

Modelo para la programación y control del plazo, costo y calidad de proyectos, para la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA

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. Sonia Vargas Calderón, 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: 2022.02.09
11:56:56 -06'00'

MANUEL
ANTONIO
ALLAN
ZUÑIGA
(FIRMA)

Digitally signed
by MANUEL
ANTONIO ALLAN
ZUÑIGA (FIRMA)
Date: 2022.02.09
10:17:38 -06'00'

Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director

Ing. Manuel Alán Zúñiga
Profesor Guía

GIANNINA
ORTIZ
QUESADA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por GIANNINA ORTIZ
QUESADA (FIRMA)
Fecha: 2022.02.09
13:40:09 -06'00'

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado
digitalmente por
SONIA VARGAS
CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2022.02.09
13:42:59 -06'00'

Ing. Giannina Ortiz Quesada.
Profesora Lectora

Ing. Sonia Vargas Calderón.
Profesora Observadora

Abstract

This project consisted of making a model to improve the programming and control of projects in the company Carlos Mata Arquitectura y Construcción, to achieve this work focused on achieving 4 specific objectives.

The first was to carry out a study of the information of previous projects carried out by the company, and then make a diagnosis of their situation. For which previous budgets, schedules and information provided directly by the owner were taken into account.

Subsequently, both bibliographic and similar company research was carried out on the good practices used in programming and control.

The objective of this research was to determine the qualitative gap that exists between the company under study, as the literature says and the companies that are in the current market, in addition the results obtained were reflected in a matrix of qualitative gap analysis.

Based on the analysis that was made, several tools were proposed to shape the model, within which we can find, a format for making budgets, a user guide for the basic use of MS Project, a format for making cash flows and payment tables and checklists for quality inspections and deadlines, in addition to a format for making photographic records on site.

Finally, the tools were implemented in an already completed project of the company and through the comparison of the results obtained previously, against the new results it was possible to conclude that the model is functional to carry out adequate programming and control, thus achieving the validation of the east.

Keywords: Management, Programming, Control, Deadlines, Costs.

Resumen

Este proyecto consistió en realizar un modelo para mejorar la programación y el control de proyectos en la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción, para lograrlo este trabajo se enfocó en alcanzar 4 objetivos específicos.

El primero, consistió en realizar un estudio de la información de proyectos anteriores realizados por la empresa, para luego hacer un diagnóstico de su situación. Para lo cual se tomó en cuenta presupuestos anteriores, cronogramas e información brindada directamente por el dueño. Posteriormente se hizo una investigación tanto bibliográfica como de empresas similares, sobre las buenas prácticas que se emplean en materia de programación y control.

El objetivo de esta investigación fue determinar la brecha cualitativa que existe entre la empresa en estudio, lo que señala la bibliografía y las empresas que se encuentran en el mercado actual, además los resultados obtenidos se plasmaron en una matriz de análisis de brecha cualitativa.

A partir del análisis que se hizo, se propusieron varias herramientas para conformar el modelo, dentro de las que podemos encontrar, un formato para la realización de presupuestos, una guía de usuario para el uso básico de MS Project, un formato para confeccionar flujos de caja y tablas de pagos, así como listas de chequeo para inspecciones de calidad y plazos, además, un formato para realizar registros fotográficos en obra.

Finalmente se implementaron las herramientas en un proyecto ya finalizado de la empresa, donde por medio de la comparativa de los resultados obtenido anteriormente, contra los nuevos resultados, se logró concluir que el modelo es funcional para realizar una adecuada programación y control, alcanzando así la validación del mismo.

Palabras clave: Gestión, Programación, Control, Plazos, Costos.

Modelo para la programación y control del plazo, costo y calidad de proyectos, para la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA

JOSÉ RODOLFO RODRÍGUEZ VARELA

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

Noviembre del 2021

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	5	Conclusiones	66
Resumen ejecutivo	6	Recomendaciones	67
Introducción	1	Apéndices	68
OBJETIVO GENERAL	1	APÉNDICE A	69
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1	APÉNDICE B	70
Planteamiento del problema y justificación ...	2	APÉNDICE C	71
ANTECEDENTES.....	2	APÉNDICE D	71
PROBLEMA	2	APÉNDICE E	72
JUSTIFICACIÓN.....	3	APÉNDICE F.....	72
Marco teórico	5	APÉNDICE G	73
Metodología	11	APÉNDICE H	74
ANÁLISIS ACTUAL DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA	11	APÉNDICE I.....	75
INVESTIGACIÓN SOBRE BUENAS PRÁCTICAS DE		APÉNDICE J.....	76
PROGRAMACIÓN Y CONTROL.....	12	APÉNDICE K	76
DESARROLLAR EL MODELO DE PROGRAMACIÓN Y		APÉNDICE L.....	77
CONTROL.....	12	APÉNDICE M.....	78
IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN Y		APÉNDICE N	79
CONTROL.....	13	APÉNDICE O	80
Resultados	15	APÉNDICE P	81
RECOPIACIÓN DE ACTIVOS Y PROCESOS ACTUALES DE		APÉNDICE Q.....	81
LA EMPRESA	15	APÉNDICE R	82
INVESTIGACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS	21	APÉNDICE S	82
MATRICES DE ANÁLISIS DE BRECHA CUALITATIVA	33	APÉNDICE T.....	83
MODELO PARA LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE		Anexos	84
PROYECTOS.....	43	ANEXO A	85
Implementación del Modelo	53	ANEXO B	85
ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO	53	ANEXO C	86
NIVEL DE DETALLE DEL PRESUPUESTO	54	ANEXO D.....	87
MÉTODOS DE CÁLCULO DE LOS RECURSOS.....	55	ANEXO E	88
CIERRE ADECUADO DEL PRESUPUESTO	56	ANEXO F	88
RESULTADO DE COSTOS Y DURACIÓN FINAL.....	57	ANEXO G.....	89
FACILIDAD PARA REALIZAR EL CONTROL	58	ANEXO H.....	89
HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL EN INSPECCIONES	59	ANEXO I.....	90
Análisis de resultados	61	Referencias	91

Prefacio

En la actualidad existen un gran número de empresas dedicadas a la ejecución de proyectos constructivos, sin embargo, muchas de estas presentan problemas y falencias tanto en la etapa de planeación como en la de control. Por lo general, las empresas del país a las que se les hace más difícil ejecutar adecuadamente estas tareas, son las que se encuentran en zonas costeras y alejadas del área metropolitana.

