Caballero, 2016):

- Estar integrado dentro de la estructura funcional del proyecto.
- Definir claramente los responsables y las interacciones entre todos los demás elementos del proyecto.
- Identificar los elementos de control y su forma de actuar en caso de perturbaciones.
- El estado deseable o condiciones por lograr en el proyecto.

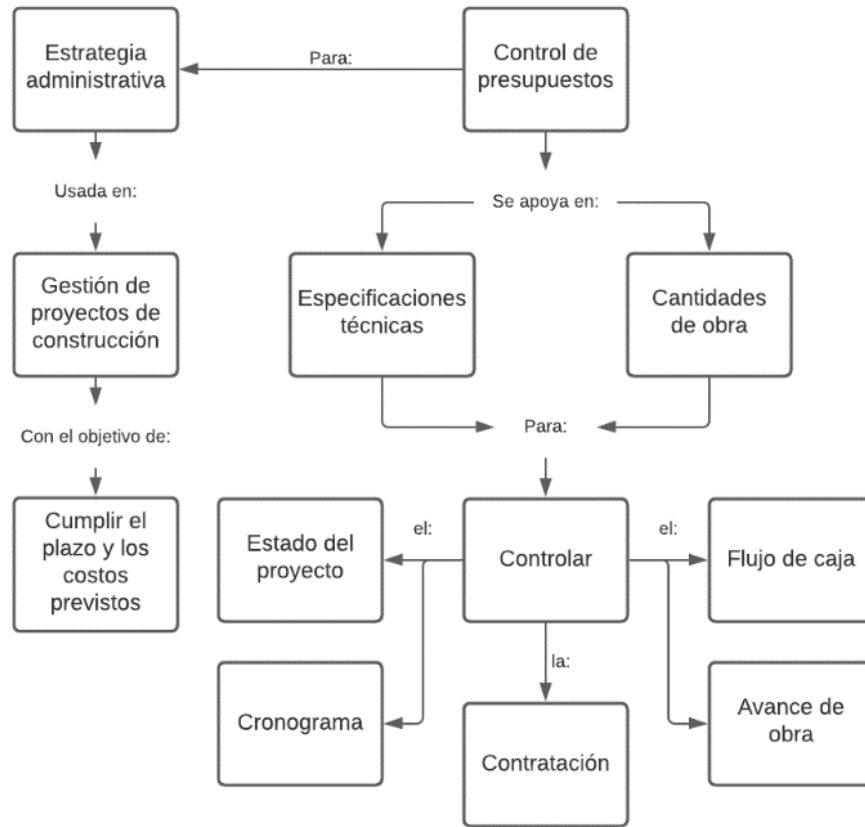
Elementos de un sistema de control de costos

Cortés (s.f.) hace referencia a los autores Koontz y O'Donnel, los cuales puntualizan los conceptos básicos por cumplir en un sistema de control:

- 1- Los sistemas de control deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad.
- 2- Deben indicar oportunamente las desviaciones.
- 3- Deben mirar hacia adelante.
- 4- Deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos.
- 5- Deben ser objetivos.
- 6- Deben ser flexibles.
- 7- Deben reflejar el modelo de organización.
- 8- Deben ser económicos.
- 9- Deben ser comprensibles
- 10- Deben indicar una acción correctiva.

En la figura 6 se muestra un mapa conceptual con las consideraciones importantes por contemplar en un sistema de control de costos.

Figura 6.
Mapa conceptual del control de presupuestos.



Nota. (SENA, s.f.)

Dentro de este control de costos y una vez generado el presupuesto, se debe respaldar con los siguientes documentos (SENA, s.f.):

- 1- **Cantidades de obra:** se respalda en forma de memorias de cálculo, con gráficos en los cuales se demuestren las cantidades calculadas para cada actividad como resultado de un proceso de revisión y análisis del proyecto.
- 2- **Especificaciones técnicas:** demuestran la calidad y cantidad de materiales utilizados en la obra, relacionado estrechamente con el costo total de la obra.
- 3- **Análisis de precios unitarios (APU):** forman parte fundamental para la revisión, control y modificación del presupuesto en caso de requerir cambios en las especificaciones de alguna actividad.

Permiten establecer duraciones de las actividades a partir de los rendimientos.

Metodología

En esta sección se detallan las técnicas de investigación utilizadas a lo largo de esta pesquisa, además de las distintas fuentes y los sujetos de información consultados. Por último, se detallan las herramientas y técnicas para la recopilación y análisis de información, con el fin de mostrar cómo se desarrollaron los objetivos.

Técnicas de investigación

Una investigación consiste en un proceso complejo que utiliza el método científico y varias técnicas de recolección de información, intentando en la medida de lo posible ser fidedignas y aporten al conocimiento para poder proponer o modificar teorías (Sanca, 2011).

A modo general, una investigación se define como la actividad con el fin de obtener conocimientos científicos, los cuales se procuran sean objetivos, sistemáticos, claros, organizados y verificables (Sabino, 2014).

Una investigación debe guardar la autonomía tal que los resultados lleven a la obtención del conocimiento verdadero sin deformar la realidad y que ofrezcan bases para transformarla (Behar, 2008). Las investigaciones orientan al investigador en su razonamiento y aproximación a la realidad, ordena sus acciones y aporta criterios de rigor científico de supervisión de todo el proceso (Behar, 2008).

Según la investigación (ya sea investigación como tal o investigación científica), así serán las técnicas por requerir. Las distintas clasificaciones propuestas para organizar estas técnicas se enlistan a continuación (Sanca, 2011):

- Según el objeto de estudio:
 - Investigación básica.
 - Investigación aplicada.
- Según el tiempo en que se efectúan:
 - Investigación sincrónica.

- Investigación diacrónica.
- Investigación seccional o transversal.
- Investigación longitudinal.
- Según la naturaleza de la información que se recolecta para responder al problema de la investigación:
 - Investigación cuantitativa.
 - Investigación cualitativa.
 - Investigación exploratoria.
 - Investigación correlacional.
 - Investigación explicativa o casual.
 - Investigación experimental.
 - Investigación documental.
 - Investigación exponencial.
- Según la extensión del estudio:
 - Investigación de campo.
 - Investigación estudio de casos.
- Según las técnicas de obtención de datos:
 - Investigación participativa.
- Según su ubicación temporal:
 - Investigación histórica.
- Según su objetivo general:
 - Investigación descriptiva.
 - Investigación predictiva.
 - Investigación evaluativa.
 - Investigación proyectiva.
 - Investigación interactiva.

A continuación, se detallan las técnicas de investigación utilizadas para el desarrollo de los objetivos planteados en el presente proyecto, según las clasificaciones mostradas anteriormente.

Investigación aplicada

Esta técnica de investigación se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos (Behar, 2008). Este tipo de investigación se utilizó para realizar el diagnóstico de la situación actual de la unidad técnica y comparar la teoría con esa realidad.

Este tipo de investigación fue de mucha utilidad para el desarrollo del primer objetivo específico del proyecto debido a que es muy funcional en el diagnóstico de problemas concretos en circunstancias y características concretas (Sanca, 2011).

La forma en que este tipo de investigación se fundamenta para ser especial en el diagnóstico es utilizando encuestas, entrevistas o cuestionarios para establecer las necesidades o problemas que afectan un sector y son motivo de estudio o investigación (Vargas, 2009).

Investigación cualitativa

La investigación cualitativa, por su parte, es la encargada de la recolección y análisis de información por medios numéricos y mediciones. Su principal objetivo es recolectar y analizar información en todas las formas posibles a excepción del análisis numérico para lograr así profundizar en el tema de estudio (Niño, 2011).

Para el caso de este trabajo, este tipo de investigación fue de utilidad para realizar el diagnóstico inicial de la unidad técnica en cuanto a errores incurridos durante la fase de planificación y control de costos de los proyectos adjudicados. Con este diagnóstico, se procedió a la elaboración de un procedimiento la cual contribuya a mejorar en este aspecto.

Investigación descriptiva

El propósito de este tipo de investigación es describir la realidad del objeto en estudio, sus partes, categorías, clases o relaciones por establecer entre varios objetos. Su principal fin es el de esclarecer la verdad, corroborar un enunciado o comprobar la hipótesis en un proyecto (Niño, 2011).

Este tipo de investigación es, en sí, un instrumento utilizado por los otros tipos de investigación, lo cual la convierte en un complemento perfecto para la investigación cualitativa.

En este proyecto, la investigación descriptiva se observa en la manera de presentar la información, como lo son gráficos y figuras, ya que agrupan información para facilitar su posterior análisis.

Fuentes de información

A continuación, se detallan las fuentes de información, tanto primarias como secundarias de utilidad para el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos.

Fuentes primarias

Las fuentes primarias de información son todas aquellas derivadas del contacto directo con los protagonistas. No es tarea fácil y se encuentran compuestas por el estudio de autobiografías, biografías, piezas epistolares, entrevistas, entre otros (Niño, 2011). En el cuadro 1 se muestran ejemplos de las posibles fuentes de información primarias a ser consultadas.

Para el desarrollo del presente documento se consultaron las siguientes fuentes primarias:

- Libros:
 - La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) elaborado por el Project Management Institute.
 - Administración de proyectos de los autores Zacarías Torres y Helí Torres.
 - Administración profesional de proyectos, la guía del autor Yamal Chamoun.
- Tesis académicas:
 - Guía para la gestión de proyectos de la empresa Oscar Araya Construcciones de la autora Dania Araya Alpizar.
 - Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto del autor Jorge Ayllón Temprado.
 - Propuesta para el control de costos en la empresa constructora KVA Ingeniería de Centroamérica S.A del autor Oscar Núñez Guerrero.
 - Implementación del software O4B en la gestión de control de proyectos en la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Osa del autor Randall Valverde Molina.
 - Mejora del control de costos de una empresa dedicada a

movimientos de tierra y obras de infraestructura del autor Alberto Blanco Córdoba.

- Sitios varios de internet con fuentes de información de confianza, artículos científicos, entre otros.

Cuadro 1.
Ejemplos de distintos tipos de fuentes de información.

CUADRO 1. EJEMPLOS DE TIPOS DE FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA	
Fuentes de información primaria	Fuentes de información secundaria
Consulta a un experto en el tema	Comentarios de libros, tesis, disertaciones y otros documentos especializados.
La persona que observa un evento	Índices que incluyen los datos de las referencias y un breve resumen de cada una.
Los escritos de la persona cuya biografía se está construyendo	
Libros	
Artículos de publicaciones periódicas	
Artículos de revistas científicas y ponencias	
Trabajos presentados en congresos o simposios	
Monografías	
Tesis académicas	
Disertaciones	
Documentos oficiales	
Reportes de asociaciones	
Testimonios de expertos	
Documentales	

Nota. (Ulate et al., 2018).

Fuentes secundarias

Por su parte, las fuentes secundarias de información se refieren a testimonios de terceros expresados en piezas documentales (Niño, 2011).

Entre las principales fuentes secundarias consultadas para el desarrollo de este documento se encuentran:

- Guías para el desarrollo de procedimientos para la planificación y el control de costos en empresas constructoras o en esa índole.
- Materiales de cursos de las carreras de ingeniería en construcción o ingeniería civil.
- Publicaciones académicas relacionadas al tema de estudio realizadas en universidades, tanto nacionales como internacionales y de años recientes. En este punto se toman en cuenta trabajos finales de graduación.

- Información brindada por la Unidad Técnica como parte de los activos utilizados para la planificación y control de costos de sus proyectos adjudicados.

Sujetos de información

Los sujetos de información son todas aquellas personas físicas o corporativas que aportan información útil a una investigación (Barrantes, 2016). Son profesionales o personas de conocimiento en el área de estudio con la disposición de transmitir ese conocimiento para desarrollar de forma exitosa de una investigación.

Para el presente documento se consultó con los sujetos de información expuestos en el cuadro 2. En dicho cuadro se muestra el rol desempeñado en la unidad técnica y la información brindada.

Cuadro 2.

Sujetos de información consultados.

CUADRO 2. SUJETOS DE INFORMACIÓN CONSULTADOS.		
Nombre	Rol desempeñado	Información brindada
Ing. Guiselle Aguilar Barquero	Asistente administrativa de la UTGVM	Memorias de cálculo utilizadas, órdenes de compras realizadas, renglones de pago más utilizados por la unidad técnica, entre otra información generada y utilizada a nivel administrativo.
Geiner Chanto Chávez	Inspector de obra vial y asistente de ingeniería en la UTGVM	Información referente al plan quinquenal utilizado y documentos de Excel enfocados a este tema como la jerarquización y tablas de cantidades para cada proyecto.
Ing. Olger Gutiérrez Mendoza	Asistente técnico de la UTGVM.	Información de proyectos reales adjudicados a la unidad técnica y toda la información referente a su planificación y control de costos de cada uno.
Ing. Miguel Artavia Alvarado	Profesor de la Escuela de Ingeniería en Construcción del Tecnológico de Costa Rica	Referencias bibliográficas y consejos sobre el desarrollo del tema de planificación y control de costos.

Nota. Autoría propia.

Herramientas y técnicas para la recopilación y análisis de información

Considerando los distintos tipos de investigación, fuentes y sujetos de información, se procede a realizar la selección de las técnicas más eficaces para el desarrollo del presente proyecto. A continuación, se muestra a detalle cada una de ellas y cómo se utilizaron:

Herramientas y técnicas para la recopilación de información

Revisión documental

La revisión documental permite identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones, delinear el objeto de estudio, construir premisas de partida, consolidar

autores para elaborar una base teórica, hacer relaciones entre trabajos, rastrear preguntas y objetivos de investigación, observar las estéticas de los procedimientos, establecer semejanzas y diferencias entre los trabajos y las ideas del investigador, categorizar experiencias, entre muchas otras opciones (Valencia, s.f.).

Para el caso en estudio, esta técnica se utilizó en conjunto con las fuentes de información primarias y secundarias mostradas anteriormente. Todas esas fuentes proporcionaron información importante la cual sirvió en el desarrollo de cada uno de los objetivos del proyecto.

La observación

Se trata de un procedimiento utilizado para obtener información mediante la percepción intencionada y selectiva de un objeto o fenómeno determinado. El objeto de estudio son las conductas de uno o varios individuos dentro de cierto contexto (Ulate et al., 2018).

Como parte de este proyecto, la observación se llevó a cabo durante las visitas a la unidad técnica para diagnosticar su situación en materia de planificación y control de costos.

Entrevista

Es utilizada de forma frecuente, ya que permite investigar y obtener información de primera mano. Analizando los objetivos específicos de un proyecto y utilizando a los sujetos de información, es posible obtener información valiosa la cual permita el desarrollo de cada uno de estos objetivos, con información que solo los sujetos manejan según el área en la que se desempeñan (Ulate et al., 2018).

Se realizó una entrevista a cada miembro de la unidad técnica con el fin de poder evaluar su situación actual y ofrecer soluciones a sus problemáticas respecto a la planificación y control de costos de los proyectos que adjudican.

Herramientas y técnicas para el análisis de información

Una vez recolectada toda la información siguiendo las técnicas mostradas anteriormente, se procedió a su análisis. Dependiendo la técnica de recopilación utilizada, la información se tabuló y mostró en forma de cuadros, y con la ayuda de Microsoft Office Excel se generaron distintos gráficos para mostrar de forma visual estos datos recolectados.

Los gráficos son herramientas para representar tendencias y comportamientos de los datos mediante barras, líneas, áreas o puntos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2017).

Resultados

Análisis de la situación actual

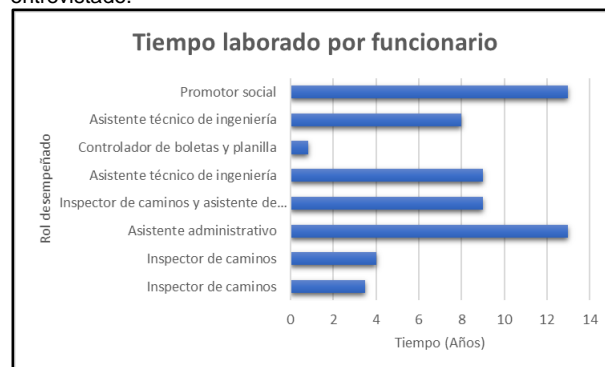
En esta sección se muestran los resultados obtenidos al realizar una exhaustiva recopilación de información y el procesamiento de esta, enfocados a la planificación y control de costos y siguiendo el primer objetivo específico del proyecto de investigación.

Para esto, se le realizó una entrevista a cada uno de los ocho funcionarios de la Unidad Técnica de modo que se evaluara su conocimiento en la materia. Dicha entrevista se encuentra en la sección de apéndices del presente documento. A continuación, se enlistan las funciones desempeñadas por cada uno de estos entrevistados:

- Dos inspectores de caminos.
- Un asistente administrativo.
- Un inspector de obra vial y asistente técnico de ingeniería.
- Dos asistentes técnicos de ingeniería.
- Un controlador de boletas y planilla.
- Un promotor social.

En la figura 7 se puede observar la cantidad de años laborados por cada uno de los puestos de trabajo en la unidad técnica, siendo el asistente administrativo y el promotor social quienes más tiempo tienen laborando en este sitio. Estos son los puestos con mayor experiencia en la unidad técnica.

Figura 7.
Tiempo laborado en la Unidad Técnica por funcionario entrevistado.



Nota. Autoría propia por medio de una entrevista.

Conocimiento actual sobre planificación y control de costos

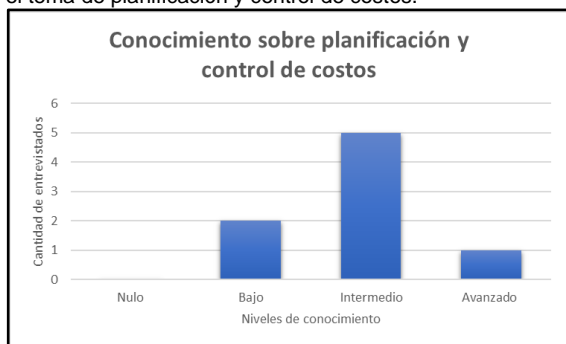
La entrevista a los funcionarios de la unidad técnica arrojó datos interesantes; esta contenía preguntas directas sobre el conocimiento en la materia que poseían cada uno de ellos. Tal conocimiento se clasifica en los siguientes niveles:

- Nulo: la persona entrevistada no posee ningún conocimiento sobre el tema en cuestión.
- Bajo: la persona entrevistada posee conocimiento o ha escuchado un poco del tema.
- Intermedio: la persona entrevistada conoce conceptos técnicos del tema, pero no tiene la suficiente experiencia laborando en esta área.
- Avanzado: el entrevistado se ha desempeñado a lo largo de su vida profesional en esta área y, por ende, posee mucha experiencia.

En primera instancia se consultó sobre el conocimiento en planificación y control de costos, esto como resultados los mostrados en la figura 8. De los ocho entrevistados, solo uno posee conocimiento avanzado en esta área y la gran mayoría posee conocimiento intermedio. Además, todos poseen al menos un cierto grado de conocimiento en esta área y ninguno se encuentra dentro de la clasificación nula.