Los motivos principales por los que estas empresas están más expuestas a esta situación son, que las condiciones climáticas son más adversas y exigentes que en otras zonas del país, las largas distancias para realizar traslados de materiales, equipo y mano de obra, el difícil ascenso a los lugares donde se ubican los proyectos, la mano de obra poco calificada disponible en la zona, además de la disminución del rendimiento de los trabajadores.

Ahora bien, tanto la accesibilidad como el clima son factores muy difíciles de controlar, pero otros como la mano de obra están más al alcance del control del Ingeniero. Pese a esto, la clave está en saber cómo gestionar de forma más eficiente las condiciones y los recursos con los que se cuenta y de esta forma generar un plan a seguir, para la ejecución de los proyectos en el que se contemplen todos estos factores, así como el tipo de problemáticas que pueden provocar.

Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo principal de este proyecto es ofrecer un modelo para el mejoramiento de la programación y el control de los plazos, el costo y la calidad de los proyectos, realizados por la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA, para que mediante el uso de las herramientas que lo conformarán, la empresa pueda dar un salto de calidad con respecto a las empresas que hay actualmente en el mercado, además de reducir la probabilidad de tener que incurrir en el pago de multas por atrasos, la disminución de la ganancia final obtenida y problemas legales por incumplimientos de contrato.

Agradecimientos:

Primero a agradezco a Dios por haberme ayudado a mantener la constancia y el esfuerzo durante toda mi carrera.

Un agradecimiento especial a Azalea Guzmán Belmont, por la ayuda y el cariño brindado durante la ejecución de este proyecto, así como durante mis estudios.

A mi familia por el apoyo, agradeciéndoles por el acompañamiento y motivación mostrados en esta etapa.

Agradezco a los profesores del Tecnológico de Costa Rica por los conocimientos y enseñanzas transmitidas, especialmente al profesor Ing. Manuel Alán Zúñiga, quien me guió en la realización de este proyecto

Finalmente, un agradecimiento a la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA, así como al Arq. Carlos Mata, quien creyó en este proyecto desde el principio, depositando la confianza en mí para ejecutarlo.

Resumen ejecutivo

En el presente documento se realizó un estudio de los procedimientos empleados por la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA, relacionados con la programación y el control de proyectos, en términos de plazo, costo y calidad, esto se hizo con la finalidad de ofrecer un diagnóstico de la situación en la empresa en ese momento, posteriormente se propuso la realización de un modelo para la programación y el control de proyectos, el cual pudiera ofrecer las herramientas necesarias para subsanar esos problemas.

Los temas en los que se enfocó este proyecto, pertenecen a una gran rama de la construcción, como lo es la gestión de proyectos constructivos, por tal motivo para la Escuela de Ingeniería en Construcción, adquirió mucha importancia el hecho de que este proyecto se pudiera realizar ya que al tener unos resultados favorables se pudo demostrar que la formación académica que se imparte a los estudiantes es de alta calidad, generando competitividad en sus egresados, específicamente en materia de gestión de proyectos, como queda evidenciado en este documento y en todos los elementos relacionados con la realización del mismo.

Para lograr el objetivo de este proyecto, primero se realizó un análisis de los procesos y activos relacionados con la programación y el control de los proyectos que se hacían en ese momento, luego se obtuvo un diagnóstico de esas situaciones.

Posteriormente se investigó sobre las buenas prácticas de programación y control de obra, tanto en referencias bibliográficas como en las empresas que compiten en el mercado, de esta manera se identificó la brecha cualitativa que tenía la empresa, la cual se plasmó en dos matrices de análisis.

Con base en esta brecha se propusieron herramientas y procedimientos como: Una herramienta para estandarizar la realización de presupuestos, una guía básica para la programación de proyectos en el software MS Project, un formato para la elaboración de flujos de caja y tablas de pagos, así como una herramienta para el control en inspecciones mediante listas de chequeo de calidad y plazos, además de un formato para realizar registros fotográficos durante las inspecciones, el

cual complementa las listas anteriores. Todos estos documentos formaron parte del modelo, de acuerdo con los requerimientos de la empresa.

Finalmente se implementó el modelo de programación y control en un proyecto que la empresa ya había finalizado, esto con el fin de realizar una comparativa y un análisis de los resultados obtenidos con las nuevas herramientas, contra los resultados que se tuvieron con los métodos anteriores.

De esta forma se logró obtener la validación del modelo, demostrando ser efectivo para realizar una adecuada programación y un control eficiente, además de aportar recomendaciones tanto para el uso de las herramientas que se les brindaron, como para el fortalecimiento de sus métodos.

Introducción

En este documento se pretende mostrar la necesidad de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA, de mejorar y estandarizar sus herramientas, técnicas y procedimientos en general en cuanto a la programación y el control de los proyectos constructivos que realizan actualmente; esto para poder aumentar la eficiencia en sus proyectos y así posicionarse de una mejor forma en el mercado actual, para ser una empresa más sólida, además de que aumenten sus posibilidades de crecimiento, ya que es una empresa con mucho potencial, en la que actualmente cuentan con pocos proyectos que alcanzaron el desarrollo, alrededor de 12 000 m² construidos, por una cantidad de más de 70 000 m² diseñados.

Para este fin se pretende crear e implementar un modelo de programación y control que conlleve un mejoramiento en cuanto al plazo, al costo y a la calidad de los proyectos de la empresa. El cual pueda ser aplicado en cualquiera de los proyectos constructivos venideros y que satisfaga los requerimientos que tanto necesitan actualmente. Una vez creado, para poder determinar la eficiencia y la practicidad en campo, del modelo generado será necesario realizar la validación del mismo, aplicando en campo todas las herramientas, prácticas y procedimientos que lo conforman.

¿Cómo se pretende realizar este modelo?, ¿Cuáles son los procedimientos a seguir para lograrlo?, ¿Qué herramientas y técnicas lo conformarán? Junto con el desarrollo de las mismas, son los aspectos que serán mostrados dentro del desarrollo de este documento, además de justificar ampliamente el por qué la empresa necesita de este modelo y de plantear los objetivos la metodología y el cronograma de trabajo que se va a seguir durante el desarrollo de este. También se estarán mostrando conceptos que serán de mucha ayuda para tener más claro el contexto que tiene un modelo para la programación y control de proyectos, aparte de esto se presentarán los datos actuales recopilados de cómo la empresa realiza actualmente sus procedimientos, se investigará sobre cómo se

realizan estas prácticas en otras empresas de forma exitosa y además se presentará la información que se obtenga de fuentes bibliográficas.

Finalmente, con base en esta información se realizará un análisis de la misma, que nos permita iniciar con la elaboración del modelo, para posteriormente validarlo y así poder alcanzar los objetivos planteados para este proyecto, llegando a las conclusiones finales y recomendaciones que sirvan a la empresa para mejorar en los aspectos que se encuentran en estudio.

Objetivo general

Mejorar la gestión de los proyectos constructivos desarrollados por la empresa CARLOS MATA ARQUITECTURE Y CONSTRUCTION, mediante la elaboración de un modelo para la programación y el control de la obra, relacionado con el plazo, costo y calidad.

Objetivos específicos

- Realizar un análisis actual de los procesos y activos relacionados con la programación y el control para la obtención de un diagnóstico que evidencie los problemas formulados.
- Investigar las buenas prácticas acerca de la programación y el control de obra mediante referencias empresariales y bibliográficas para la identificación de una brecha cualitativa con la empresa.
- Proponer los procedimientos, técnicas y herramientas que conformarán el modelo de programación y control acorde a los requerimientos de la empresa.
- Implementar el modelo de programación y control en un proyecto real ya finalizado para lograr la validación de los requerimientos establecidos por la empresa.

Planteamiento del problema y justificación

Antecedentes

Carlos Mata Arquitectura y Construcción es una empresa creada por el Arq. Carlos Mata Rodríguez en el año 2013, en la provincia de Puntarenas específicamente en la zona de Punta Uvita, esta empresa desarrolla distintos tipos de proyectos, mayormente ubicados en la costa del Pacífico sur de Costa Rica, dentro de los cuales podemos mencionar: proyectos residenciales, de diseño urbano, oficinas, hoteles y restaurantes entre otros. Todos estos conforman una cantidad de proyectos desarrollados de 12 000 m² y una cantidad de más de 70 000 m² diseñados.

La estructura organizacional con la que cuenta esta empresa consta del dueño, el Arq. Carlos Mata, el cual aparte de cumplir con las funciones del diseño arquitectónico, también se encarga de cumplir con las funciones administrativas tanto de la empresa como de algunos de los proyectos, por otro lado, la empresa cuenta con el Ing. Guillermo Hernández encargado del diseño estructural y del Ing. Ignacio Delgado encargado del diseño electromecánico, para un total de dos colaboradores de la empresa más el dueño.

Además, también es importante mencionar que en los proyectos que la empresa desarrolla, se incorpora otro trabajador para las tareas de campo, que puede ser un Ingeniero Civil o un maestro de Obras.

Problema

Tomando en cuenta la zona geográfica en la que se ubica la empresa y que además tiene relativamente poco tiempo de haberse fundado, se podría decir que cuentan con un buen margen de crecimiento ya que por el tipo de proyectos que se realizan en la zona, se suele contar con un amplio presupuesto, proveniente de clientes extranjeros y además siendo una empresa nueva en el mercado de la construcción pueden usar este volumen de proyectos y presupuesto como un impulso para crecer y posicionarse mejor.

Por este motivo, es que actualmente la empresa cuenta con más metros cuadrados diseñados que construidos, precisamente por la incertidumbre que genera el no contar con la seguridad y procesos de gestión adecuados que permitan llevar el proyecto a una conclusión satisfactoria. A continuación, se muestran un par de gráficos que reflejan el crecimiento que ha tenido la empresa tanto en área construida por año como en área diseñada por año.



Figura 1: Gráfico del recorrido de la empresa reflejado como área de construcción por año.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

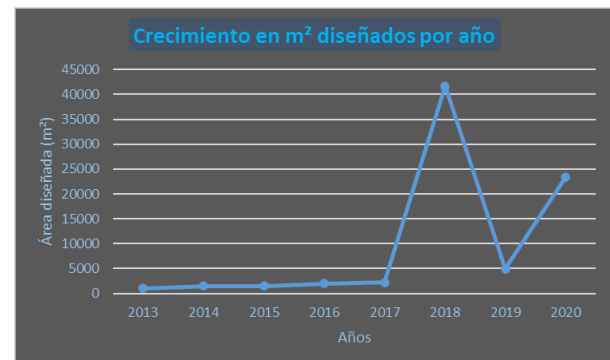


Figura 2: Gráfico del recorrido de la empresa reflejado como área diseñada por año.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Como se puede ver en la figura 1, en los años 2016 y 2017 fueron en los que la empresa construyó, arrancando en 2016. Es importante mencionar que debido a los problemas que han tenido en cuanto a la gestión de los proyectos, la empresa no ha vuelto a tener la seguridad necesaria como para volver a ejecutar proyectos de construcción y como se puede ver en la figura 2, se han enfocado más en la parte arquitectónica, encargándose en su mayoría de los

diseños, planos y permisos, además de algunas inspecciones.