Por otro lado, se consultó a los entrevistados sobre su conocimiento del ciclo de vida de los proyectos y las etapas que lo componen. Los resultados a esta pregunta se muestran en la figura 9. En este caso, dos de los ocho entrevistados no poseen ningún conocimiento en esta área, algo preocupante debido a que se pueden estar omitiendo etapas importantes en este proceso.

Figura 8.
Conocimiento de los funcionarios de la Unidad Técnica sobre el tema de planificación y control de costos.



Nota. Autoría propia por medio de una entrevista.

Figura 9.
Conocimiento de los funcionarios de la Unidad Técnica sobre el tema de ciclo de vida de un proyecto.



Nota. Autoría propia por medio de una entrevista.

Procesos utilizados en la actualidad para la planificación y control de costos

Para determinar si en la unidad técnica se sigue algún proceso para la planificación y el control de costos de sus proyectos se le consultó directamente a cada uno de los funcionarios. Tres de los ocho miembros no manejan esta información debido a que no es el área donde ellos

se desempeñan y los demás coincidieron en la información brindada.

Para la planificación de sus proyectos se basan en el plan quinquenal, elaborado de acuerdo con las necesidades existentes en el cantón proyectadas por un periodo de cinco años por el mismo departamento de unidad técnica. Plantean los proyectos en un orden jerárquico, el cual depende de criterios de evaluación.

En el cuadro 3 se muestran los criterios de evaluación del plan quinquenal, los cuales se basan en criterio ingenieril de los inspectores. A continuación, se detallan cada uno de estos criterios y cómo influyen en la jerarquización:

- **Tipo de superficie de ruedo:** este criterio evalúa el tipo de superficie presente en el sitio donde se ubica el camino valorado. Posee cinco posibles opciones y se clasifican en orden de bueno a malo como asfalto, concreto, TSB (Tratamiento superficial bituminoso), granular y tierra. Este criterio tiene un peso de 5% del total de la jerarquización.
- **Estado de superficie de ruedo:** se basa en el criterio anterior y clasifica en bueno, regular o malo el estado de la superficie de ruedo. Este criterio influye en un 5% del total de la jerarquización.
- **Estado del sistema de drenajes:** la diferencia entre este criterio y el anterior es la ponderación; esta representa un 10% del total de la jerarquización dependiendo si el estado es bueno, regular o malo.
- **Estado del camino:** evalúa si el camino en general se encuentra condición buena, regular o mala, ponderando en un 5% del total.
- **Tránsito promedio vehicular (TPD):** considera la cantidad de vehículos los cuales transitan por el sitio de estudio en un periodo de tiempo dado. El peso de este criterio en la jerarquización es de un 5% del total.
- **IVTS:** se refiere al Índice de Viabilidad Técnico-Social y sirve para determinar la importancia relativa de una calle o camino dentro de un cantón, distrito o región, de condiciones similares (MOPT, 2014). Se calcula según la información que se

recopila del inventario de caminos. Entre mayor es este índice, más importante es la vía. Posee una ponderación de un 5% en la jerarquización de caminos.

- **Jerarquía (conectividad):** Clasifica los caminos dentro de la red vial cantonal según importancia como tipo A, B o C. Este criterio equivale a un 5% del total de la jerarquización.
- **Accesibilidad a servicios básicos:** Determina si el camino en estudio brinda acceso a centros de salud, centros educativos, transporte público y otros sitios de interés, ponderando en un 10% del total de la jerarquización de caminos.
- **Población beneficiada:** contabiliza la cantidad de viviendas encontradas por kilómetro cuadrado en el sitio donde se ubica el camino en estudio. Este criterio si clasifica en “muy alta” población cuando la cantidad de viviendas sobrepasa las 100, “Alta” cuando se encuentran entre 50 y 100 viviendas, “Media” cuando hay entre 25 y 50 viviendas, “Baja” cuando se encuentran entre 10 y 24 viviendas y “Muy Baja” cuando hay menos de 10 viviendas. Este criterio posee el mayor peso de toda la jerarquización, siendo de un 20% del total.
- **Turismo:** Este criterio considera los terrenos aledaños al camino de estudio y los clasifica según su uso para el turismo. Si más de un 70% de estos terrenos se

utilizan para esta actividad, se clasifica como “Alto”, si aproximadamente el 50% de estos terrenos se dedican para el turismo se clasifica como “Media” y si es menos este porcentaje se clasifica como “Bajo / Nulo”. Posee una ponderación del 10% del total de la jerarquización.

- **Nivel de producción:** Similar al criterio anterior, clasifica los terrenos siguiendo los mismos porcentajes según su utilización para la producción ganadera o agrícola. Este criterio también tiene un peso del 10% del total de la jerarquización.
- **Comercio:** Por último, se contemplan la cantidad de locales comerciales encontrados a lo largo del camino de estudio. Si sobrepasan el 50% de los terrenos aledaños, se clasifica como “Alto”, entre un 30 y 50%, se clasifican como “Medio” y menos de un 30% se considera como “Bajo / Nulo”. Al igual de los dos criterios anteriores, este tiene un peso de 10% del total de la jerarquización de caminos.

Basándose en el criterio ingenieril, los inspectores recolectan información de todos los caminos de la red vial cantonal de Pococí y así da origen el plan quinquenal a la jerarquización mostrada en las figuras 10 y 11. Con la información recolectada se procede a realizar el cálculo de cantidades y presupuesto del proyecto seleccionado del plan quinquenal.

Cuadro 3.
Criterios de jerarquización del Plan Quinquenal de la UTGVM de Pococí.

CUADRO 3. CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN DEL PLAN QUINQUENAL.			
CRITERIO	CLASIFICACIÓN	PUNTAJE ASIGNADO	PONDERACIÓN
Tipo de superficie de ruedo	Asfalto	1	5%
	Concreto	0.5	
	TSB	0.9	
	Granular	0.8	
	Tierra	0.2	
Estado de superficie de ruedo	Bueno	1	5%
	Regular	0.6	
	Malo	0.3	
	Bueno	1	
	Regular	0.7	

Estado del sistema de drenajes	Malo	0.4	10%
Estado de camino	Bueno	1	5%
	Regular	0.6	
	Malo	0.3	
Tránsito Promedio Vehicular (TPD)	Alto	1	5%
	Medio	0.7	
	Bajo	0.4	
IVTS		1	5%
Jerarquía (conectividad)	Tipo A	1	5%
	Tipo B	0.6	
	Tipo C	0.3	
Accesibilidad a servicios básicos	Todos los anteriores	1	10%
	Centro de salud y educativo	0.8	
	Centros educativos o de salud	0.75	
	Ruta de transporte público	0.5	
	Otros sitios de interés	0.25	
	NA	0	
Población beneficiada (viviendas por kilómetro)	Muy alta (Más de 100 viviendas)	1	20%
	Alta (De 50 a 100 viviendas)	0.8	
	Media (De 24 a 50 viviendas)	0.6	
	Baja (De 10 a 24 viviendas)	0.4	
	Muy baja (Menos de 10 viviendas)	0.2	
Turismo	Alto (más del 70% de los terrenos aledaños destinados a esta actividad)	1	10%
	Medio (cerca de la mitad de los terrenos aledaños destinados a esta actividad)	0.6	
	Bajo / Nulo	0.3	
Nivel de producción	Alto (más del 70% de los terrenos aledaños destinados a esta actividad)	1	10%
	Medio (cerca de la mitad de los terrenos aledaños destinados a esta actividad)	0.6	
	Bajo / nulo	0.3	
Comercio	Alto (terrenos aledaños al camino son en su mayoría locales comerciales, más del 50%)	1	10%
	Medio (gran cantidad de locales comerciales en terrenos aledaños, entre 30 y 50%)	0.6	
	Bajo / nulo (Menor al 30%)	0.3	

Nota. Información brindada por la UTGVM.

Figura 10.

Jerarquización de caminos del plan quinquenal de la UTGVM de Pococí.

CAMINOS PRIORIZADOS SEGÚN CRITERIO Y PONDERACIÓN													
Id	Código	De:	A:	Nombre	Distrito	Longitud (Km)	Superficie de Ruedo	Estado de superficie de rueda (base 3)	Estado de superficie de rueda (base 5)	Estado del sistema de drenajes (base 3)	Estado del sistema de drenajes (base 5)	Jerarquía	
258	7-02-480-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	CARIARI CENTRO	CARIARI CENTRO	Cariari	2,6	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	94%	
3	7-02-007-00	(ENT.N. 249) LA TERESA	(ENT.C.2) TORO AMARILLO	LA TERESA	Guapiles	8	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	78%	
336	7-02-040-00	(ENT.C.11) CALLE CABUYA	FIN DE CAMINO	CALLE COLEGIO	Rita	1,7	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	77%	
630	7-02-080-00	(ENT.N.249) ENTRA.LOS CASCADAS	(ENT.N.247) TANQUES DE AYA	LAS CASCADAS	Colonia	0,7	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	77%	
548	7-02-098-00	(ENT.N.247) LA CRUZ	(ENT.N.810) ANITA GRANDE		Jimenez	2,7	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	74%	
28	7-02-106-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	LOS PINARES	LOS PINARES	Guapiles	2,671	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	73%	
556	7-02-103-00	(ENT.N.248) ROXANA SAN ANTONIO	SAN ANTONIO FIN DE CAMINO	SAN ANTONIO	Roxana	1,5	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	73%	
638	7-02-089-00	(ENT.N.249) FINCA SAN RAFAEL	RIO TORO AMARILLO	TAJO PLATANERA	Colonia	2	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	71%	
35	7-02-109-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	COOPEVIGUA # 2.	COOPEVIGUA # 2	Guapiles	1,311	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	71%	
314	7-02-534-00	(ENT.N.247) ASTUA PIRI	(ENT.C.147) SAN MIGUEL	CEMENTERIO ASTUA - SAN MIGUEL	Cariari	2	Asfáltico	Bueno	AB	AB	Mantenimiento	71%	

Nota. Información brindada por la UTGVM.

Figura 11.

Jerarquización de caminos del plan quinquenal de la UTGVM de Pococí.

Id	Código	De:	A:	Nombre	Longitud (Km)	Tipo de superficie de rueda	Estado de superficie de rueda (Base 5)	Estado del sistema de drenajes (Base 5)	Estado de camino	TPD	IVTS	Jerarquía	Accesibilidad a servicios básicos	Población beneficiada (Viviendas por kilómetro)	Turismo	Nivel de producción	Comercio	Jerarquía
293	7-02-468-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	LAS ORQUIDEAS	LAS ORQUIDEAS	1,8	3%	5%	5%	5%	6%	5%	2%	0%	6%	2%	3%	3%	49%
297	7-02-474-00	(ENT.C.464) CUATRO ESQUINAS - PALACIO	FIN CAMINO	PAVONA - TORTUGUERO	7,5	3%	5%	5%	5%	6%	4%	8%		8%		6%	3%	52%
298	7-02-476-00	(ENT.C.474) PAVONA TORTUGUERO	FIN CAMINO	RAMAL UNO - PAVONA	0,64	2%	2%	2%	2%	6%	1%	2%	0%	5%	2%	3%	3%	29%
299	7-02-478-00	(ENT.C.464) CUATRO ESQUINAS PALACIO	(ENT.C.31) CEIBO	RAMAL 2 CEIBO	2,2	3%	5%	5%	5%	6%	7%	2%		3%	2%		3%	41%
302	7-02-481-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	BARRIO ESPAÑA	BARRIO ESPAÑA	1,4	8%	6%	5%	5%	6%	4%	5%	0%	5%	2%	3%	3%	52%
303	7-02-481-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	BARRIO ESPAÑA	BARRIO ESPAÑA	0,4	3%	5%	5%	5%	6%	4%	5%	0%	6%	2%	3%	3%	47%
304	7-02-482-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	LA GUARIA	LA GUARIA	2	3%	5%	3%	2%	3%	3%	2%	0%	5%	2%	3%	3%	36%
306	7-02-484-00	(ENT.C.154) IPEC	(ENT.N.247) PALERMO	COLEGIO	0,552	3%	5%	5%	5%	6%	3%	2%		2%			3%	36%
307	7-02-485-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	BELLA VISTA - CARIARI	BELLA VISTA CARIARI	0,324	3%	5%	5%	5%	6%	3%	2%	0%	6%	2%	3%	3%	44%
309	7-02-487-00	(ENT.C.20) CAMPO 3 OESTE	FIN CAMINO	PLAZA CAMPO 3 OESTE	0,117	3%	5%	5%	5%	6%	2%	2%	0%	3%	2%	6%	3%	42%
310	7-02-488-00	(ENT.C.20) CAMPO ATERRIZAJE CAMPO 3 OESTE	FIN CAMINO	CAMPO 3 OESTE RAMAL 1	0,6	3%	5%	5%	5%	6%	1%	2%	0%	6%	2%	3%	3%	42%
311	7-02-489-00	CALLES URBANAS - CUADRANTES	BARRIO EL BOSQUE	BARRIO EL BOSQUE	0,232	3%	5%	5%	5%	6%	2%	2%	0%	3%	2%	3%	3%	39%
314	7-02-492-00	(ENT.N.247) PALMITAS	FIN CAMINO	SARCAWAY	1,2	3%	5%	5%	5%	6%	3%	2%	0%	6%	2%	3%	3%	43%

Nota. Información brindada por la UTGVM.

Para la formulación de cada uno de estos proyectos obtienen tablas de cantidades siguiendo únicamente los renglones de pago establecidos por el MOPT en el CR-2010 y sus actualizaciones recientes. Los presupuestos quedan muy generales, con grandes probabilidades de incurrir en errores.

Una vez obtenida esta tabla de cantidades, se determinan los costos unitarios propios de cada elemento, sumándolos y dando como resultado un costo inicial del proyecto, mas no un costo de proyecto apegado a la realidad, por lo cual esta

acción priva de conocer los costos reales finales de cada obra.

Lo anterior deriva como resultado en su mayoría por la falta de dedicación para armonizar con detalle el presupuesto dado a cada proyecto. Esto incide de forma relevante en el proceso de ejecución y trae como consecuencia algunas veces la existencia de un remanente de materiales, o bien la falta de alguno no contemplado en el renglón de pago; tal hecho influye como variable importante en el costo total de la obra.

Dicho resultado queda visible como lo afirma la asistente administrativa; de acuerdo con ella, más del 70% de los proyectos adjudicados a la Unidad Técnica terminan con costos los cuales difieren en más de un 15% del costo presupuestado inicialmente no a nivel de obra sino de presupuesto.

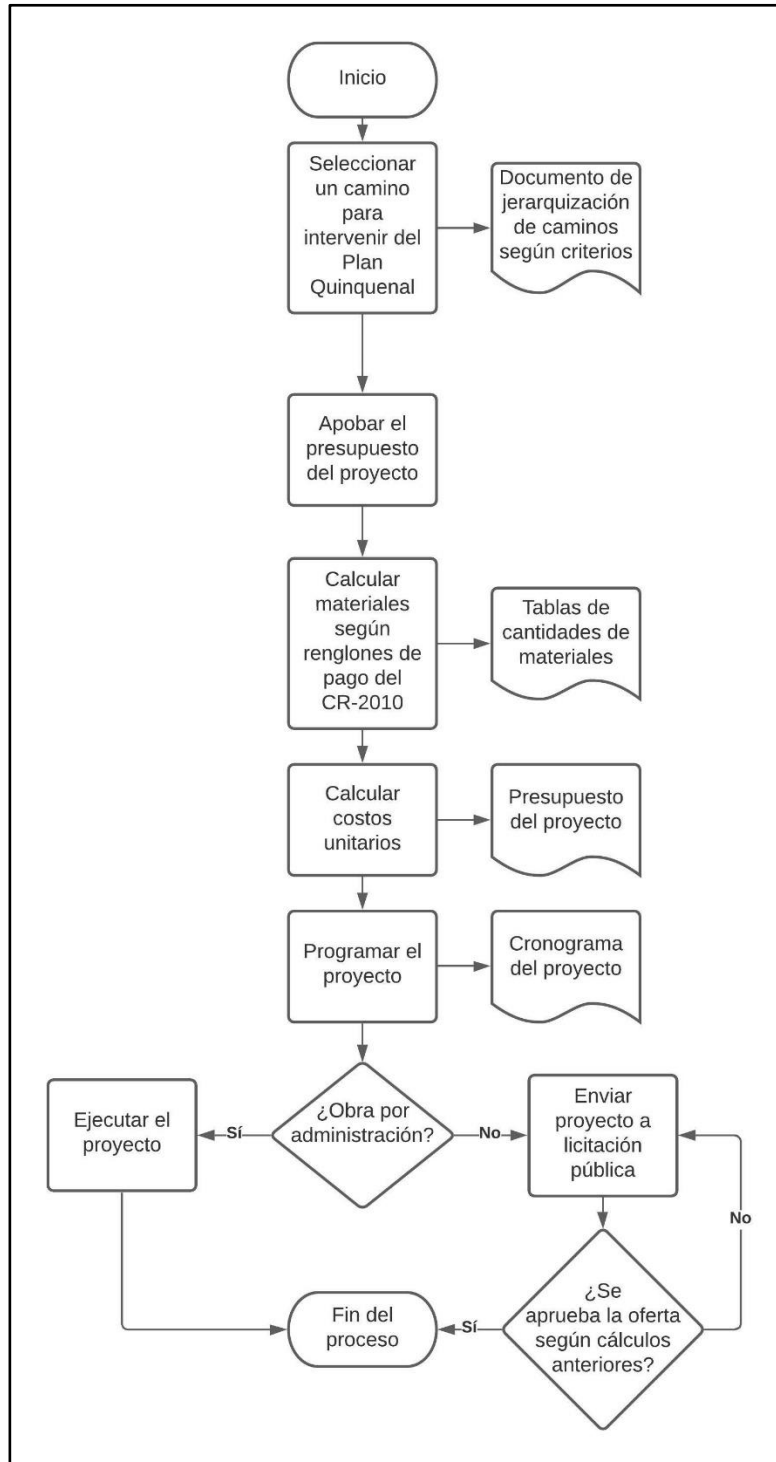
Como punto no menos importante y digno de considerar en el desarrollo de este tema una de las debilidades es la ampliación de la obra de manera improvisada. Esto hace que se ordenen actividades no contempladas lo que conlleva al cambio abrupto no solo de los materiales determinados, como también alterando tanto el presupuesto, la programación de ejecución, y el tiempo de entrega. Entre otras consecuencias, se da el retraso de dar inicio a otros proyectos pendientes de ejecución debido a la ampliación de la mayoría de los proyectos de forma no prevista.

Con las cantidades y los costos unitarios calculados, es posible programar el proyecto y generar un cronograma de actividades. A continuación, se procede con la definición del tipo de contratación para el proyecto.

La unidad técnica realiza dos tipos de obras, las cuales corresponden a la ejecutada por administración y la ejecutada por contratación. La primera se refiere a todas aquellas realizadas por equipos de trabajo de la misma Municipalidad de Pococí, mientras que los proyectos contratados brindan mediante licitación pública. Las empresas licitantes se deben apegar a lo calculado anteriormente y al presupuesto disponible para el proyecto. La unidad técnica selecciona la que más cumple con este requisito.

Establecido el tipo de obra, se concluye con el proceso de planificación del proyecto, tal como se aprecia en la figura 12 como un diagrama de procesos.

Figura 12.
Diagrama de proceso de la fase de planificación de proyectos de la UTGVM de Pococí.



Nota. Autoría propia.

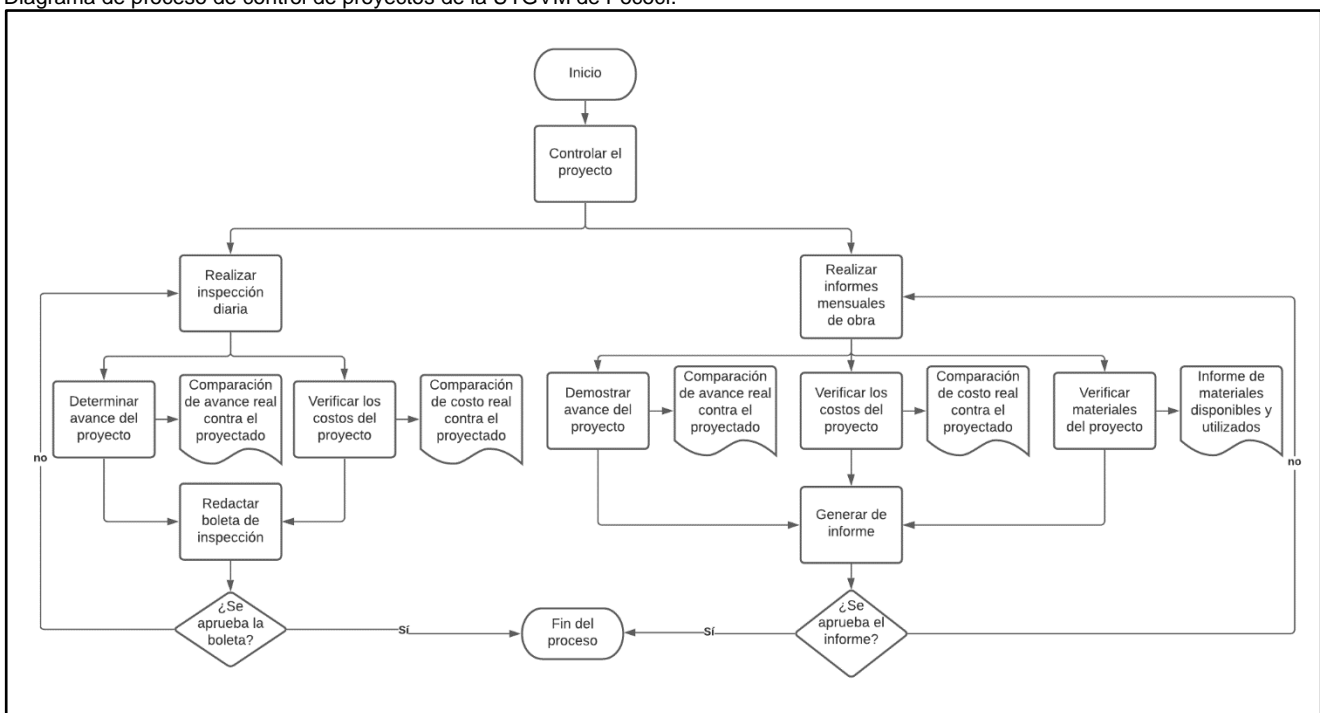
Durante la entrevista, todos los entrevistados coincidieron en que la mayor debilidad de la unidad técnica se encuentra en el proceso de planificación de sus proyectos y en el nivel de detalle, con sus presupuestos y tablas de cantidades. Por lo general se omiten etapas importantes, empezando sus proyectos directamente en la fase de ejecución.

Para el control de los proyectos en ejecución, la unidad técnica realiza dos funciones importantes, como lo son la inspección a diario y la generación de informes mensuales de avance de obra.

La inspección diaria verifica que el avance y el costo del proyecto se encuentre dentro de lo planeado inicialmente y generar boletas de inspección. Si el avance o costo real difiere del proyectado, entonces las boletas deben especificar el porqué de esa situación.

Por su parte, los informes mensuales presentados por la unidad técnica utilizan estas boletas generadas acumuladas para mostrar de forma pública cuánto avance lleva la obra, cuánto ha costado hasta la fecha y cuánto material queda disponible del presupuestado inicialmente. Este proceso de control se muestra de forma gráfica en la figura 13.

Figura 13. Diagrama de proceso de control de proyectos de la UTGVM de Pococí.



Nota. Autoría propia.

Activos actuales para la planificación y el control de costos

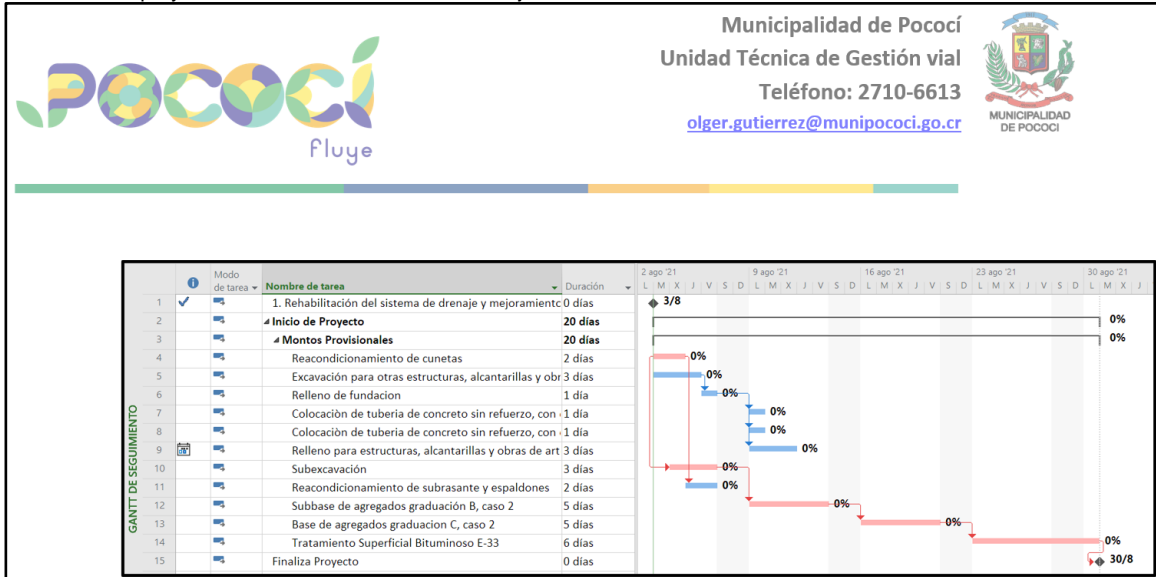
En la unidad técnica no cuentan con ningún software especializado en la planificación y control de costos. Utilizan memorias de cálculo programadas por ellos mismos en Microsoft Office

Excel®, no obstante, estas poseen muchos errores y en ocasiones su confiabilidad es cuestionable.

Para la realización de informes semanales y mensuales de inversión utilizan Microsoft Office Word® y para la programación de sus proyectos utilizan Microsoft Project®. Por ello, entre las necesidades presentadas por la unidad técnica se encuentra un software especializado, capaz de adaptarse a sus necesidades y ser de apoyo en la administración de los proyectos adjudicados.

En la figura 14 se aprecia un ejemplo de la programación realizada para un proyecto real en la unidad técnica.

Figura 14.
Programación de un proyecto de la UTGVM en Microsoft Project®.



Nota. Información brindada por la UTGVM.

En la figura 15 se muestra un ejemplo de los informes mensuales de inversión que realizan en la unidad técnica utilizando Microsoft Office Word®.

Figura 15.
Informe mensual de inversiones realizadas por la Unidad Técnica

Total de inversión en el Distrito de Guápiles por mes

Enero						
Comunidad	Tipo intervención	Tipo Material	Volumen material (m³)	Longitud intervención (km)	Alcantarillas (Unit)	Costo en colones (€)
Barrio Zurquí	Acarreo de alcantarillas	Alcantarilla	N/A	N/A	3	€ 41.250,00
La Leona Bella Vista	Relastreo de camino	Base	1.000,00	2,60	N/A	€ 12.225.600,00
Totales			1.000,00	2,60	3	€ 12.266.850,00
Febrero						
Comunidad	Tipo intervención	Tipo Material	Volumen material (m³)	Longitud intervención (km)	Alcantarillas (Unit)	Costo en colones (€)
Gallo Pinto	Acarreo de alcantarillas	Alcantarillas	N/A	N/A	14	€ 617.400,00
Totales			0,00	0,00	14	€ 617.400,00
Marzo						
Comunidad	Tipo intervención	Tipo Material	Volumen material (m³)	Longitud intervención (km)	Alcantarillas (Unit)	Costo en colones (€)
Los Bovinos	Relastreo de camino y acarreo de alcantarillas	Base	800,00	2,50	8	€ 9.079.000,00
Calle Vargas	Acarreo de base y alcantarillas para sustitución de paso	Base, alcantarilla	14,00	N/A	7	€ 211.470,00
Bella Vista	Acarreo de base y alcantarillas para sustitución de paso	Base, alcantarilla	13,00	N/A	18	€ 296.415,00
La Unión	Acarreo de alcantarillas	Alcantarilla	N/A	N/A	6	€ 45.480,00
La Marina	Acarreo de alcantarillas	Alcantarilla	N/A	N/A	3	€ 48.000,00
La Ardillita	Acarreo de alcantarillas	Alcantarilla	N/A	N/A	30	€ 242.540,00
Caribbean	Relastreo de camino	Base	572,00	1,60	N/A	€ 7.035.408,00
Barrio Zurquí	Acarreo de base y alcantarillas	Base, alcantarilla	52,00	N/A	3	€ 478.780,00
Barrio Cacique	Relastreo de camino	Base	122,00	0,40	N/A	€ 1.291.937,00
Totales			1.573,00	4,50	75	€ 18.729.030,00

Nota. Información brindada por la UTGVM.

Requisitos para la creación de la herramienta para la planificación y control de costos

La entrevista realizada consulta a los miembros de la unidad técnica sobre qué requisitos consideran importantes a la hora de la creación de una herramienta que les colabore en la gestión y control de costos. Las respuestas fueron muy variables y se enlistan a continuación:

- La gran mayoría coincidía en que se debe prestar especial cuidado y contemplar los inventarios de necesidades o tablas de cantidades.
- Otra sugerencia importante fue la de utilizar colores y alertas para resaltar situaciones críticas. Por ejemplo, cuando el presupuesto destinado para una tarea se supera antes del tiempo establecido inicialmente.
- El software debe contemplar materiales, así comparar cantidades.
- Como necesidad también se solicita que el software posea costos unitarios de los materiales utilizados.
- El software debe prestar mayor importancia a la fase de planificación, en este aspecto es donde más deficiencias presentan.
- Por último, que el monto del presupuesto gastado y el disponible se muestre en cada una de las actividades y se compare constantemente.

Análisis de modelos de planificación y control de costos

La investigación de modelos referentes a buenas prácticas se llevó a cabo recurriendo a dos fuentes de información primaria. Primeramente, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, consultando libros de distintos autores y analizando las distintas recomendaciones respecto a las buenas prácticas del tema en estudio. Por otro lado, y de forma paralela se realizaron reuniones con la Unidad Técnica de distintas Municipalidades y determinar las buenas prácticas ejecutadas

respecto a la Unidad Técnica de la Municipalidad de Pococí.

Buenas prácticas respecto a referencias bibliográficas

El CR-2010 del MOPT establece a nivel nacional que los presupuestos de proyectos de infraestructura vial se deben realizar mediante la utilización de los renglones de pago establecidos en este documento y determinar los costos unitarios a partir de ellos.

La unidad técnica realiza esta labor, no obstante, los presupuestos quedan sumamente generales, por lo que una propuesta de solución a esta problemática podría ser la implementación de una metodología que profundice cada renglón de pago requerido en un proyecto y proporcione más detalle de estos, con lo cual se incurra en menor medida a errores.

La siguiente referencia importante es la Guía del PMBOK®, la cual establece cuatro procesos a seguir para planificar y controlar los costos de los proyectos.

Según la guía estos procesos se presentan como separados, pero en la práctica se suelen sobreentender que interactúan entre ellos (ver figura 16). A continuación, se detallan cada uno (Project Management Institute, 2017):

- 1- **Planificar la gestión de los costos:** son los procesos por los cuales se define cómo se va a estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto.
- 2- **Estimar los costos:** se refiere a los procesos de aproximación de recursos monetarios necesarios para completar el trabajo.
- 3- **Determinar el presupuesto:** consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada.
- 4- **Controlar los costos:** es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos y cambios en la línea base.

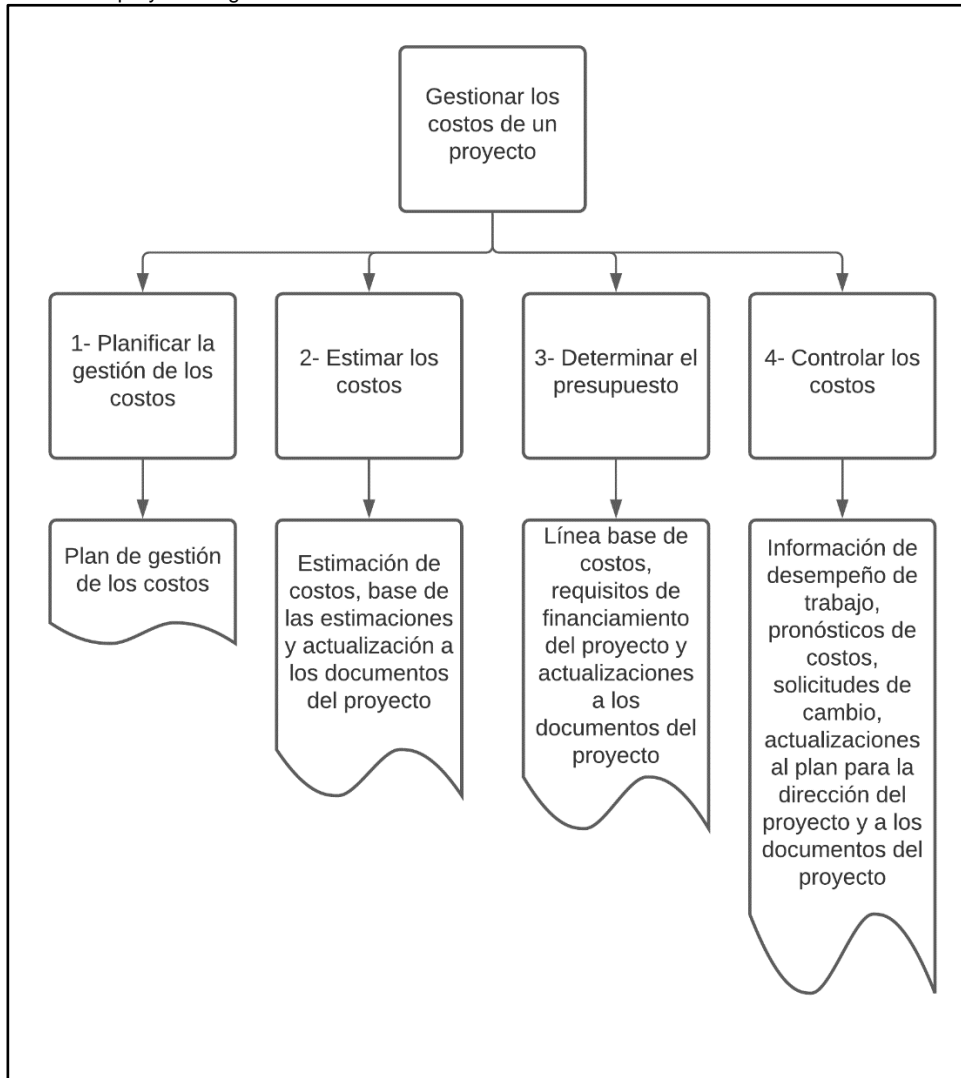
De acuerdo con la guía, un aspecto por considerar dentro de la planificación y control de

costos de los proyectos es el efecto de las decisiones tomadas; además, los involucrados en el proyecto miden los costos de formas distintas (Project Management Institute, 2017).

La unidad técnica sí aplica esta metodología, no obstante, no cuenta con una estandarización

establecida de modo que, en un posible caso de rotación de personal, el nuevo no va a tener una guía en la cual basarse.

Figura 16.
Gestión de los costos de un proyecto según la Guía del PMBOK.



Nota. Autoría propia por medio del Project Management Institute.

Por su parte, el MOPT (2014) establece en el manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la red vial cantonal que, para la gestión de proyectos de infraestructura vial, es importante considerar los siguientes conceptos:

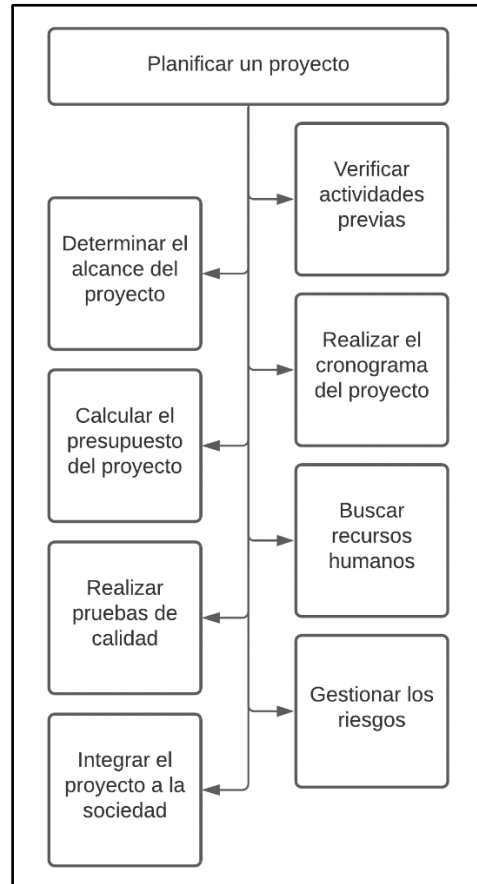
1- Inventario físico y vial de caminos: Se refiere a la contabilización de características físicas y socioeconómicas, así como la importancia y necesidad de desarrollo de la vía para el tránsito vehicular y el transporte de bienes y personas.

- 2- **Inventario socioeconómico:** Es la contabilización de las características y particularidades sociales y económicas propias del entorno físico de la vía pública en estudio.
- 3- **Inventario de flujo vehicular y tránsito:** Se refiere a la contabilización del tránsito, de la cantidad y tipo de vehículos los cuales circulan por una vía en un periodo determinado.
- 4- **Inventario de puentes:** Se refiere a la recopilación de características y particularidades de los puentes de las rutas cantonales.
- 5- **Inventario de necesidades:** Se refiere a la contabilización de las necesidades de mantenimiento rutinario y periódico, así como la rehabilitación de una vía para alcanzar un adecuado funcionamiento. Incluye el inventario del funcionamiento de los sistemas de evacuación pluvial, las estructuras de puentes y alcantarillado mayor.