Como se ve en la figura 2, en 2018 fue su mejor año ya que se diseñaron proyectos de varias hectáreas, como, por ejemplo, parques y zonas recreativas. En 2019 la empresa tuvo una decaída en el volumen de proyectos, lo cual según el dueño de la empresa se debió a la influencia del IVA en el mercado de la construcción, por otra parte, en el año 2020, se han ido recuperando en cuanto a los proyectos de diseño a pesar de la situación de la pandemia que vivimos actualmente. También, es importante mencionar que para el año 2021 la empresa cuenta con varios proyectos en puerta, que van desde la etapa de diseño hasta la etapa de ejecución, incluso en varios de estos proyectos se arrancará con su construcción en los meses de febrero y marzo del año 2021.

En la actualidad, la empresa tiene algunos problemas en sus proyectos, que se evidencian más en la etapa de ejecución, muchos de estos son productos del tipo de mano de obra poco calificada, que se encuentra en la zona, ya que debido a esto suelen incurrir en reprocesos y por lo tanto atrasos en los plazos. Otro de los factores que les generan problemas es el clima de la zona, el cual provoca que los trabajadores no puedan desempeñarse de forma adecuada, en días con un calor y humedad extremos o que el avance de la obra se pare por una gran cantidad de lluvia. También se debe mencionar el difícil acceso que hay en ciertos proyectos, ya que esto provoca que haya atrasos de materiales y de equipo al tener que mandarlos a traer de zonas lejanas, para transportarlos por un terreno difícil, lo cual podría empeorar por el clima. Todo esto produce que en los proyectos sea algo recurrente, las ampliaciones en los plazos y por ende un atraso en la entrega final, además los factores antes mencionados, así como también, producirá sobrecostos y todo esto va a afectar de forma inminente la utilidad obtenida en cada proyecto; lo cual es un problema muy grave para una empresa que está en crecimiento y que busca ampliar su estructura organizacional para posicionarse de forma sólida en el mercado de la construcción.

Para poder ejemplificar esto de una forma más clara se tomaron 4 proyectos de referencia obtenidos de la empresa, en los que se puede ver la comparativa tanto en costo como en plazo, entre lo que se proyectó inicialmente y lo que terminó pasando en la realidad, además de colocar una columna en la que se ve reflejado si hubo algún reclamo o no, en cuanto a la calidad final del

proyecto. Dicha información se muestra en el cuadro número 1.

Según lo reflejado en este cuadro, es evidente el problema en cuanto a la gestión que está teniendo la empresa a la hora de ejecutar sus proyectos constructivos, ya que como se ha mencionado anteriormente, hay errores que han dado como resultado que los costos reales o finales sean más altos de lo presupuestado inicialmente, además en los plazos, se puede ver como en los proyectos siempre se toma más tiempo de lo que se presupuestó, incluso vemos como en el proyecto 4, no aparecen ni el costo ni el plazo final, esto se debe a que de acuerdo con la empresa este proyecto no fue concluido por ellos y que el cliente cambió de empresa para finalizar el proyecto, ya que tanto los costos, los plazos y la calidad no estaban siendo del agrado del cliente.

Justificación

La accesibilidad a las zonas de los proyectos o el clima son factores muy difíciles de controlar y otros como la mano de obra están más al alcance del Ingeniero. Pese a esto, la clave está en saber cómo gestionar de la forma más eficiente tanto las condiciones como los recursos con los que se cuenta y de esta forma generar un plan a seguir para la ejecución de los proyectos en el que se contemplen todos estos factores, así como el tipo de problemáticas que pueden provocar.

Para lograr esto se requiere realizar un modelo de gestión, donde una correcta programación previa, al inicio de la obra, sea clave para que posteriormente se ejecute y se pueda llevar un control más eficiente en la etapa de ejecución, lo cual es fundamental para lograr llevar el proyecto a buen puerto, manteniendo el control durante todo el proceso.

Dentro de los beneficios esperados al elaborar este modelo de gestión podemos mencionar:

- Cumplimiento de los cronogramas de proyectos para reducir los atrasos.
- Mejorar el manejo del recurso humano, materiales y equipos.
- Mejorar el control de los costos en la etapa de ejecución.
- Asegurar lo más posible la totalidad de la utilidad.

- Asegurar que las obras lleguen al cliente como un producto de la calidad y en el plazo esperado.
- Ofrecer mejoras para la etapa de planeación.
- Estandarizar los procesos de programación y control de los proyectos.

Cuadro 1: Comparativa entre la programación de los proyectos y el resultado final, en cuanto a plazo, costo y calidad

Nombre del Proyecto	Tipo de Proyecto	Costo estimado	Costo final	Plazo estimado (Meses)	Plazo final (Meses)	Reclamos
Proyecto 1	Remodelación	\$17 000,00	\$17 000,00	2,5	3,5	NO
Proyecto 2	Construcción	\$210 000,00	\$260 000,00	5	7	SI
Proyecto 3	Remodelación	\$475 000,00	\$720 000,00	5	7	NO
Proyecto 4	Remodelación	\$388 000,00	-	8	-	SI

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word.

Marco teórico

Para poder realizar la elaboración de un Modelo que permita realizar de forma más eficiente todas las etapas de un proyecto de construcción, es necesario tener claro los diferentes conceptos, técnicas y estudios que se hayan realizado en materia de gestión de proyectos, específicamente en lo que respecta a los procesos de programación del proyecto y el control de obras.