Cada municipalidad debe realizar estos inventarios y recolección de información, para así agilizar sus procesos de planificación de proyectos y reducir la cantidad de eventuales errores a lo largo de la vida útil de estos proyectos. La UTGVM de Pococí ejecuta estas labores, por lo cual no son excepción.

Los siguientes autores (Torres & Torres, 2014), muestran que la planificación de un proyecto debe contemplar ciertos conceptos para que el resultado sea de calidad. En la figura 17 se muestran estos conceptos.

Figura 17. Planificación de un proyecto según libro Administración de Proyectos.



Nota. Autoría propia por medio de (Torres & Torres, 2014).

Además de la planificación, aseguran que el monitoreo y control se debe seguir según el diagrama mostrado en la figura 18. A continuación, se detallan cada uno de los conceptos presentes en el proceso de monitoreo y control, el cual se lleva a lo largo de la vida útil del proyecto (Torres & Torres, 2014):

- **Parámetros originales:** se definen durante el proceso de planificación con ciertos márgenes de tolerancia. Su principal objetivo es determinar si las acciones bajo observación están dentro de lo deseable.
- **Monitoreo:** su tarea es verificar el resultado de cada actividad de forma cuantitativa, realizando de forma física la medición y verificación.
- **Identificación de errores:** lleva a cabo la comparación entre los resultados

obtenidos durante la fase de planificación contra los obtenidos realmente y determina si existieron errores en el proceso.

- **Corrección de errores:** Deben ser correcciones detalladas para facilitar su implementación. Estas medidas correctivas pueden ser mejoras en el diseño, cambio de responsable en el área del error o reajustes en la asignación de responsabilidades.

La unidad técnica falla en este aspecto debido a que la identificación y corrección de errores no se realiza de la mejor manera. Los demás puntos sí los aplica, pero también está lejos de ser algo estandarizado, por ello, los conceptos se encuentran establecidos dentro de la unidad técnica de forma parcial.

Los autores Frank Dagostino y Steven Peterson (2010) muestra cómo realizar la estimación del presupuesto de un proyecto de construcción. A continuación, se detallan cada uno de los aspectos más importantes mencionados por estos autores en su libro (Dagostino & Feigenbaum, 2010):

- **Organización:** el estimador debe ser altamente organizado a lo largo de la etapa de estimación. Esto aumenta la probabilidad de obtener un presupuesto de calidad y más acercado a la realidad. Esto incluye un plan para mantener el presupuesto completo y actualizado, un desglose completo de costos del proyecto cantidades, precios de los materiales, condiciones laborales, costos, condiciones climáticas, condiciones de trabajo, retrasos, costos de planta, costos generales y salarios. Se puede hacer uso de hojas de cálculo, bases de datos o paquetes de software para mantener organizada toda esta información.
- **Planear la estimación:** en este punto se buscan repartir responsabilidades, por ejemplo, quién prepara el presupuesto y quién el cronograma. Además de esto, también establece la logística de cómo se van a realizar estas tareas. Se pueden hacer usos de software, gráficos y

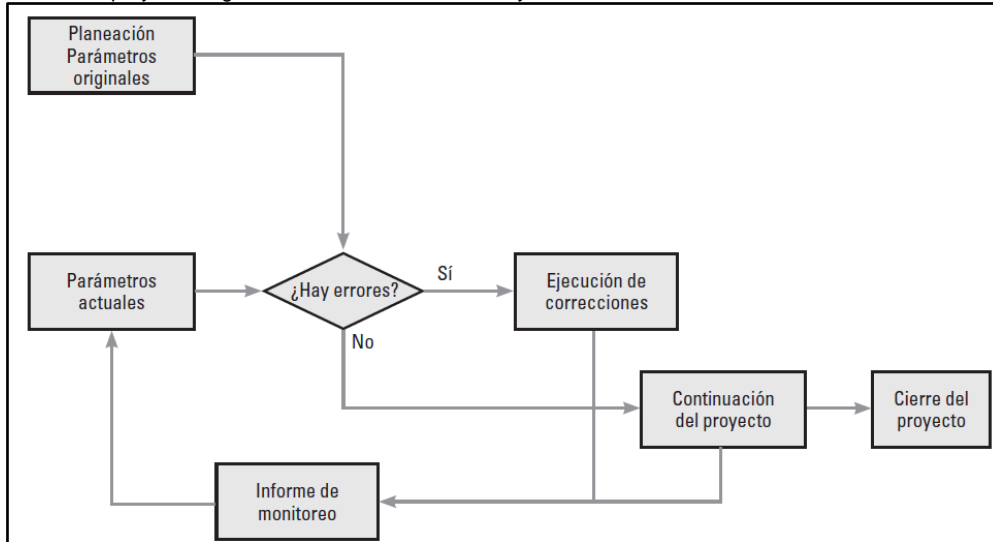
metodologías para programación de proyectos.

- **Cuaderno:** Cada presupuesto se debe preparar en un cuaderno aparte, el cual contemple hojas de trabajo, hojas resumen, hojas de errores y omisiones, propuestas de subcontratos, propuestas de proveedores y materiales, y todas las anotaciones referentes al proyecto. Además de esto, se debe llevar un registro de llamadas realizadas en el proyecto, debe ser limpio, ordenado, y así cualquiera pueda entender el contenido.
- **La estimación:** se refiere el autor en este punto a realizar nuevamente un cálculo de la estimación del presupuesto con el fin de corregir el anterior y lograr una mayor precisión. Por lo general, lo que se busca es una precisión de entre 98 y 99%.
- **Materiales:** remite a todas las cotizaciones de materiales realizadas a los distintos proveedores. También es posible utilizar listas de precios de fabricantes, pero es preferible la cotización con proveedores ya que tienen precios más actualizados y detallan fletes, impuestos, tiempos de entrega y condiciones de pago.
- **Hojas de trabajo:** Se utilizan para cuantificar materiales, en las cuales se especifican dimensiones, cantidades, pesos y unidades. Es posible utilizarlas de forma manual o electrónicas. Con estas hojas se obtiene como resultado los costos unitarios de los materiales. La mano de obra se estima por aparte, se contemplan las variaciones por presentar según la labor realizada.
- **Hoja sumario:** Todos los costos unitarios calculados en las hojas de trabajo se suman y dan como resultado una hoja resumen llamada sumario. Además de los materiales, debe incluirse la mano de obra, equipo, planta, gastos generales y ganancias.
- **Errores y omisiones:** Los errores son inevitables aun teniendo mucho cuidado, aquellos que aparezcan con el tiempo

- deben ser revisadas por los ingenieros y proporcionar alternativas para su solución.
- En cuanto a la estimación, no siguen ningún proceso establecido previamente, pero algunos de los conceptos los aplican

en sus proyectos. Como medida por implementar se encuentra una sugerencia de su utilización y estandarización en caso de ser funcional.

Figura 18.
Monitoreo y control de un proyecto según libro Administración de Proyectos.



Nota. (Torres & Torres, 2014).

En el cuadro 4 se muestra un resumen de las buenas prácticas mostradas anteriormente de referencias bibliográficas y las acciones a implementar en la unidad técnica.

Cuadro 4.
Resumen de referencias bibliográficas de buenas prácticas de planificación y control de costos.

CUADRO 4. BUENAS PRÁCTICAS PARA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
REFERENTE	BUENAS PRÁCTICAS	¿APLICADO EN LA UTGVM DE POCOCÍ?	ACCIÓN POR IMPLEMENTAR
CR-2010 MOPT (2021)	Los presupuestos de proyectos de infraestructura vial se deben realizar siguiendo la metodología de costos unitarios y renglones de pago establecidos en esta referencia.	Sí	Mejorar su implementación realizando un sistema que profundice más cada renglón de pago.
Guía del PMBOK, Project Management Institute (2017)	Establece que las buenas prácticas en cuanto a la planificación de costos se dividen en cuatro fases: 1- Planificar la gestión de los costos 2- Estimar los costos. 3- Determinar el presupuesto.	Sí	Establecer su estandarización de modo que, si hay cambio de personal, los nuevos ingenieros puedan

	4- Controlar los costos		seguir utilizando el mismo sistema
Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la red vial cantonal, MOPT (2014)	Establecer la jerarquización de caminos para establecer los procedimientos a seguir. Establece las bases para la planificación de los proyectos y así, disminuir errores en las fases posteriores. Como principal necesidad para, el documento establece lo siguiente: 1- Inventario físico de caminos. 2- Inventario socioeconómico. 3- Inventario de flujo vehicular y tránsito. 4- Inventario de puentes. 5- Inventario de necesidades.	Sí	Incluirlo como parte de la estandarización de su implementación.
Administración de proyectos, Zacarías Torres, Helí Torres (2014)	Establece que para la planificación de un proyecto se deben considerar los siguientes conceptos: <ul style="list-style-type: none"> • Actividades previas. • Alcance del proyecto. • Cronograma. • Presupuesto. • Recursos humanos. • Calidad. • Riesgos. • Integración. En cuanto al monitoreo y control se deben contemplar los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros originales. • Monitoreo. • Identificación de errores. • Correcciones. 	Parcialmente	Sugerir formas y métodos para su implementación completa dentro de la unidad técnica y si funciona, incluirlo dentro de la estandarización.
Estimating in building construction, Frank Dagostino, Steven Peterson, (2010)	Muestra distintas técnicas y consideraciones importantes a la hora de estimar presupuestos de proyectos. Se enlistan las más importantes de ellas: <ul style="list-style-type: none"> • Organización. • Planear la estimación. • Cuaderno. • La estimación. • Materiales. • Hojas de trabajo. • Hoja sumario. • Errores y omisiones. 	Parcialmente	Proponer su utilización en la estimación de presupuestos de la unidad técnica. Si su funcionamiento mejora estas estimaciones, sugerir su estandarización.

Nota. Autoría propia.

Buenas prácticas respecto a otras entidades municipales

Se realizaron reuniones con tres unidades técnicas de las municipalidades de Goicoechea, Cartago y San José con el fin de determinar cómo realizan ellos la planificación y el control de costos de proyectos que adjudican, y realizar una comparativa de las buenas prácticas respecto a lo realizado por la UTGVM de Pococí.

La primera consultada fue la Municipalidad de Goicoechea. La información recopilada muestra que este cabildo tiene mucho orden en la planificación y control de sus proyectos. Programaron un software capaz de automatizar estos procesos.

El sistema se divide en cinco hojas de cálculo programadas con Visual Basic para aplicaciones. Cada una de estas hojas de cálculo cumple con una función aparte del resto, pero se interconectan en uno específico, donde se muestra toda la información del proyecto.

Esto hace que el sistema sea modular y se pueda trabajar en grupo de forma simultánea por más de una persona. Según el ingeniero, el sistema se realizó de modo tal que, si en algún momento faltase algún funcionario, otro pueda sustituirlo con facilidad.

El primero de estos archivos es el principal. Toda la información calculada y recopilada en los otros documentos se copia automáticamente a

este archivo. Este documento contiene toda la información del proyecto, datos recopilados, ubicación, sección típica, señalización vial, involucrados, presupuesto boletas de perfilado y asfalto, inspección, informes, entre otra información.

En la figura 19 se muestra un ejemplo de este archivo principal y se logra apreciar que es muy agradable a la vista, con botones los cuales redirigen a otras hojas de cálculo del mismo archivo o a los otros cuatro archivos.

Los otros cuatro documentos realizan cálculos y almacenan información referente al control de verificación de carpeta asfáltica, control de verificación de colocación de perfilado de la superficie de ruedo, documento para el seguimiento del proyecto (anteproyecto, pagos, boletas), control de verificación de señalización vial y control de verificación de levantamiento de tapas respectivamente.

De acuerdo con el ingeniero, gracias a este sistema, han logrado reducir los errores en la planificación y control de sus proyectos de forma drástica. Su intención es seguirlo mejorando de modo que sus anteproyectos se parezcan cada vez más a la realidad.

Como la UTGVM de Pococí no cuenta con un sistema de este tipo, parte de la solución a esta problemática es programar un sistema similar que cumpla con las necesidades de esta unidad técnica, automatizado y ordenado.

Figura 19.
 Archivo principal para la planificación y control de costos de la UTGVM de Goicoechea.

Nota. UTGVM de Goicoechea.

La siguiente municipalidad consultada fue la de Cartago. Utilizan un documento generado por el MOPT para llevar un control de los proyectos financiados con presupuesto del BID. Es un solo documento el cual contiene hojas de trabajo con los datos del proyecto, órdenes de materiales y servicios, control de boletas, facturación y estadística descriptiva de la información para generar informes.

La estimación de materiales (cantidades, dimensiones, costos, entre otros) lo realizan siguiendo los lineamientos del CR-2010 y lo calculan en este documento. Cotizan a proveedores de la zona para cada proyecto por realizar.

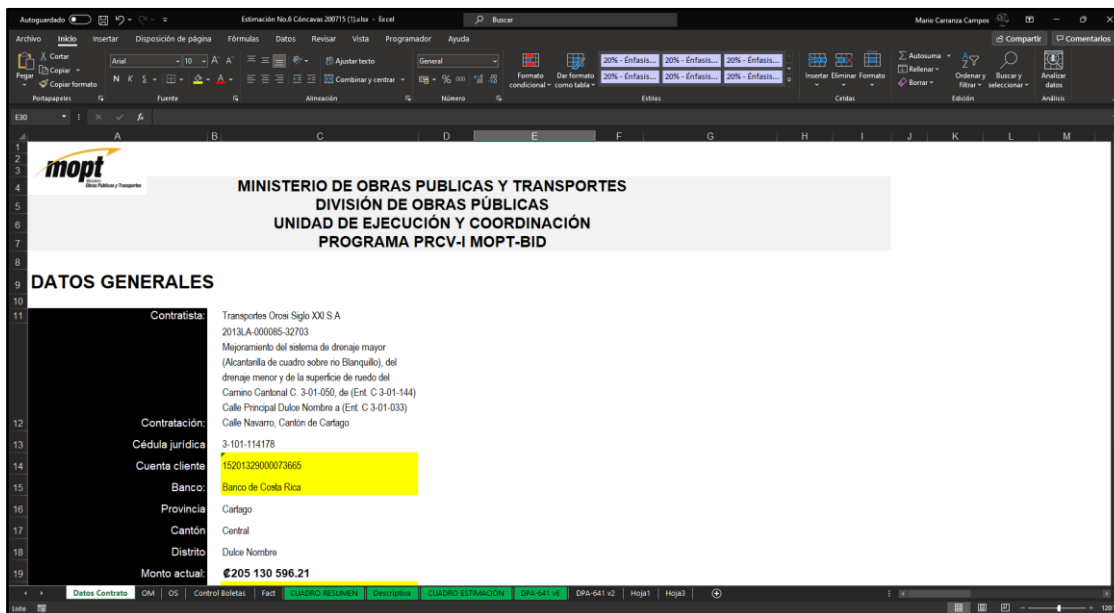
Al no ser un sistema automatizado, toda esta información se llena de forma manual para cada proyecto, pero se calcula automáticamente con funciones de Excel®. Comentaba el asistente de ingeniería que inclusive hay boletas las cuales llenan en papel.

En este aspecto, esta unidad técnica y la de Pococí se encuentran en una situación similar debido a que no cuentan con un sistema automatizado y actualizado creado para sus necesidades. Este documento de la Municipalidad de Cartago es muy general y puede crear confusión, lo que puede incurrir a errores, no se adapta a las necesidades de esta unidad técnica.

En la figura 20 se muestra un ejemplo de este archivo, el cual no es tan intuitivo como el de la Municipalidad de Goicoechea.

El asistente de Ingeniería asegura que ellos programan sus proyectos utilizando Microsoft Project® y el desarrollo de sus proyectos se puede llevar a cabo por administración o por contratación. En ambos casos controlan tanto los plazos y cantidades de materiales utilizados. Tienen reuniones diarias para evacuar dudas o comentar sobre el proyecto.

Figura 20.
Documento utilizado para la planificación y control de costos de la UTGVM de Cartago.



Nota. UTGVM de Cartago.

Por último, se consultó con la Municipalidad de San José y el director del departamento de Gestión Vial de esta entidad proporcionó la información obtenida.

Él afirma haber contado con un sistema creado por ellos de forma manual y sin automatización para estas labores, pero últimamente no estaban realizando proyectos por administración, todos se estaban realizando por contratación por lo cual ellos solo se encargaban de la inspección. Esto se dio al no estar ejecutando obra nueva ni mejoramiento, solo reparación, por ello se subcontratan estas labores.

Según el ingeniero, los proyectos por contratación no difieren de forma significativa entre el costo de la obra planeado y el final. En cambio, cuando realizaban proyectos por administración, puede variar el tiempo, por daños en sus maquinarias, clima, entre otros problemas.

Este sistema del SICOP es nuevo, entonces no cuentan con un ejemplo debido a que es el primer proyecto. El ingeniero describió de forma general el conocimiento del sistema y afirma que ellos deben realizar la estimación de materiales, costos y dimensiones. Una vez terminado esto, envían el archivo digital por medio de la plataforma virtual del SICOP y ellos se encargan de comprobar si está bien.

Al ser un sistema en prueba, lo mejor es esperar a que las otras municipalidades comprueben su funcionalidad. Si el sistema funciona, se podría intentar utilizar en la UTGVM de Pococí.

En el cuadro 5 se muestra un resumen de las buenas prácticas de otras entidades municipales analizadas anteriormente y las acciones por implementar en la Unidad Técnica de la Municipalidad de Pococí para mejorar su planificación y control de costos.

Cuadro 5.

Resumen de buenas prácticas de planificación y control de costos aplicadas en otras entidades Municipales.

CUADRO 5. BUENAS PRÁCTICAS PARA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS EN OTRAS ENTIDADES MUNICIPALES			
REFERENTE	BUENAS PRÁCTICAS	¿APLICADO EN LA UTGVM DE POCOCÍ?	ACCIÓN POR IMPLEMENTAR
Asistente de ingeniería de la UTGVM de Goicoechea	Sistema programado en Microsoft Office Excel® habilitado para Macros que automatiza todo el proceso de planificación y control de los proyectos. Este sistema fue programado por la misma unidad técnica.	No	Programar una herramienta similar que satisfaga las necesidades de la UTGVM de Pococí.
Asistente de ingeniería de la UTGVM de Cartago	Se basan en un archivo en Microsoft Office Excel® creado por el MOPT para proyectos financiados con presupuesto del BID. No fue creado por la unidad técnica y tampoco es tan automatizado.	No	Programar una herramienta más automatizada y adaptada a la UTGVM de Pococí.
Ingeniero director de la UTGVM de San José	No cuentan con ningún sistema programado ni herramienta para colaborar en estos procesos. Realizan cotizaciones y crean presupuestos de forma manual y los cargan a la plataforma en línea de SICOP. Están probando este sistema nuevo, por lo que no tienen proyectos terminados.	No	Esperar a que este sistema sea probado por otras municipalidades y determinar si es funcional para su posible implementación en la UTGVM de Pococí.

Nota. Autoría propia.

Procedimiento para la planificación y control de costos

A continuación, se plantea un procedimiento a seguir paso a paso para llevar a cabo las labores de planificación y control de costos de los proyectos:

- 1- Primeramente, es necesaria la jerarquización de los caminos a intervenir por parte de la Unidad Técnica. Para esto, se deben utilizar los criterios establecidos en el plan quinquenal y evaluar cada camino del inventario.
- 2- Lo siguiente sería seleccionar un camino para realizar la intervención requerida de este plan quinquenal. El presupuesto para el proyecto debe ser aprobado por altos

jerarcas de la municipalidad, por lo que se debe esperar a que esto suceda.

- 3- A continuación, se debe dirigir a la herramienta y rellenar los datos en la hoja de información del proyecto.
- 4- Establecer las necesidades requeridas para el camino seleccionado. Para esto se debe hacer uso de la hoja de la herramienta llamada inventario de necesidades.
- 5- Lo siguiente es realizar la programación del proyecto para obtener un cronograma de trabajo sobre el cual orientarse. En la medida de lo posible, no estaría demás también generar una estructura de desglose de trabajo (EDT).
- 6- Ahora, lo ideal sería mostrar únicamente los renglones de pago necesarios para el proyecto en la herramienta. Para esto, se debe hacer uso del gestor de documento

en el índice y mostrar solamente las hojas necesarias.

- 7- Con inventario de necesidades listo se procede a llenar la hoja del sumario de cantidades con los precios unitarios y cantidades de materiales.
- 8- La hoja de imágenes de la herramienta puede servir como cuaderno de registro para llevar control del proyecto por medio de fotos.
- 9- El control del proyecto se lleva a cabo en las hojas de los renglones de pago habilitadas por lo que se debe editar estas hojas conforme avanza el proyecto.
- 10- El control de la maquinaria y recursos humanos también se lleva a cabo durante la ejecución del proyecto en la pestaña destinada para estas labores en la herramienta
- 11- En caso de variaciones en el presupuesto inicialmente calculado, se deben insertar en el sumario de cantidades.
- 12- Prestar especial cuidado al patrón de colores cuando se controla el proyecto debido a que el rojo significa que existe algún error. Los ingenieros deben presentar soluciones a estas problemáticas.
- 13- Utilizar los gráficos para la toma de decisiones cuando se concluye el proyecto.

Análisis de los resultados

El principal objetivo de este proyecto fue el de desarrollar un procedimiento para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados a la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí.

El primero de los objetivos específicos del proyecto fue determinar la planificación y control actual de los costos para plantear oportunidades de mejora en la unidad técnica. Para el cumplimiento de este objetivo se optó por aplicar una entrevista a cada uno de los funcionarios de la unidad técnica arrojando datos interesantes que se expondrán a continuación.

En primera instancia se consultó la cantidad de años que tenían cada funcionario laborando para la unidad técnica. El promedio de años que tienen trabajando en este sitio es de 7.54, lo que da a entender que son funcionarios con amplia trayectoria y experiencia en esta área de trabajo.

Seguidamente se consultó por el conocimiento de los funcionarios sobre temas relacionados a la planificación y control de costos. Todos poseen conocimiento del tema, pero solo uno de los ocho entrevistados posee conocimientos avanzados, lo que equivale al 12.5% del equipo de trabajo.

Dos de los ocho miembros de la unidad técnica no poseen conocimiento sobre el tema del ciclo de vida de los proyectos, equivalente a un 25% de los entrevistados. Esto es preocupante debido a que se reduce la cantidad de funcionarios quienes podrían aportar en la planificación y formular un orden lógico para cumplir con los objetivos a través de las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto. No obstante, un 37.5% de los miembros posee conocimiento avanzado en este tema, lo cual puede solventar ese faltante.

En cuanto a los procesos utilizados, se basan en el plan quinquenal, el cual jerarquiza los caminos a intervenir utilizando ciertos criterios. A partir de esto seleccionan un camino y calculan las cantidades de

materiales necesarios para la intervención basándose en los renglones de pago. Esto ocasiona que los presupuestos sean sumamente superficiales.

Con los costos unitarios de cada uno de los renglones de pago calculan un monto total del proyecto, pero por el problema mencionado anteriormente. Dicho costo no es real final de la obra debido a que, a lo largo de la ejecución de los proyectos, estos materiales reciben variaciones no contempladas inicialmente y alteran este costo total.

Claramente se puede observar una deficiencia importante en la etapa de desarrollo del presupuesto por no profundizar debidamente en los renglones de pago. Debido a esta situación, en los proyectos terminan sobrando materiales o faltando en algunos renglones de pago, lo que evidentemente altera el costo final de la obra.

Todo proyecto adjudicado por la unidad técnica posee un presupuesto aprobado, el cual es limitado y no se puede sobrepasar ni quedar por debajo de este valor por lo cual las variaciones dadas a lo largo de su ejecución deben contemplar este límite, lo cual la convierte en una tarea complicada. Por lo tanto, cuando el proyecto recibe variaciones, el costo final de la obra debe ajustarse lo más posible a lo presupuestado inicialmente y no variar más de un 15% de este valor.

Solamente un 30% de los proyectos adjudicados cumplían con esta estipulación debido a todos los cambios realizados; esto significa que el control de los proyectos también tenía fallas importantes. Variables como la ampliación improvisada de la obra, introducción de actividades no contempladas inicialmente para el proyecto son solo algunas de las causas de esta problemática.

Un problema importante relacionado con estas variaciones es la falta de planificación inicial, lo cual provoca salto de etapas importantes y empezando los proyectos directamente en la fase de ejecución.

Para el control de sus proyectos realizan inspección a diario y la redacción de informes mensuales. Estos son elementos claves en el proceso de control de costos, y en este aspecto se encuentran bien.

En cuanto a los activos para la planificación y control de costos, no cuentan con un sistema especializado para colaborar con estas labores, de ahí que el último objetivo de este proyecto fue generar dicha herramienta. Para la programación de sus proyectos utilizan Microsoft Project®, un programa de mucha utilidad; en este sentido se recomienda seguirlo utilizando, pero se necesita profundizar más para el manejo de recursos y la producción de planes de emergencia en caso de no cumplirse lo planeado y así, adelantarse al error.

Por último, en la encuesta se consultó por sugerencias para la herramienta de colaboración con la planificación y control de costos. Gran parte de los funcionarios coincidieron en las respuestas como lo fueron contemplar el inventario de necesidades, tablas de cantidades, utilización de patrones de colores, costos unitarios, planificación y presupuesto gastado y remanente. Todo esto se contempla en la herramienta por analizar más adelante.

El siguiente objetivo específico del presente proyecto fue analizar los modelos referentes de planificación y control de costos para la identificación de buenas prácticas. Para esto se llevó a cabo una investigación, primeramente, en recursos bibliográficos de diferentes autores y, por último, se consultó con la unidad técnica de otros entes municipales.

Determinadas estas buenas prácticas de los distintos autores y municipalidades, se realizó una comparativa con la Unidad Técnica de la Municipalidad de Pococí. En cuanto a las referencias bibliográficas, los resultados sugieren que gran cantidad de las buenas prácticas son aplicadas por la unidad técnica, a excepción de dos, las cuales son aplicadas, pero de forma parcial.

La primera de estas referencias implementadas parcialmente es el libro Administración de proyectos de los autores Zacarías Torres y Helí Torres (2014). La unidad técnica implementa en sus proyectos todo lo relacionado con la planificación de proyectos mencionados por los autores, pero posee grandes deficiencias en temas correspondientes al monitoreo y control.

El autor sugiere que en este tema se contemplen los parámetros originales del proyecto, se realice monitoreo constante para así identificar errores y corregirlos a tiempo. La unidad técnica está fallando específicamente en estos dos últimos conceptos, la identificación de errores y correcciones. Implementando esto, la unidad técnica podría

anticiparse a los errores y mejorar el control de sus proyectos.

El libro Estimating in building construction de Frang Dagostino y Steven Paterson (2010) contiene la otra buena práctica implementada de forma parcial por la unidad técnica. Este libro sugiere que la estimación de costos de un proyecto de construcción debe contemplar aspectos como la organización, planeación de la estimación, utilización de un cuaderno de registro, estimación como tal, materiales, hojas de trabajo, hojas sumario, errores y omisiones.

Al igual que en la referencia anterior, la unidad técnica no contempla los errores en sus cálculos. No tienen un sistema que muestre cuándo se cometen errores para ser corregidos una vez detectados. Al detectarlos, los funcionarios de la unidad técnica deben proporcionar alternativas para su solución.

Para la investigación de las buenas prácticas de otras unidades técnicas, se consultó con la Municipalidad de Goicoechea, de Cartago y San José. En estas entidades municipales se utilizan software especializados para la planificación y control de sus proyectos. Estas herramientas se encontraban sumamente completas, funcionales, organizadas, intuitivas y automatizadas.

La unidad técnica de la Municipalidad de Pococí tenía una herramienta poco automatizada y desorganizada, por lo que no cumplía con esta buena práctica. La herramienta implementada como parte de este proyecto mejora esta herramienta con el fin de satisfacer estas necesidades.

Cabe resaltar que la Municipalidad de San José se encuentra realizando pruebas sobre un nuevo sistema, el cual se desea implementar en las otras municipalidades. Este sistema utiliza el Sistema Integrado de Compras Públicas (SICOP), por ello se reducen las probabilidades de errores.

Al ser un sistema en fase de pruebas, se sugiere a la unidad técnica de la Municipalidad de Pococí que espere a finalizar las pruebas y las capacitaciones necesarias para su implementación.

Los últimos dos objetivos se encuentran muy ligados. El tercer objetivo específico consistía en elaborar un procedimiento para la planificación y control de costos de tal manera que se logre una estandarización en su aplicación; mientras tanto, el cuarto objetivo fue la creación de una herramienta por medio de un software para la validación de los requisitos de planificación y control de costos externados por la unidad técnica.

El procedimiento a seguir para la estandarización de este procedimiento utiliza la herramienta para

cumplir con este objetivo. Esta herramienta contempla todas las necesidades anteriormente planteadas; en este caso, su estandarización contribuiría en generar proyectos con una mejor planificación y control de costos.

Contempla desde datos actividades previas al inicio del proyecto hasta la utilización de patrones de colores que resaltan errores a lo largo del monitoreo y control para ser evaluados por los ingenieros.

En esta herramienta se presentan algunos gráficos informativos como los mostrados en la figura 21. El primero muestra una comparación entre los precios iniciales de los materiales de cada renglón de pago contra los precios, aplicándoles alguna variación a lo largo de la ejecución del proyecto y esto aporta utilidad en la toma de decisiones.

El siguiente gráfico muestra las desviaciones estándar de los materiales y al igual que el anterior, este también es de utilidad en la toma de decisiones y para analizar la variabilidad que existe en el proyecto con y sin variaciones.

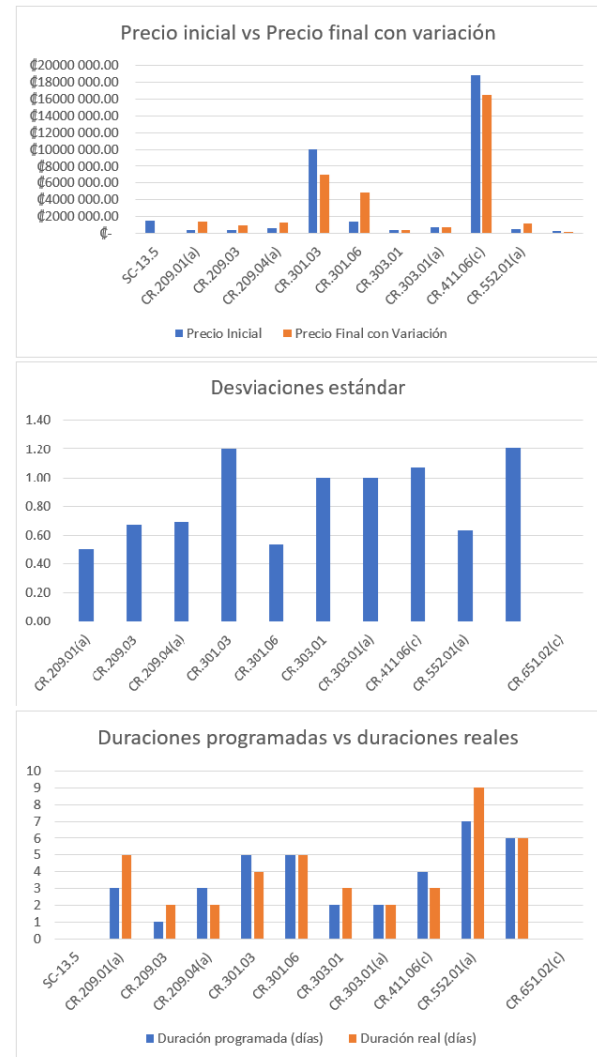
Por último, este tercero presenta cómo se ve alterada la duración de cada una de las tareas a lo largo del proyecto comparando la duración programada inicialmente para cada renglón de pago con la duración real de cada una de ellas. Este gráfico retroalimenta a la unidad técnica y ayuda a mejorar proyectos venideros. Muchas veces tales modificaciones de las duraciones vienen de la mano con los cambios en los materiales.

Se realizó una prueba de esta herramienta con datos de un proyecto real y dio buenos resultados. Al encontrarse automatizada con macros, se mejora de forma razonable los tiempos y movimientos dentro de esta. El patrón de colores de alertas hace que el usuario sienta la necesidad instantánea de buscar solucionar los errores incurridos.

La comparación entre el costo planificado y real se encuentra dentro del 15% establecido como límite por la unidad técnica. Para el caso en específico utilizado de ejemplo, la variabilidad fue de menos de un 1%.

Cabe destacar que la aplicación y estandarización de esta herramienta depende de los funcionarios de la unidad técnica. Las tablas utilizadas fueron tomadas de la herramienta utilizada por ellos utilizaban sin automatización alguna y mejoradas para el cumplimiento de sus solicitudes.

Figura 21. Gráficos mostrados en la herramienta para la planificación y control de costos de la UTGVM de Pococi.



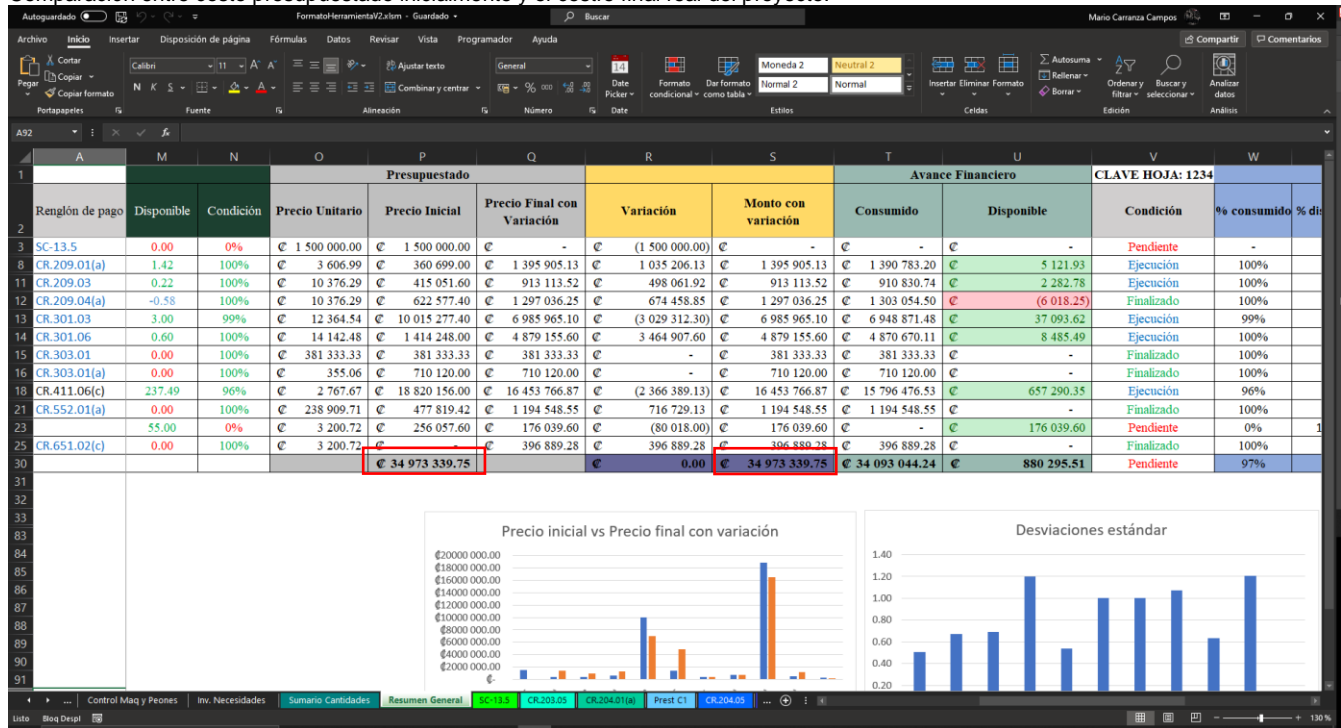
Nota. Autoría propia a partir de Microsoft Office Excel®.

Esta herramienta se explica con más detalle en el manual de usuario. Este manual, además de mostrar el funcionamiento de la herramienta detalla el objetivo de esta, el alcance, la funcionalidad, la navegación y como se mencionó anteriormente, el procedimiento a seguir para sacarle el mayor provecho y estandarizar su utilización.

Proporciona recomendaciones importantes al usuario final para su funcionamiento. Estas recomendaciones son de suma importancia debido a que de estas depende la eficiencia en el tema de estudio. La figura 22 determina con datos de un

proyecto real que la variabilidad entre los costos planeados y reales es insignificante, esto demuestra la funcionalidad de la herramienta.

Figura 22. Comparación entre costo presupuestado inicialmente y el costo final real del proyecto.



Nota. Autoría propia a partir de Microsoft Office Excel®.

Conclusiones

A partir del diagnóstico de la situación actual en cuanto al tema de planificación y control de costos de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí, se concluye lo siguiente:

- Se realizó una entrevista para la recopilación de información a cada miembro de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí. Aproximadamente el 25% del personal entrevistado no posee conocimientos sobre los temas en estudio.
- Existen deficiencias en la elaboración de sus presupuestos y en el monitoreo y control de sus proyectos, como lo son costos, plazos y materiales planificados diferentes a los reales.
- A pesar de que el promedio de tiempo laborado por funcionario supera los 7 años de experiencia en este departamento, el conocimiento en esta área es intermedio y no avanzado, como se esperaría.
- El personal no posee conocimiento en estos temas, lo cual repercute en proyectos menos factibles y en altas probabilidades de incurrir en errores.
- Solamente un 30% de los proyectos adjudicados por la unidad técnica terminan difiriendo en menos del 15% del costo final de la obra.
- Se presentan variaciones en los proyectos como la incorporación de nuevas actividades o incremento de labores a lo largo de la ejecución del proyecto, alterado el presupuesto contemplado de forma inicial.
- Para el control de los proyectos se lleva a cabo una inspección diaria y la generación de informes de avance, tanto de costos como de duraciones. Con esto se logra cumplir con las labores de planificación, lo cual representa una buena práctica ejecutada por la unidad técnica.