Por esta razón, en este apartado se encontrarán todos los conceptos e ideas fundamentales, necesarias para facilitar la comprensión de los temas de interés y de esta forma tener una base para utilizarla como punto de partida en la elaboración de este modelo.

Modelo de Gestión

Un Modelo de Gestión consiste en “Lograr una correcta disposición de los recursos generalmente escasos que se encuentran en una organización con el fin de maximizar su rendimiento, llevando a cabo una serie de actividades” (Álvarez, 2017).

El objetivo principal de un Modelo de Gestión, es formalizar de una manera profesional las estrategias y los planes de acción que llevarán a la empresa de donde está a dónde quiere llegar.

Un modelo de gestión marca los objetivos de la compañía, su situación inicial y el camino que se debe seguir, de esta forma a partir de este modelo se enlazan el aspecto económico con el aspecto operativo para así lograr que la empresa alcance los objetivos y las expectativas que se tienen. Fuente (La Neurona, 2019).

Según (Álvarez, 2017) para lograr el objetivo principal de un modelo de gestión se pueden mencionar algunos objetivos específicos planteados genéricamente como lo son:

- Reducir riesgos a la organización.
- Dirección por objetivos.
- Evaluar y controlar si las propuestas realizadas se están cumpliendo o no.
- Identificar e implementar áreas de mejora en la organización.

Para crear un buen modelo de gestión es necesario tener en cuenta lo siguiente:



Figura 3. Aspectos importantes en un modelo de gestión.
Fuente: Álvarez, 2017.

Proyectos

Los proyectos consisten en un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. El que sea temporal indica que estos tienen un principio y un fin y no necesariamente son de corta duración, además para finalizar un proyecto se requiere de la aprobación y autorización de una autoridad competente (PMI, 2017).

El final de un proyecto se da cuando se llega a alguno de estos escenarios:

- Se logran los objetivos.
- Se termina el proyecto al no poder cumplir con los objetivos.
- Ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida de un proyecto, son toda la serie de fases por la que pasa el proyecto, desde su inicio hasta su fin, estas fases se componen de actividades relacionadas de manera lógica y pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas y pueden clasificarse típicamente dentro de la siguiente estructura:

- Inicio del Proyecto.
- Organización y preparación.
- Ejecución del trabajo.
- Cierre del Proyecto. (PMI, 2017).

Durante todo el ciclo de vida del proyecto, se pueden presentar variables que lo afectan directamente, algunas de estas son el costo y la dotación de personal, las cuales son bajas al inicio del proyecto; por otro lado, tenemos los riesgos, que son mayores en el inicio del proyecto. Finalmente tenemos la capacidad de los interesados de influir en las características finales del producto, sin afectar de forma significativa el costo o el cronograma, esto tiene una probabilidad más alta en el inicio del proyecto y luego va disminuyendo. Estos comportamientos se pueden ver ilustrados en la siguiente figura:

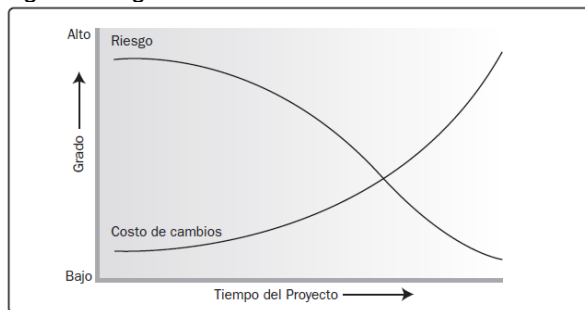


Figura 4. Impacto de las variables en función del tiempo.
Fuente: Project Management Institute, 2017.

Dirección de proyectos

La dirección de proyectos, es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades que conforman un proyecto y de esta forma poder cumplir con los requisitos de este.

Se logra mediante la aplicación e integración adecuada de los procesos de dirección identificados para el proyecto.

Para realizar de forma correcta la dirección de proyectos hay que tener en cuenta los siguientes aspectos (PMI, 2017).

- Identificar los requisitos del proyecto.
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados.
- Establecer y mantener una comunicación activa con los interesados.
- Gestionar los recursos.
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen, entre otras.
 - ✓ Alcance
 - ✓ Cronograma
 - ✓ Costo
 - ✓ Calidad

- ✓ Recursos
- ✓ Riesgos

Es importante recordar que dependiendo de las circunstancias que tiene cada proyecto debe adecuarse la implementación de los procesos de dirección de proyectos y el nivel de prioridad de las restricciones de estos (PMI, 2017).

Tanto los proyectos constructivos como la dirección y gestión de los mismos, conllevan un gran esfuerzo de forma general el cual contiene muchas actividades y tareas de gran complejidad, que deben ser abordadas de forma específica, para tener un mayor control de forma focalizada en las distintas etapas que tiene un proyecto. Para esto, la administración o direcciones de proyectos se subdividen en 4 funciones o procesos básicos, los cuales son:

- **Planeación:** Consiste en una estrategia general que sirva de guía para el desarrollo de un proyecto, elaborada a partir de las actividades generales de este para luego estimar sus tiempos de duración, posibles limitaciones e imprevistos (Rivera Esteban, 2015).
- **Programación:** Consiste en realizar un plan más detallado basado en actividades específicas, para esto se ordenan las actividades con un orden lógico de acontecimientos, se les asigna una duración y una fecha de inicio y una de fin, además se designan las diferentes relaciones entre actividades y se establecen las dependencias y restricciones que existen entre ellas (Rivera Esteban, 2015).
- **Organización:** Se realiza con base en la programación y consiste en designar y organizar los recursos que requiere cada actividad, los cuales pueden ser; herramientas, materiales, mano de obra o equipo. Además, se realiza la selección del personal idóneo para cada trabajo específico y se le asignan sus labores de acuerdo con los requerimientos establecidos en la programación de obra (Rivera Esteban, 2015).
- **Control:** Se elabora un sistema de control que le permite al administrador medir, reportar y prevenir las variaciones en tiempo, costo y calidad del proyecto. Por medio del control se deben realizar modificaciones constantes en la programación, para poder resolver los

problemas y desviaciones a tiempo y poder cumplir con el plan general, este control podría ser diario, semanal o mensual dependiendo de la actividad, de la etapa del proyecto en que se esté y de la figura que lo esté realizando (Rivera Esteban, 2015).