- No se cuenta con una herramienta adaptada a sus necesidades para colaborar en la planificación y control de costos. Esto impacta de forma negativa en estos procesos al no contarse con sistemas automatizados.
- Como requisitos para esta herramienta, la unidad técnica planteó la incorporación de inventarios de necesidades, tablas de cantidades, alertas de colores, planificación y comparación entre montos gastados y disponibles.

Por otro lado, para el análisis de los modelos de planificación y control se consultaron referencias bibliográficas y otras entidades municipales. De las buenas prácticas de fuentes bibliográficas se concluye:

- Se consultaron cinco fuentes bibliográficas con temas relacionados a las buenas prácticas en planificación y control de costos. La Unidad Técnica de la Municipalidad de Pococí cumple completamente con tres de estas seis buenas prácticas planteadas y de forma parcial con las otras dos debido a que no se contemplan errores y correcciones en la planificación y control de sus proyectos.

De las buenas prácticas implementadas por otras entidades municipales se concluye:

- Se consultó con tres municipalidades del Gran Área Metropolitana sobre las buenas prácticas en temas de planificación y control de costos. Estas entidades cuentan con una herramienta programada especializada para colaborar con la planificación y control de costos de sus proyectos.
- La Municipalidad de San José se encuentra probando un nuevo sistema, el cual se pretende ser aplicado en todas las municipalidades del país.

En cuanto al procedimiento para estandarización y la herramienta de colaboración en la planificación

y control de costos de los proyectos adjudicados por la unidad técnica, se concluye:

- El procedimiento consiste en un paso a paso, el cual pretende instruir a los funcionarios de la unidad técnica de cómo incorporar la herramienta en la planificación y control de sus proyectos.
- La herramienta contempla las necesidades planteadas por la unidad técnica en la recopilación de información del primer objetivo específico de este documento.
- La herramienta genera gráficos útiles en la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto.
- Se probó la herramienta con datos de un proyecto real, esto dio como resultado el mejoramiento en tiempos y movimientos

en el proceso de planificación y control por la automatización mejorada.

- La variabilidad entre los costos planificados y los reales se redujeron hasta encontrarse dentro del rango del 15% de variabilidad deseado por la unidad técnica.
- El patrón de colores notifica al usuario que existen errores, lo cual genera una necesidad de corregirlos.
- El formato de las tablas de los renglones de pago fue otorgado por la unidad técnica pero mejoradas para la incorporación a la herramienta, con el fin de generar familiaridad y adaptabilidad.
- Se creó un manual de usuario el cual explica el funcionamiento de la herramienta, navegación y demás detalles importantes.

Recomendaciones

En este capítulo se abordarán las recomendaciones importantes sobre el proyecto de investigación:

- Se sugiere a la unidad técnica que se realicen sus proyectos de forma más colaborativa mediante la incorporación de todos los miembros de esta entidad en cada aspecto del proyecto. Esto reduciría más las probabilidades de error y atrasos.
- Es importante la realización de capacitaciones sobre temas de planificación y control de costos para fortalecer más esta área.
- Es recomendable la utilización del procedimiento planteado en sus proyectos, además de mejorarlo y actualizarlo constantemente.
- Se recomienda mejorar y actualizar de forma permanente la herramienta, automatizar más el sistema e incorporar nuevas funciones necesarias en sus proyectos.
- Es recomendable para anticiparse a los errores, que los ingenieros de unidad técnica mantengan planes estratégicos para la corrección de errores mostrados por el patrón de colores de la herramienta.
- Es de suma importancia apegarse a las recomendaciones incorporadas en el manual de usuario para el buen funcionamiento de la herramienta.
- Este proyecto limitó su alcance únicamente en las fases de planificación y control de costos del ciclo de vida del proyecto. Para futuras iniciativas existen aspectos importantes por mejorar en la unidad técnica en las otras fases de este ciclo, por lo que se recomienda su estudio.

Apéndices

1-Entrevistas

1. Inspector de camino

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

1- ¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?

3.5 años

2- ¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?

Poco conocimiento, pero algo ha escuchado. Hacerlo o utilizarlo no tanto.

3- ¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?

No conoce sobre esto.

4- ¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?

a. ¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?

Tablas de cantidades, hay un presupuesto inicial de tantas cantidades y al final el monto, ya sea completo o que se pasó con autorización. Comparan monto inicial y un monto final con variaciones. Todos usan esto en todos los proyectos.

b. De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?

5- Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.

Planificación es hacer un inventario detallado de cantidades.

6- ¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?

No cuentan con ninguna herramienta

- 7- **¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?**

Con tablas de Excel del inventario de necesidades, con eso se logra sacar estimaciones cercanas.

2. Inspector de camino

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

- 1- **¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?**

4 años

- 2- **¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?**

Si tiene conocimientos en esta área

- 3- **¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?**

Si, levantamiento, planificación de la carretera.

- 4- **¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?**

- a. **¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?**

Inspección a diario.

- b. **De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?**

- 5- **Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.**

Unir un conjunto de ideas para llevar a cabo un proceso.

- 6- **¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?**

Excel y Word para informes.

- 7- **¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?**

Más planificación de los proyectos. Los presupuestos no alcanzan para esta etapa. Se enfoca más en las etapas de ejecución y no tanto en las de planificación.

3. Asistente administrativo

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

1- ¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?

Hace 13 años

2- ¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?

Si tiene conocimiento básico.

3- ¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?

Un proyecto nace desde su anteproyecto, proyecto, licitación, listado del proyecto, orden de inicio, ejecución, inconvenientes, cierre en el tiempo posible.

4- ¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?

a. ¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?

Se trabaja con la tabla de cantidades según el proyecto se apegan a esas tablas para su ejecución.

b. De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?

5- Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.

Desde el origen del proyecto, seguir esa línea programada para la ejecución de la obra, pero no siempre es posible apegarse a la planificación. Es sumamente difícil, un 30% de los proyectos sí lo logran. Es muy variable, los tiempos de ejecución, entre otros... Está fallando la etapa de planificación.

6- ¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?

Básicamente se utiliza tablas de Excel, Project, Gang.

7- ¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?

El error por lo general es humano, no necesariamente es la herramienta. Sistema en el que cuando se altere el presupuesto, cambie los números a rojos (Colores), que el lenguaje visual utilice colores con alertas.

4. Inspector de obra vial y asistente de ingeniería

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

1- ¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?

9 años.

2- ¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?

Regular.

3- ¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?

Si lo conoce. Preparación de rasante, colocación...

4- ¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?

a. ¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?

Plan de conservación vial o plan quinquenal, es un plan de intervención con una proyección de 5 años, elaborado por ellos, contempla rehabilitación, mantenimiento, obra nueva por jerarquías, cada proyecto tiene que estar dentro de y lo ideal sería darle seguimiento a este plan quinquenal. Desglosa proyectos, prioridades y qué intervención necesitan.

b. De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?

5- Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.

Llevar todo el control del proyecto, controlar los costos financieros respecto a los avances de obra. Sumario de cantidades para un proyecto y los muchachos controlan cuanto va quedando de montos y cantidades y qué variaciones se pueden dar a lo largo de la ejecución del proyecto para utilizar esos montos de forma óptima.

6- ¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?

Memorias de cálculo en Excel, programas como QGis, Project a nivel general.

7- ¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?

Cantidad inicial, variaciones, cantidad final, precios unitarios.

5. Asistente técnico de ingeniería

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

1- ¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?

9 años

2- ¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?

Si.

3- ¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?

Si, Antes no se hacía, empieza con la visita (anteproyecto), proyecto, cartel, licitación pública, adjudicación, orden de inicio, proceso constructivo, inspección, recepción, cierre técnico. Adelantos, pagos.

4- ¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?

a. ¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?

Les pasan un presupuesto, alistan el presupuesto en base a las necesidades, remuneraciones y combustibles sí quedan a la libre para ellos, pero los presupuestos se manejan más a nivel político.

b. De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?

5- Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.

Estructura de costos de cada línea, por ejemplo, viajes de materiales y su desglose, variaciones para reajustes para la justificación de este tipo de cosas o variaciones de cantidades apegándose al contenido presupuestario.

6- ¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?

Excel y Project.

7- ¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?

Saber qué se quiere y un anteproyecto serio, que se contemple la fase de planificación.

6. Control de boletas y planillas.

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

1- ¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?

10 meses.

2- ¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?

Si.

3- ¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?

Algo sabe. Poco, pero sabe.

4- ¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?

a. ¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?

No es su área de trabajo por lo que desconoce esta información.

b. De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?

5- Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.

Planificar es cómo se hace el proyecto y los costos de cada proyecto.

6- ¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?

Excel.

7- ¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?

Que lo gastado y lo disponible se muestre.

7. Asistente de ingeniería

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que

poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

- 1- **¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?**
8 años.

- 2- **¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?**
Poco.

- 3- **¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?**
No conoce.

- 4- **¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?**
 - a. **¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?**
No respondió.

 - b. **De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?**

- 5- **Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.**
No respondió de forma clara.

- 6- **¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?**
No respondió.

- 7- **¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?**
No respondió.

8. Promotor social

Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí

La información recopilada con este formulario será utilizada para cumplir con el primer objetivo del proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. Este objetivo consiste en realizar un análisis de la planificación y control actual de los costos para el planteamiento de oportunidades de mejora. Por lo tanto, las preguntas se enfocan en determinar el conocimiento actual que poseen los funcionarios de la Unidad Técnica, así como los procesos y activos que utilizan en la actualidad para la gestión y control de costos.

- 1- **¿Hace cuánto tiempo trabaja en la Unidad Técnica?**
13 años

- 2- **¿Tiene conocimiento sobre la planificación y control de costos?**
Sí, conoce mucho.

- 3- **¿Conoce cuál es el ciclo de vida de un proyecto y las etapas que lo componen?**
Sí, conoce mucho.

4- ¿En la UTGVM utilizan algún proceso para la planificación y control de costos de los proyectos adjudicados?

a. ¿De ser así puede dar una breve descripción de este proceso?

b. De no existir ninguno, ¿Cómo planifican y controlan sus proyectos?

No hay un control de costos, control de gastos e ingresos. Lo que se gasta y lo que se invierte.

5- Mencione conceptos que usted considera que se relacionan con la planificación y el control de costos.

No respondió de forma clara.

6- ¿Por lo general, cuáles herramientas suelen utilizar para la administración de sus proyectos?

Plantillas de Excel, requiere un software especializado.

7- ¿Qué funciones cree usted que deba tener una herramienta para que lo presupuestado inicialmente sea similar al costo final del proyecto?

Todas las municipalidades del país tienen que llevar el control de costos. Estandarización.

Cuadro resumen de entrevista

Nombre	Pregunta						
	1 (años)	2	3	4	5	6	7
Inspector de caminos	3.5	Bajo	Nulo	Tablas de cantidades	Inventario detallado de cantidades	No usan ninguna	Inventario de necesidades
Inspector de caminos	4	Intermedio	Intermedio	Inspección a diario	Conjunto de ideas	Excel y word	Planificación
Asistente administrativo	13	Intermedio	Avanzado	Tablas de cantidades	Desde el origen hasta el fin	Excel, project, gang	Uso de colores y alertas
Inspector de caminos y asistente de ingeniería	9	Bajo	Intermedio	Plan de conservación vial quinquenal	Controlar costos financieros respecto a avances, sumario de cantidades, variaciones.	Memorias de cálculo en excel, Qgis, project.	Cantidad inicial, variaciones, cantidad final, precios unitarios.

Asistente técnico de ingeniería	9	Intermedio	Avanzado	Con el presupuesto disponible, enlistan necesidades, remuneraciones, combustibles	Estructura de costos, desglose, variaciones, reajustes, cantidades	Excel, project	Un anteproyecto serio, que se contemple la fase de planificación
Controlador de boletas y planilla	0.83	Intermedio	Bajo	No maneja esta información	Cómo se hace el proyecto y el manejo de los costos	Excel	Que el monto gastado y el disponible se muestre
Asistente técnico de ingeniería	8	Intermedio	Nulo	Sin respuesta	Sin respuesta	Sin respuesta	Sin respuesta
Promotor social	13	Avanzado	Avanzado	No hay control de costos, sólo de gastos e ingresos	Sin respuesta	Plantillas de excel	Que sea estandarizada a todo el país

2-Manual de usuario

Este manual se encuentra en un documento aparte en formato PDF.

3-Herramienta para la planificación y control de costos

Esta herramienta se encuentra en un archivo aparte en formato de Microsoft Office Excel® habilitado para macros (xlsm).

Referencias

- Álvarez, E. (2011). *Herramienta para la estimación de costos en la construcción de viviendas para la empresa Fomento Urbano S.A.* [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6035/herramienta-estimaci%C3%B3n-costos-construcci%C3%B3n-viviendas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Araya, D. (2015). *Guía para la gestión de proyectos de la empresa Oscar Araya Construcciones.* [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6745/Guia_gestion_proyectos_empresa_oscar_araya_construcciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arkiplus. (2020). Equipos de construcción. <https://www.arkiplus.com/equipos-de-construccion/>
- Artavia, M. (2020). *Control de Costos.* Obtenido de presentaciones de clase.
- Ayllón, J. (2007). *Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto.* [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Madrid, Escuela Politécnica Superior]. Repositorio Escuela Politécnica Superior. <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20070920JorgeAyllon.pdf>
- Barrantes, R. (2016). *Investigación: Un camino al conocimiento.* EUNED
- Behar, D. (2008). *Introducción a la metodología de la investigación.* Editorial Shalom
- Caballero, A. (2016). *Sistema de control de proyectos de construcción de vivienda usando indicadores clave* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Cataluña]. UPCommons. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/96370>
- Campos, C. (2010). *Planes de Conservación Vial Cantonal para fortalecer la acción municipal en Costa Rica.* Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13585/1957-3081-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cañas, A. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018.* Mideplan <https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/L4VkaE53TyOWyPR9BAB-qA>
- CFIA. (s.f.) *Guía para la Gestión Integrada de Proyectos de Ingeniería, Arquitectura y construcción.* <http://cfia.or.cr/descargas/2020/comunicacion/GIPIAC.pdf>
- Chamoun, Y. (2002). *Administración profesional de proyectos, La Guía.* McGraw-Hill
- Cortés, M. (s.f.). *Control de costos de construcción.* Scribd. <https://es.scribd.com/document/341868223/Control-de-Proyectos-de-Construccion>
- Dagostino, F. R., & Feigenbaum, L. (2010). *Estimating in Building Construction* (7 Har/Cdr ed.). Prentice Hall.
- Dobles, M.C., Zúñiga, M., García, J. (2014). *Investigación en educación.* EUNED

- Gómez, J., Hormiga, M., Ibarra, O., Illescas, J., Jácome, J., Japón, J., López, J., Maiza, K. y Miranda, M. (s.f.). *¿Qué es un proyecto vial?, fotos y ejemplos*. Universidad de Guayaquil
- Gómez-Senent Martínez, E. G. S., Rizo, S. C., Beltrán, P. A., Aguilar, F. L., Blanes, J. P., Gisbert, P. F., Romero, M. Á. S., Navarro, T. G., Cruz, M. C. G., & Bono, J. L. V. (1999). *El proyecto y su dirección y gestión*. Universitat Politècnica de València.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). *Guía para la presentación de información estadística*. <https://www.inec.cr/sites/default/files/docu metos-biblioteca-virtual/mepresentinfoestadist-21122017.pdf>
- Jaller, J. (2016). *Metodología de control de costos de presupuestos en construcciones verticales*. [Tesis de especialidad, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Internacional UMNG. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/14923>
- Mallar, M. (2010). *La gestión por procesos: Un enfoque de gestión eficiente*. Revista científica visión al futuro, 13(1). <https://www.redalyc.org/pdf/3579/357935475004.pdf>
- Marante, R. (2020). *En qué consiste el cálculo de materiales de construcción (Guía)*. ARQA Empresas. <https://arqa.com/empresas/novedades/en-que-consiste-el-calculo-de-materiales-de-construccion-guia.html>
- Molist, S. (2021). *Cómo elaborar un presupuesto de construcción*. Certicalia. <https://www.certicalia.com/blog/como-elaborar-presupuesto-construccion>
- MOPT. (2014). *Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal*. [/566ce036-6917-42b6-b1b5-8e5803ceee6e/D-38578.pdf?MOD=AJPERES#:~:text=3.6%20%C3%8Dndice%20de%20Viabilidad%20T%C3%A9cnico,a%20trav%C3%A9s%20de%20este%20indicador](https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/566ce036-6917-42b6-b1b5-8e5803ceee6e/D-38578.pdf?MOD=AJPERES#:~:text=3.6%20%C3%8Dndice%20de%20Viabilidad%20T%C3%A9cnico,a%20trav%C3%A9s%20de%20este%20indicador)
- MOPT (2021). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. MOPT. <https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/28a27ca9-2ec2-49ae-838c-6f89e21d43b4/CR-2010.pdf?MOD=AJPERES>
- Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Ediciones de la U
- Núñez, O. (2016). *Propuesta para el control de costos en la empresa constructora KVA Ingeniería de Centroamérica S.A.* [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6786/propuesta-control-costos-empresa-constructora-KVA-ingenier%c3%ada-centroam%c3%a9rica%20s.a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, A. (2021). *Fases proyectos construcción: las 6 etapas que te conducen al éxito*. OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/fases-proyectos-construccion-las-6-etapas-que-te-conducen-al-exito>
- Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Project Management Institute
- Protek. (2021). *6 etapas de la ejecución de un proyecto de construcción efectivo*. <https://www.protek.com.py/novedades/ejecucion-de-un-proyecto-de-construccion/>
- Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación*. Episteme editorial


- Sanca, M. (2011). *Tipos de investigación científica*. Revista de Actualización Clínica Investiga boliviana.
- SENA (s.f.). *Control de presupuestos en edificaciones*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/405230370/Cortes-Ramirez-Miguel-Angel-44699>
- Torrealba, G. E. (2020). *Estructura de costos y presupuesto de obra*. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/estructura-de-costos-y-presupuesto-obras-germ%C3%A1n-e-torrealba>
- Torres, Z. y Torres, H. (2014). *Administración de proyectos*. Grupo Editorial Patria
- Ulate, I., Vargas, E. (2018). Metodología para elaborar una tesis. EUNED
- Valencia, V. (s.f.). *Revisión documental en el proceso de investigación*. <https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>
- Valverde, R. (2017). *Implementación del software O4B en la gestión de control de proyectos en la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Osa*. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9934/implementacion_softwar_e_gestion_control_proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, Z. (2009). *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Revista educación, 33(1), 155-165



Herramienta para la planificación y control de costos
Manual de usuario

Versión: 001

Fecha: 01/11/2021

	Herramienta para el control de costos Manual de Usuario	UTGVM Pococí
---	--	---------------------

HOJA DE CONTROL


Organismo	Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Pococí		
Proyecto	Propuesta de procedimiento para la planificación y el control de costos de proyectos de infraestructura vial para la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal de Pococí		
Entregable	Manual de Usuario		
Autor	Mario Carranza Campos		
Versión/Edición	001	Fecha Versión	01/11/2021
Aprobado por		Fecha Aprobación	
		Nº Total de Páginas	14

REGISTRO DE CAMBIOS


Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
0100	Versión inicial	Mario Carranza Campos	01/11/2021

CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Nombre y Apellidos
Mario Carranza Campos

	Herramienta para el control de costos Manual de Usuario	UTGVM Pococí
---	--	---------------------

1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	4
1.1	Objetivo.....	4
1.2	Alcance	4
1.3	Funcionalidad.....	4
2	MAPA DEL SISTEMA.....	5
2.1	Modelo lógico.....	5
2.2	Navegación	10
3	PROCEDIMIENTO	12
4	RECOMENDACIONES.....	14

	Herramienta para el control de costos Manual de Usuario	UTGVM Pococí
---	--	---------------------

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

1.1 Objetivo

Crear una herramienta por medio de un software para la validación de los requisitos de planificación y control de costos externados por la UTGVM.

1.2 Alcance

El personal de la unidad técnica debe encargarse de mantener actualizados los datos de esta herramienta ya que no es posible actualizarlos de forma automática. Para esto, se debe incentivar al personal y crear programas para que se dedique un tiempo determinado a la semana para la actualización de esta información. Con esto se evita la acumulación de información que luego puede ser más difícil actualizar o la incurrencia a errores.

1.3 Funcionalidad

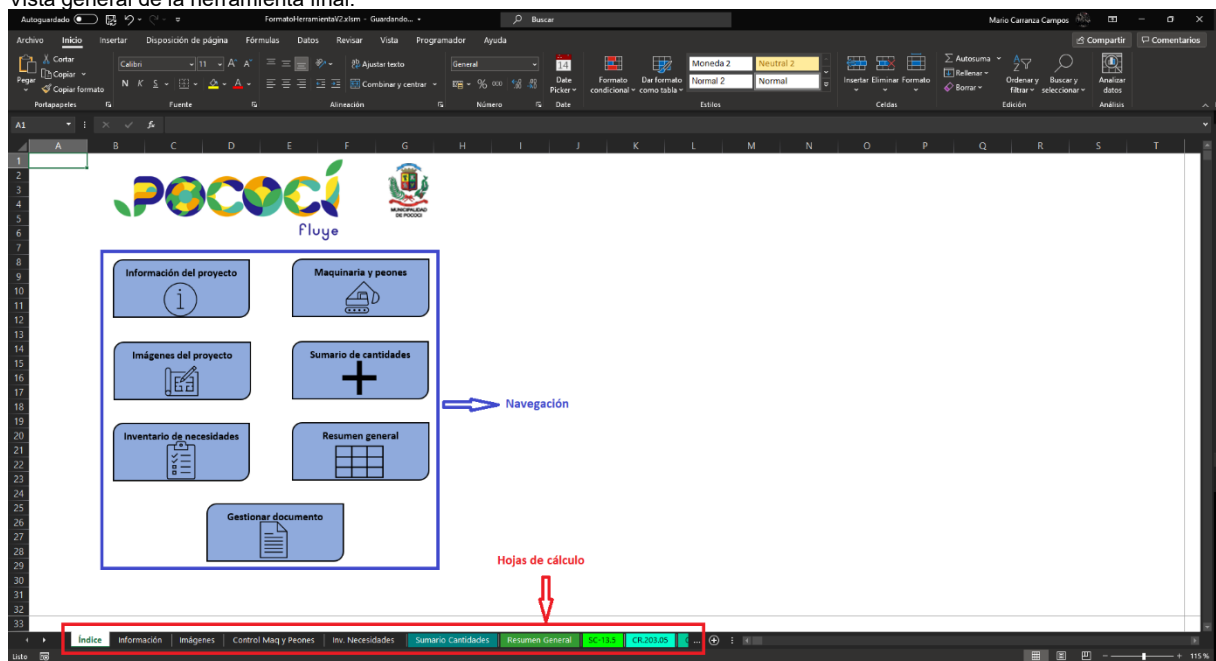
Esta herramienta hace que el personal de la unidad técnica pueda gestionar sus costos de una forma más ordenada. Posee un patrón de colores el cual muestra alguna inconsistencia en los datos ingresados, contempla variaciones a lo largo del proyecto y muestra gráficos estadísticos de los precios con y sin variación. Su funcionalidad se basa en hojas de cálculo programadas en Microsoft Excel®, mejoradas y automatizadas con la incorporación de Macros.

2 MAPA DEL SISTEMA

2.1 Modelo lógico

Consiste en hojas de cálculo programadas en Microsoft Office Excel®. En la figura 1 se muestra una vista general del documento final. Primeramente, se encuentra la hoja de navegación llamada “índice” con la cual se puede acceder a las hojas más importantes del documento por medio de hipervínculos o abrir el sistema gestor del documento, el cual hace uso de macros.

Figura 1.
Vista general de la herramienta final.



Nota. Autoría propia a partir de Microsoft Office Excel®.

La siguiente hoja contiene se llama “información” y almacena datos importantes relacionados con el proyecto en curso que muestran de forma generalizada. En esta hoja se validan los datos de modo que se despliegan las distintas opciones disponibles para esos datos. Dichas opciones se encuentran en la pestaña datos y esta pestaña permanece oculta debido a que su aporte a la herramienta se lleva a cabo de forma interna. En la figura 2 se muestra un ejemplo de las pestañas de información y datos.

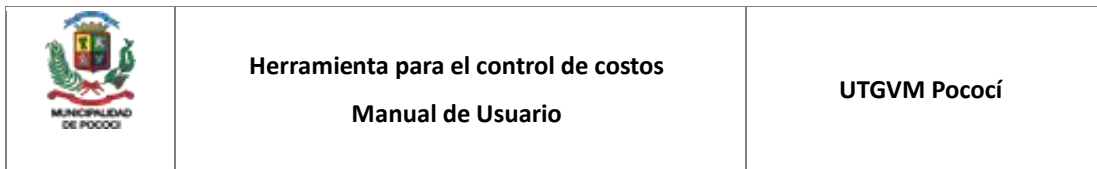
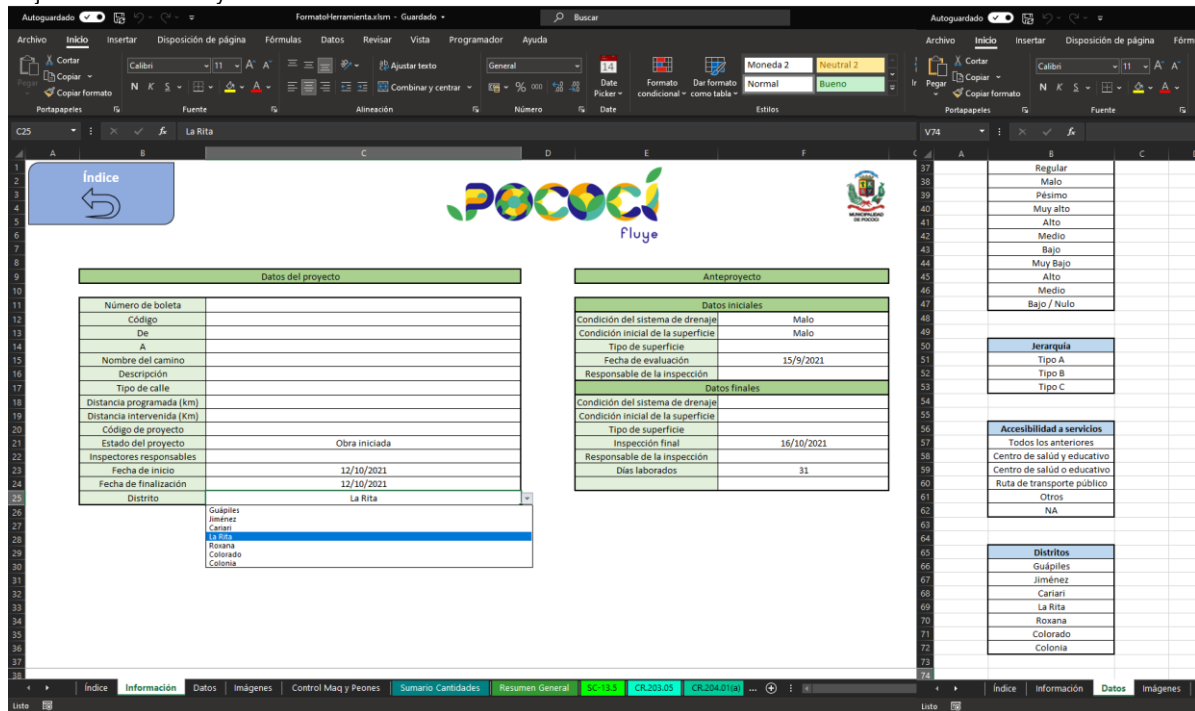


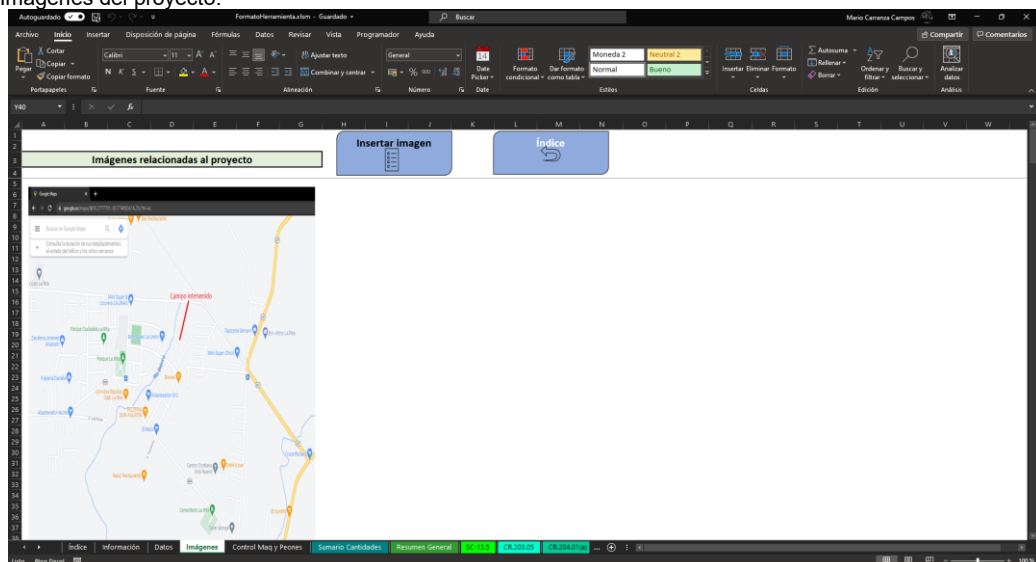
Figura 2. Hojas de Información y Datos.



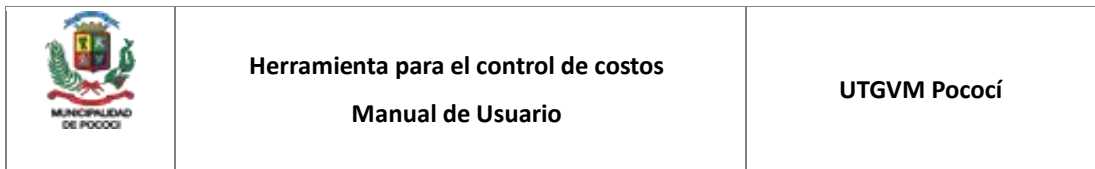
Nota. Autoría propia a partir de Microsoft Office Excel®.

En la pestaña “imágenes” se utiliza un macro el cual abre el navegador de archivos del sistema operativo para insertar una imagen relacionada con el proyecto o de referencia de modo que se almacenen en un solo sitio. La imagen más nueva se coloca encima de las más antiguas. Puede ser utilizado para la almacenar boletas de inspección, fotografías de avance de obra, programación del proyecto, entre otros. En la figura 3 se muestra un ejemplo de esta hoja.

Figura 3. Hoja de Imágenes del proyecto.

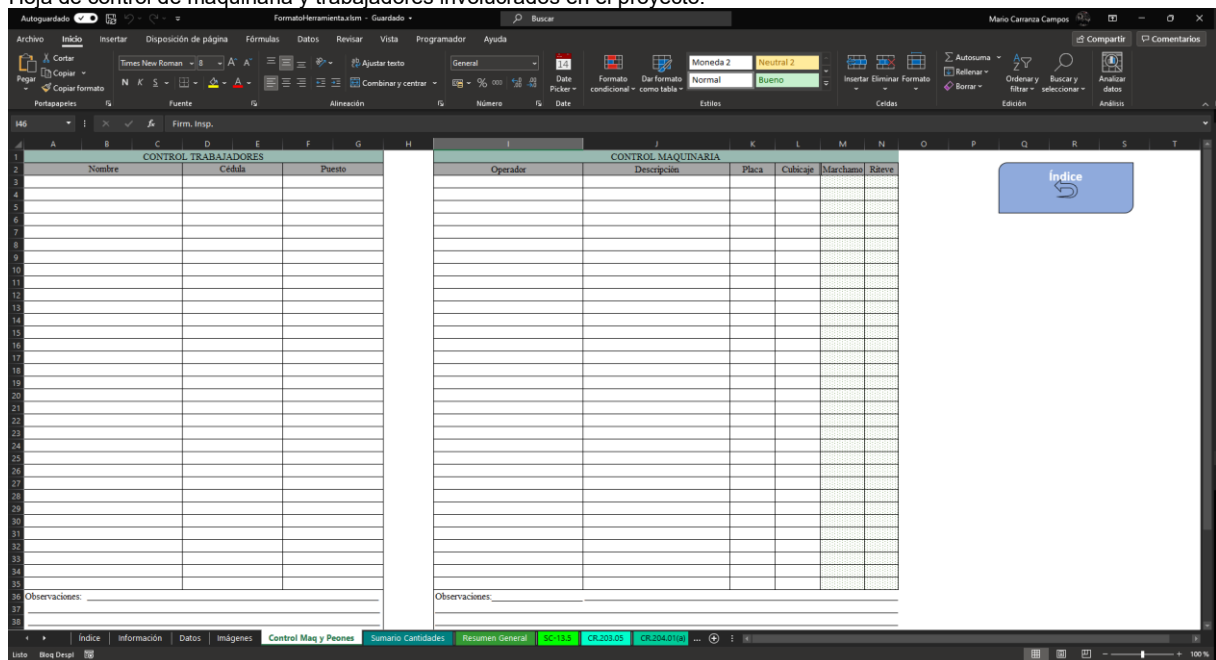


Nota. Autoría propia a partir de Microsoft Office Excel®.



La unidad técnica lleva el control de su maquinaria y trabajadores de forma manual por lo que en la hoja llamada “Control Maq y Peones” llevan este control para un proyecto en específico. Esta hoja, al igual que varias más, fueron creadas y otorgadas para esta herramienta por la unidad técnica. Al ser las más utilizadas por esta entidad, se realizaron modificaciones sobre estas mismas hojas sin alterar el funcionamiento inicial. Un ejemplo de esta hoja se encuentra en la figura 4.

Figura 4.
Hoja de control de maquinaria y trabajadores involucrados en el proyecto.

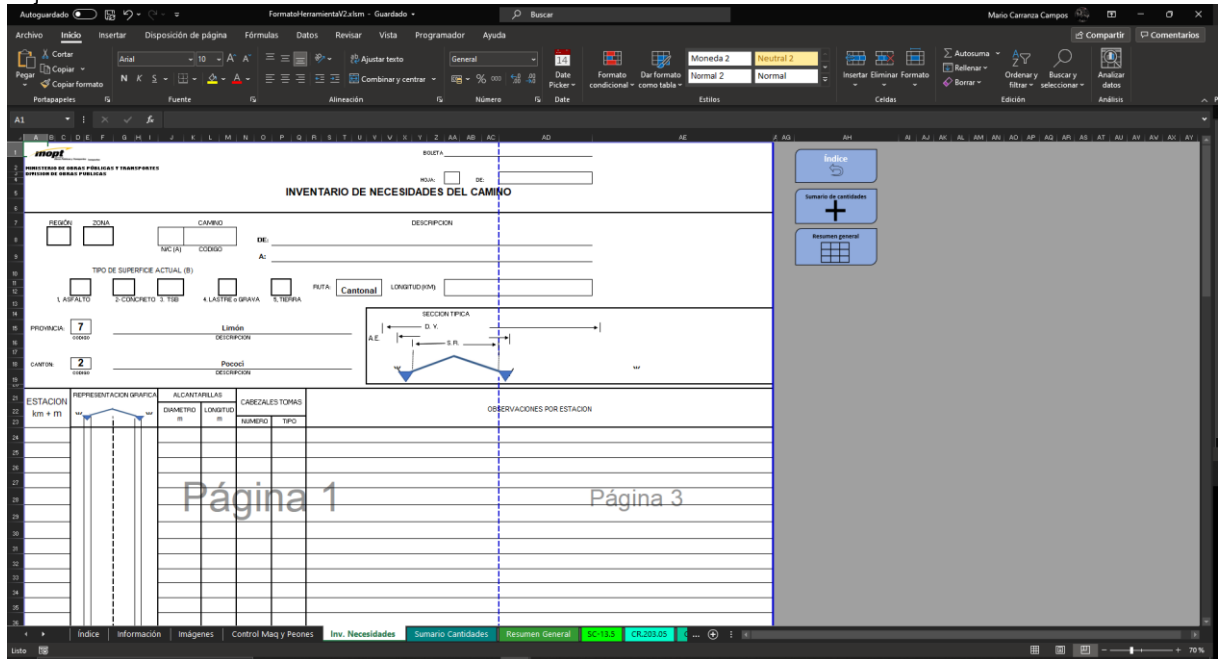


Nota. Nota. Autoría propia y de la UTGVM de Pococí a partir de Microsoft Office Excel®.

Para el cálculo de los materiales necesarios para el proyecto, se hace uso de la hoja siguiente llamada inventario de necesidades. En esta se realiza una representación gráfica del camino, de modo tal que se puede detallar por estaciones (ver figura 5) los distintos elementos que va a llevar y, por ende, los distintos materiales que se deben adquirir para el proyecto. Se utiliza una serie de símbolos mostrados en la figura 6 de modo que el proceso se realiza de forma gráfica.