Estos procesos se pueden encontrar en tres categorías.

- Procesos utilizados una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.
- Procesos que se llevan a cabo periódicamente según sea necesario.
- Procesos que se realizan de manera continua a lo largo de todo el proyecto.

Cuando un proyecto se encuentra dividido en fases, los procesos dentro de los Grupos de Procesos interactúan dentro de cada fase, esta interacción puede darse iniciando una fase y terminando en otra o que también se vuelva a retomar ese mismo grupo de procesos en otra fase diferente, como se ve en la siguiente figura.

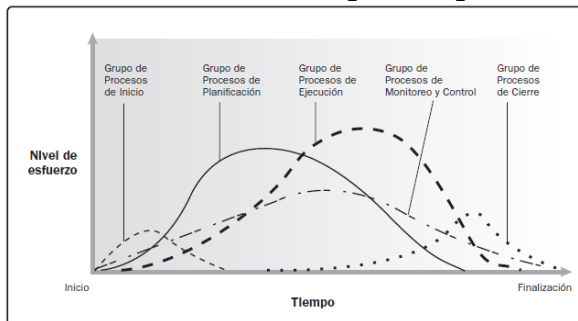


Figura 5. Ejemplo de Interacciones entre los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto o Fase.

Fuente: Project Management Institute, 2017.

Programación de proyectos

Antes de iniciar la etapa de ejecución de un proyecto, es necesario contar con un plan para programar y controlar la obra, el cual será utilizado como una guía a seguir durante todo el proyecto. Esta programación debe ser algo tangible que le permita al administrador identificar el trabajo por hacer, quien lo va a hacer, cuando se debe hacer, como se hará, el plazo y costo asociados.

Para realizar la correcta programación se deben tomar en cuenta todas las posibles variables que afecten al proyecto, como lo son: las condiciones climáticas, centros de obtención de material, medios de transporte disponibles y las

formas de obtención de la mano de obra, además de los recursos y factores externos del proyecto.

También es importante determinar los eventos y actividades más relevantes o de difícil ejecución y las restricciones y posibles limitaciones que podrían presentarse (Rivera Esteban, 2015).

Herramientas y técnicas para la programación de los proyectos

La planificación y la programación de proyectos son componentes extremadamente importantes en la gestión de proyectos, para poder cerrar el proyecto de forma satisfactoria es necesario tener un plan y una estrategia que nos clarifique el camino que debemos seguir para lograr los resultados esperados. Según (Mubarak, 2015), existen tres factores clave para lograr un buen sistema de programación, los cuales son:

- El factor humano: El profesional encargado de la programación debe conocer los conceptos, definiciones y aplicaciones de la programación y el control de proyectos.
- El factor tecnológico: Un buen sistema informático de programación (software y hardware), junto con un soporte de TI capaz.
- El factor administrativo: Un equipo de gestión dinámico, receptivo y solidario que cree en el uso de la programación como parte del esfuerzo de gestión.

Además de conocer estos factores es importante saber que existen algunos procedimientos, herramientas y técnicas que se deben emplear para desarrollar este plan de acción, según (Rivera Esteban, 2015) son los siguientes:

- Definición de actividades.
- Secuencia de actividades.
- Duración de actividades.
- Técnicas de programación.
 - ✓ Diagrama de barras o método de Gantt.
 - ✓ Curvas de producción acumulada.
 - ✓ Método de Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM)
 - ✓ PERT (Program Evaluation Review Technique)
 - ✓ Diagrama de tiempo y espacio.
- Estimación de Costos del proyecto.
 - ✓ Costos variables.

- ✓ Costos fijos.
- ✓ Costos directos.
- ✓ Costos indirectos.
- ✓ Costos de oportunidad.
- ✓ Costos hundidos o enterrados.
- Desarrollo del presupuesto.
- Asignación de recursos.
- Controlar los costos.

Con respecto a los costos del proyecto mencionados anteriormente, se explicará en que consiste el análisis de cada uno de ellos, para realizar una adecuada programación y control, según (Gladys Gbenedji, 2015) se definen de la siguiente manera:

- **Costos variables:** Estos dependen del volumen de producción como por ejemplo los materiales a utilizar. Además, cuanto más grande es nuestro proyecto, más cantidad y volumen de material necesitaremos.
- **Costos fijos:** Estos son independientes del volumen de producción, o sea del tamaño de nuestro proyecto. Como por ejemplo los alquileres.
- **Costos directos:** Son los costos que se ven reflejados o repercuten directamente en las actividades del proyecto. Como por ejemplo el costo del acero.
- **Costos indirectos:** Son los costos necesarios para llevar a cabo el proyecto pero que no repercuten directamente en las actividades que se divide este. Como por ejemplo el pago de la mano de obra o de la luz.
- **Costos de oportunidad:** Es el costo de la mejor opción no realizada, esto quiere decir que si tenemos un presupuesto para una actividad específica, acabado o material y manejamos varias opciones para pagarlo entonces significa que renunciaremos a alguna otra opción, esto se basa en el principio de la rentabilidad esperada.
- **Costos hundidos o enterrados:** Son los costos previos al inicio del proyecto en los que ya se incurrió, independientemente de si el proyecto se lleva a cabo o no. Como lo son los estudios de viabilidad, o los análisis de suelos.

Herramientas y técnicas para el control de los proyectos

A partir del momento en el que inician los proyectos existen muchos factores que pueden influir en ellos provocando que haya desviaciones fácilmente, esto podría manifestarse como un gasto específico o como un retraso en el cronograma, lo anterior según (Mubarak, 2015).

El control de proyectos es un proceso que debe realizarse de forma continua, durante toda la etapa de ejecución del proyecto, en este proceso se involucran una serie de funciones básicas, que hay que cumplir para realizarlo correctamente, según (Mubarak, 2015) estas consistirían en:

- Realizar un seguimiento del proceso del trabajo.
- Hacer una comparación con el cronograma y el presupuesto de referencia.
- Encontrar las variaciones, determinar dónde están, revisar el alcance de la variación y analizarlas para descubrir las causas.
- Tomar acciones correctivas cuando y donde sea necesario con el fin de llevar el proyecto de nuevo a tiempo y dentro del presupuesto.

Además de estas, existen otras funciones más específicas que ayudarán a llevar un adecuado control de los proyectos, para (Rivera Esteban, 2015), se pueden mencionar los siguientes tipos de control para lograr de forma más eficiente el proyecto:

- **Control de personal:** Consiste en llevar el control de todos los datos del personal desde el momento en el que fueron contratados además de que permite saber el rendimiento que estos ofrecen en sus labores diarias.
- **Control de planilla:** Consiste en llevar el control de los pagos en obra y dejar constancia de los pagos a los empleados, además también ayuda a controlar el volumen de trabajo hecho por estos ya que se lleva un control de las horas laboradas, horas extras, puntualidad, feriados, días libres, permisos y en general del cumplimiento de sus labores y su jornada.
- **Control de pedidos de material:** Por medio de este, se lleva el control de los materiales solicitados, de los nuevos pedidos generados por órdenes de cambio, de su precio, de su fecha ingreso y de las

cantidades, para de esta forma tener referenciado y poder generar de forma más específica el inventario. Además, también facilita generar la información necesaria para realizar la comparativa contra el presupuesto y flujo de caja programado inicialmente.

- **Control de egreso de material en obra:** Se utiliza en la obra, con el fin de tener un mayor control de los materiales que salen de la bodega. Y de esta forma conocer el tipo de material que sale, la cantidad, la actividad en la que se utilizará, el nombre de la persona que lo solicita y las fechas tanto de ingreso como de egreso y así se podrá llevar un mayor control sobre la cantidad de materiales que se están usando en cada actividad del proyecto. Además de que este es otro documento importante a la hora de realizar la comparación contra el flujo de caja proyectado inicialmente y el cronograma de actividades para ver el avance del proyecto.
- **Planilla de pago de subcontratistas:** Sirve para llevar el control de los pagos de los montos acordados con los subcontratistas y las cantidades que se les ha ido abonando durante el tiempo que dure su actividad en el proyecto. De esta forma tenemos un mayor control no solo de la parte económica relacionada con esta fuerza de trabajo, sino que también se tiene un mayor control de las tareas y actividades que están realizando y del tiempo que les está tomando, lo cual dependerá también de la forma de pago que se esté realizando.
- **Control de caja chica:** El llevar un control de la caja chica de los proyectos nos sirve para saber en todo momento como y donde se encuentra nuestro proyecto económicamente hablando ya que se debe describir en que se está gastando, las fechas, las formas de pago, los proveedores, los ingresos, los egresos y una descripción de la actividad, material o función que estos desarrollaron en el proyecto.

Estos conceptos muestran específicamente que aspectos del proyecto requieren de un control directo, pero además de tener claro cuáles son las áreas en donde se debe enfocar la atención a la hora de hacer el control, también debemos tener claro que

herramientas o técnicas nos pueden facilitar dicha tarea.

Para mencionar algunas de estas, podemos referirnos a aquellas que nos ayuden a controlar específicamente los costos, los plazos y la calidad de los proyectos, donde según (Gladys Gbegnedji, 2015) y (Gladys Gbegnedji, 2016) se pueden mencionar:

Para control de Costos

- **Gestión del valor ganado (EV):** Se utiliza para medir el desempeño del proyecto, integrando las mediciones del alcance del proyecto, de los costos y del cronograma. Utiliza términos como la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI). Nos sirve para evaluar la magnitud de las variaciones del cronograma y es importante determinar si las variaciones requerirán o no acciones correctivas.
- **Pronósticos o Proyecciones de Costo:** Consiste en hacer una proyección de la estimación a la conclusión (EAC), esto conforme va avanzando el proyecto. Y si se diera el caso de que difiere del presupuesto hasta la conclusión (BAC) y este pierde viabilidad, se debe proyectar una EAC (Reestimación o predicción de condiciones y eventos futuros).
- **Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCI):** Consiste en realizar una estimación de ajuste de gastos para así poder cumplir con el presupuesto del proyecto aprobado.
- **Revisiones de Desempeño:** Comparación del desempeño real del trabajo del proyecto contra la línea base del cronograma y la línea base de los costos.
- **Análisis de reserva:** Realizar una supervisión y un control de las reservas o asignaciones económicas para contingencias. En función de la identificación de nuevos riesgos, de la revaloración de los ya identificados y de los costes incurridos en los planes de contingencia activados, en los cuales hay que ajustar la reserva de contingencia.
- **Software de gestión de Proyectos y herramientas de planificación:** Existen varias opciones en el mercado que nos permiten facilitar las labores tanto de gestión

de proyectos como de control, como por ejemplo el MS Project. Se recomienda realizar un análisis de si es viable para la empresa adquirir una licencia de uno de estos softwares o si es mejor buscar opciones gratuitas dentro de lo que nos ofrece el mercado.