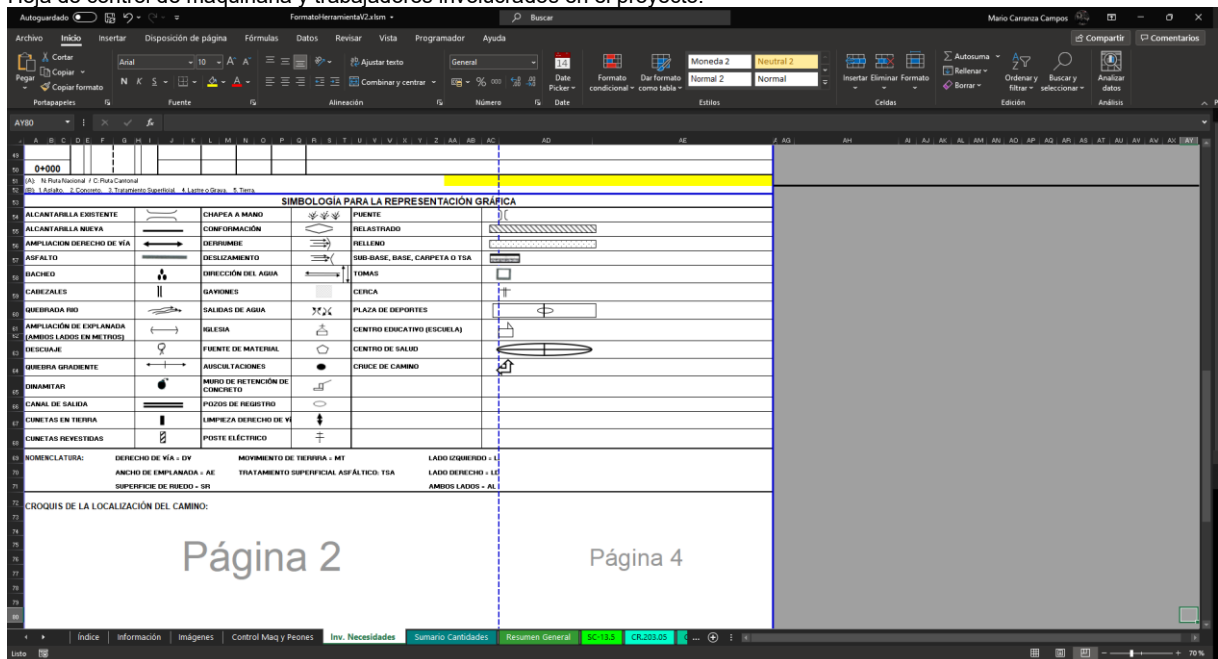
Una vez determinados los materiales, esta hoja permite la inserción de un croquis con la ubicación del camino y observaciones importantes referentes al proyecto. Con esto listo, se procede a trasladar estas cantidades al sumario de cantidades, el cual se detalla a continuación.

Figura 5.
Hoja de inventario de necesidades.



Nota. UTGVM de Pococí.

Figura 6.
Hoja de control de maquinaria y trabajadores involucrados en el proyecto.



Nota. Autoría propia y de la UTGVM de Pococí a partir de Microsoft Office Excel®.

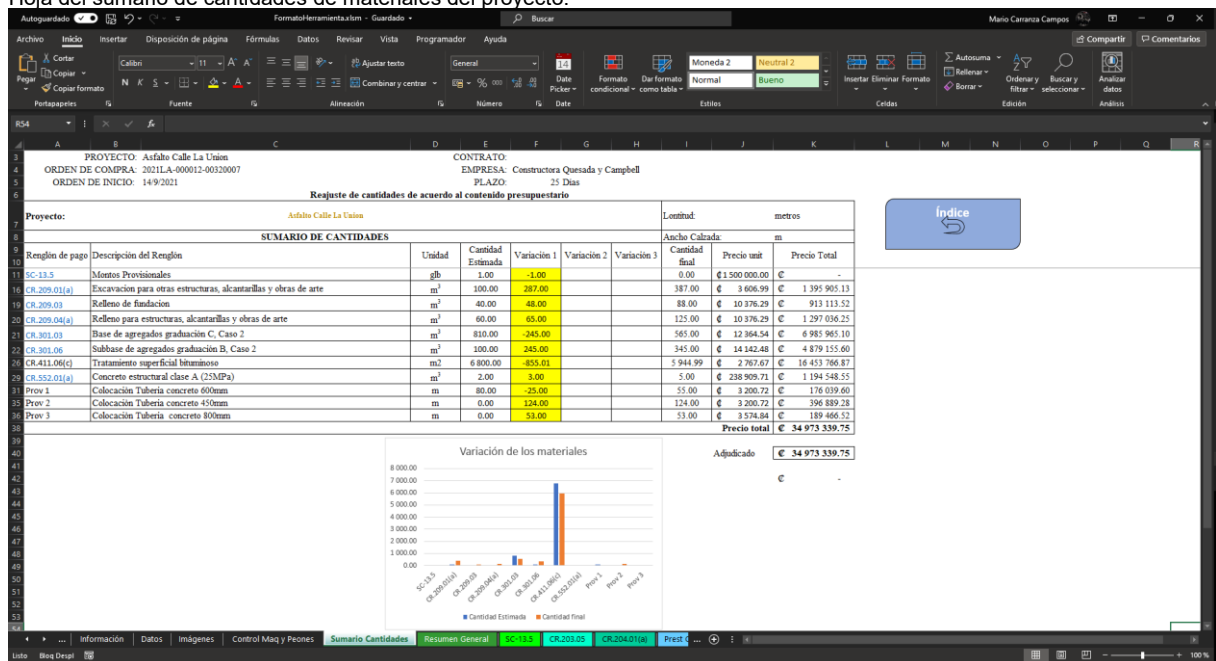
La siguiente pestaña se llama sumario de cantidades. En esta hoja se muestran los renglones de pago utilizados para un proyecto en específico. Como se puede observar en la figura 5, hay filas ocultas correspondientes a los renglones de pago no utilizados en este proyecto de ejemplo. La tabla contempla posibles variaciones en los

materiales que se puedan presentar a lo largo del proyecto. Cuando estas columnas poseen un valor, el fondo cambia a color amarillo para resaltarlo. Cabe destacar que estas variaciones no deben hacer que el costo total de la obra sobrepase o quede muy por debajo del inicial, debido a que ese es el presupuesto aprobado para ese proyecto en específico.

Esta hoja se encuentra enlazada a cada uno de los renglones de pago, los cuales poseen una hoja aparte. Estas se basan en los precios unitarios insertados de forma manual de cada renglón para calcular el precio total, lo consumido y disponible para llevar el control de los costos del proyecto. Cabe destacar que se contemplaron tres hojas extra en caso de ser necesaria la inserción de más renglones de pago a pesar de que la unidad técnica asegura que los mostrados son los únicos que utilizan.

El gráfico de la figura muestra una comparación entre la cantidad de materiales considerados inicialmente contra los materiales aplicándoles una variación. Las variaciones se dan limitándose al presupuesto del proyecto, no es posible sobrepasar ese límite.

Figura 7.
Hoja del sumario de cantidades de materiales del proyecto.



Nota. Autoría propia y de la UTGVM de Pococí a partir de Microsoft Office Excel®.

La última de las hojas de este documento es un resumen general vinculado a las demás hojas. Como se observa en la figura 6, sigue un patrón de colores donde verde significa que ese renglón de pago ya se encuentra terminado, azul significa que aún se encuentra en ejecución y rojo que las labores para este renglón se encuentran pendientes.

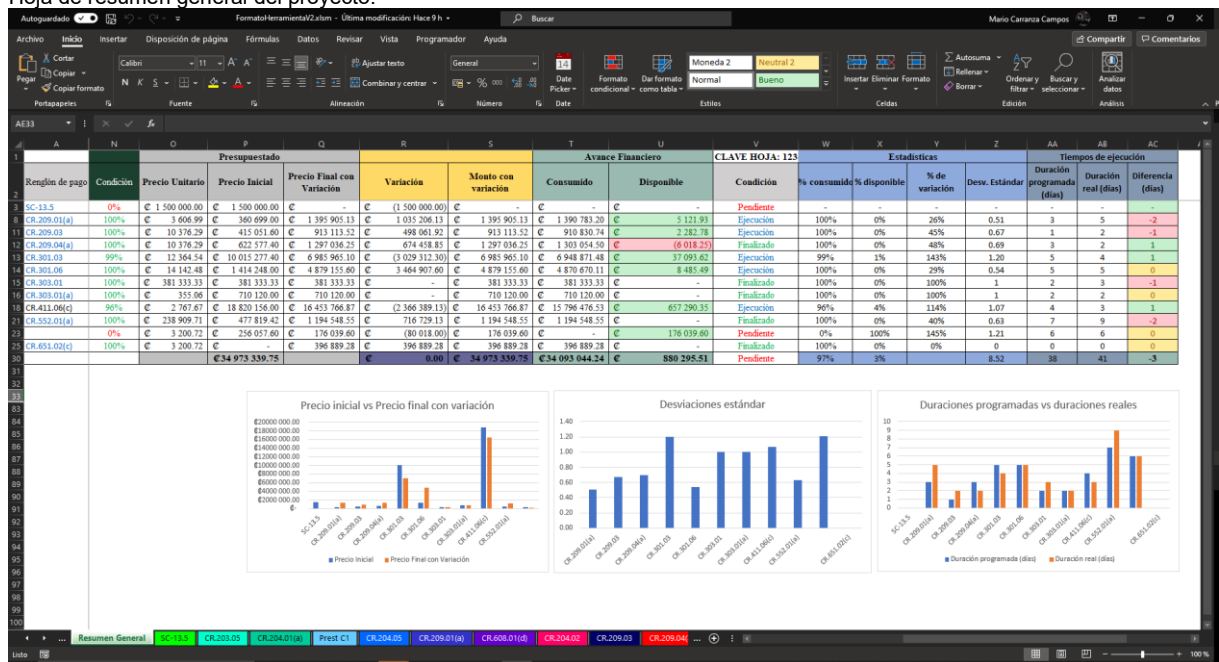
La columna del avance financiero también tiene un patrón de colores para el presupuesto disponible en cada renglón de pago. El color verde significa que todavía se dispone de dinero para estas actividades mientras que el color rojo significa que ya se sobrepasó el presupuesto disponible.

La última columna que sigue un patrón de colores corresponde a la duración. En este

caso, cuando se generó un atraso en las actividades, el color se torna rojo, si la actividad finalizó en el tiempo programado, el color de la celda es amarillo y si las actividades se finalizaron con éxito antes del tiempo estimado, los días de ganancia se tornan color verde.

En la figura 6 se muestran, además, tres gráficos. El primero de estos muestra una comparativa de los precios totales con y sin variaciones; el siguiente proyecta las desviaciones estándar de la variación de los materiales presupuestados inicialmente y los utilizados realmente en el proyecto. El último realiza una comparativa entre la duración programada inicialmente contra la duración real de cada renglón de pago utilizado en ese proyecto en específico.

Figura 8.
Hoja de resumen general del proyecto.



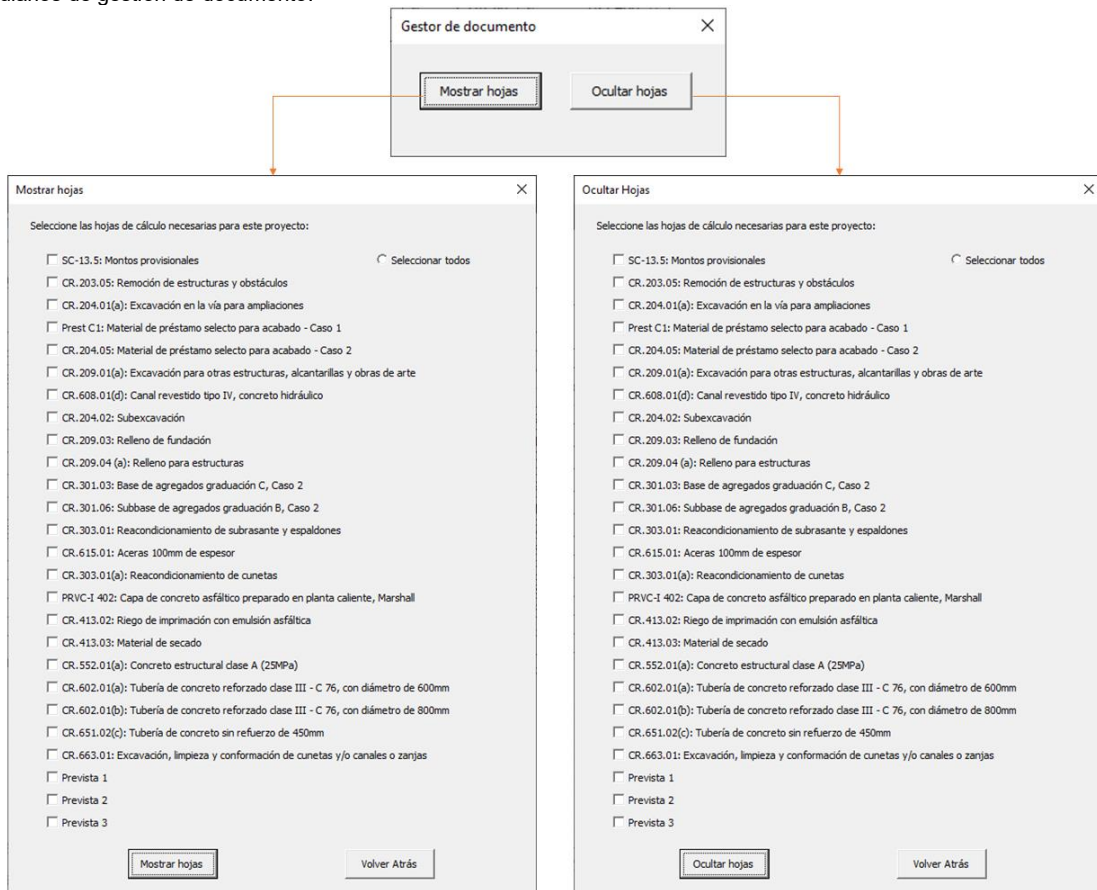
Nota. Autoría propia y de la UTGVM de Pococí a partir de Microsoft Office Excel®.

2.2 Navegación


Como se logra observar en las figuras anteriores, cada una de las hojas posee hipervínculos para poder volver al “índice” o dirigirse al “sumario de cantidades” y al “resumen general”. En estas dos últimas hojas también se cuenta con hipervínculos enlazados a cada una de las hojas de los renglones de pago.

Para agilizar el movimiento entre pestañas, el hipervínculo del índice llamado “gestionar documento” posee un macro que abre un formulario con dos botones. El primero de estos botones abre otro formulario llamado “mostrar hojas” el cual expone una lista de todas las hojas con renglones de pago disponibles en el documento. El otro se llama “ocultar hojas” y enseña exactamente lo mismo que el anterior. Como sus nombres lo indican, es posible seleccionar las hojas que contienen renglones de pago que se utilizarán en ese proyecto en específico para mostrarlas y ocultar el resto, esto con el fin de poder movilizarse mejor entre los renglones de pago necesarios y que los demás no interfieran. En la figura 7 se vislumbran estos formularios.

Figura 9.
Formularios de gestión de documento.



Nota. Autoría propia a partir de Visual Basic for Applications en Microsoft Office Excel®.

	Herramienta para el control de costos Manual de Usuario	UTGVM Pococí
---	--	---------------------

3 PROCEDIMIENTO

En este apartado se pretende mostrar al usuario final la forma más recomendable de utilizar la herramienta para enriquecer sus proyectos en la planificación y control de costos. Inicialmente se recomienda guardar esta herramienta vacía en almacenamiento en la nube de forma compartida con todos los usuarios finales de la unidad técnica. Adicionalmente, para cada proyecto nuevo, es recomendable la creación de una carpeta en el ordenador y copiar este archivo vacío sobre el cual se va a desarrollar este proyecto nuevo.

Al iniciar la herramienta, lo primero que se debe realizar es dirigirse a la hoja de “información” y rellenar los datos del anteproyecto y proyecto. La mayoría de estos datos se llenan de forma manual a excepción de los campos automatizados con listas de opciones predefinidas.

En la hoja “imágenes” se recomienda la inserción de la programación inicial del proyecto realizada en algún otro software, imágenes de inspección del sitio de trabajo y a lo largo del desarrollo de este, mostrar avances de obra por medio de fotografías. Por su parte, la pestaña de control de maquinaria y trabajadores se llena conforme avanza el proyecto. Para el cálculo de los materiales se debe ir a la hoja Inventario de necesidades. La unidad técnica se basa en este inventario.


Lo siguiente que se recomienda mostrar los renglones de pago, anteriormente determinados en la programación del proyecto, y ocultar los que no son necesarios para este proyecto en el sumario de cantidades y resumen general. Así mismo, lo siguiente sería dirigirse al índice y tocar el vínculo llamado “gestionar documento”. En los formularios emergentes se deben escoger los renglones de pago necesarios para este proyecto y ocultar los que no lo son.

En el sumario de cantidades es necesaria la inserción de las cantidades previamente calculadas y los precios unitarios de cada uno de los renglones de pago. A partir de este punto, el resto de los cálculos se realizan de forma automática conforme se avanza en el proyecto. Para esto, es necesario llevar el control de cada renglón de pago en su respectiva hoja de trabajo en el documento de cuánto se ha invertido hasta el momento. El control de boletas determina el avance de cada actividad en estas hojas. Cada una de estas hojas contempla si las labores se realizan por contrato o por administración. En ambos casos, la unidad técnica debe realizar el control de los costos.


En caso de requerirse la inserción de un nuevo renglón de pago, el documento contiene tres espacios provisionales para esta tarea. Simplemente es necesario mostrarlos e insertar las tablas requeridas.

Como se mencionó anteriormente, el resumen general también se calcula de forma automática conforme avanza el proyecto. Lo único que se debe colocar de manera manual en esta hoja son los días de los tiempos de ejecución, tanto programados como reales.

En caso de existir alguna variación en los materiales inicialmente estimados, se deben editar las columnas de variaciones contempladas en la hoja de sumario de cantidades. Los gráficos van mostrando a lo largo de la ejecución del proyecto cómo se altera el

 <p>MUNICIPALIDAD DE POCOCCI</p>	<p>Herramienta para el control de costos Manual de Usuario</p>	<p>UTGVM Pococí</p>
---	--	----------------------------

proyecto inicialmente pensado con las variaciones realizadas.

 <p>MUNICIPALIDAD DE POCOCCI</p>	<p>Herramienta para el control de costos</p> <p>Manual de Usuario</p>	<p>UTGVM Pococí</p>
---	---	---------------------

4 RECOMENDACIONES

- Siempre mantener una copia vacía de la herramienta para evitar perder tiempo eliminando datos de proyectos anteriores.
- Conforme se va editando el documento, guardar constantemente o guardarlo de forma inicial en la nube para que se guarde automáticamente y no correr el riesgo de perder información.
- Contemplar siempre los patrones de colores ya que, en todos los casos, el color rojo significa que hay algún error y es necesario tomar acciones correctivas. Entre más rápido se corrija el error, menos repercusiones tendrá a futuro en el proyecto y, por ende, habrá menos atrasos y se reducirá los costos.
- No cambiar el nombre de las hojas de trabajo debido a que los macros hacen referencia a estas hojas por su nombre. Cambiar este nombre haría que los macros fallen y la herramienta deje de ser funcional.
- Utilizar los gráficos mostrados hasta que finalice el proyecto debido a que, si se usa antes, la información está incompleta por lo que los gráficos también. Con estos gráficos es posible tomar decisiones en proyectos futuros.