Para control de tiempos

- **Revisión del desempeño:** Consiste en medir, comparar y analizar el desempeño de las fechas reales de inicio y finalización, los porcentajes completados y la duración restante para el trabajo comenzado. Una forma de lograr esto es mediante la técnica del Valor Ganado (EV).
- **Análisis de variación:** Consiste en identificar y cuantificar las variaciones respecto al cronograma inicial, esto por medio de la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), de esta forma se puede determinar si es necesario aplicar acciones correctivas.
- **Técnicas de optimización de recursos:** En el caso de que sea necesario reducir el tiempo de duración del proyecto, estas técnicas consisten en hacer un manejo de los recursos como mano de obra, equipo, sub contratos o hasta algún cambio de material, para luego analizar cuál de las opciones es la que nos permiten reducir más los plazos afectando lo menos posible al costo total del proyecto.
- **Adelantos y retrasos:** Gestionar de forma eficiente los adelantos en el trabajo y los retrasos en las actividades para evitar que estos tenga el menor impacto posible en el tiempo de entrega del proyecto y que no provoquen algún desfase en el cronograma inicial y sus actividades sucesoras.
- **Compresión del Cronograma:** Tomar decisiones acertadas para realizar un reacomodo de las actividades del cronograma y en especial de la ruta crítica y de esta forma lograr concluir el proyecto en el menor tiempo posible.

Para control de Calidad

- **Muestreo estadístico:** Consiste en elegir parte de una población de interés para su

inspección y si se hace apropiadamente se puede reducir el costo en los controles de calidad.

- **Inspecciones:** Analizar un trabajo o producto determinado, para comprobar si cumple con los criterios de calidad establecidos inicialmente. Las inspecciones pueden ser más o menos detalladas y suelen estar compuestas de varias mediciones, además, también sirven para validar las reparaciones de defectos que ya se hayan realizado.
- **Revisión de solicitudes de cambio aprobadas:** Esta técnica está directamente relacionada con las inspecciones que se mencionaron anteriormente ya que para este caso también se realiza una inspección, pero específicamente a los productos y trabajos relacionados con órdenes de cambio para determinar si cumplen con los requisitos establecidos en la orden de cambio.
- **Listas de Verificación de la calidad:** Es una lista de chequeo, que puede ser usada para verificar que se han seguido una serie determinada de pasos necesarios para obtener un producto final satisfactorio.
- **Estudios comparativos:** Es de las más importantes ya que se analiza y recoge información de proyectos que ya se realizaron con anterioridad y después determinar las oportunidades de mejora que tienen los futuros proyectos, detectando que acciones fueron efectivas y cuales ocasionaron algún problema y así alcanzar un mejor rendimiento en los proyectos futuros.
- **Diagramas de flujo:** Mostrar una secuencia de pasos y las posibles ramificaciones que existen en un proceso, que transforma una o más entradas en una o más salidas y de esta forma mapear el proceso completo y facilitando su entendimiento y la detección de algún problema en el este.
- **Análisis costo-beneficio:** Establece la relación entre los costos y los beneficios de tomar cualquier decisión en el proyecto. Donde el principal beneficio de cumplir con los requerimientos de calidad es tener menos reprocesos, esto quiere decir mayor productividad, menos costos asociados a reclamos y una mayor satisfacción con el producto final.

Metodología

La metodología empleada para elaborar este proyecto, consistió en elaborar un Modelo para la programación y control del plazo, costo y calidad de los proyectos para la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción LTDA, por medio de la cual, se lograron los objetivos planteados al inicio del mismo, de esta forma ayudar a impulsar el crecimiento y eficiencia en sus proyectos constructivos.

Ahora bien, para lograrlo fue necesario tener claro las etapas en las que está dividido el proyecto, para luego explicar los métodos empleados en cada una de las etapas, dicho esto, a continuación, se presenta el desglose de estas junto con su desarrollo metodológico correspondiente.

Análisis actual de los procesos de la empresa

a) Inicialmente, se recopiló información para tener un punto de partida, el cual sirvió de base para ver en que estaba fallando la empresa y ver que procesos se estaban haciendo de una manera efectiva, para esto fue esencial realizar visitas a proyectos que la empresa ya tenía en curso o que estuviera supervisando, con el fin de detectar de forma directa estos fallos y aciertos.

b) Además de la información que se pudo obtener de proyectos en etapa de desarrollo, también fue de suma importancia realizar entrevistas con el dueño de la empresa, para recopilar datos referentes a proyectos que estuvieron en etapa de planeación y así analizar como desarrollaba la empresa esta etapa, que aspectos tomaban en cuenta, que actividades y que entregables realizaban, en general, cómo elaboraban la programación.

c) Una vez que se recopiló toda esta información se pasó a un proceso de evaluación de la misma. En dicha etapa se revisó si se realizaban de forma correcta las actividades relacionadas con

la programación y el control de costo, plazo y calidad, las cuales según el (Ing. Enrique Barreda Lizano et al., 2020), comprenden lo siguiente:

- Elaboración la Estructura detallada del trabajo (EDT), desagregando el proyecto en paquetes de trabajo.
- Elaboración en forma gradual o progresiva el PGP.
- Revisión y validación del programa de trabajo de los contratistas contra los hitos del proyecto, incluyendo tiempo, asignación de recursos y lógica de la ejecución.
- Revisión y actualización del alcance del proyecto.
- Revisión y actualización del presupuesto base, comprendiendo flujos de caja y gestión del financiamiento.
- Gestión de contrataciones, asegurando las buenas prácticas de gestión por parte de los contratistas, de acuerdo con los compromisos contractuales.
- Gestión de ordenes de cambio.
- Seguimiento y actualización de cronograma y presupuesto.
- Revisión de fechas probables de hitos, finalización y de costo total del proyecto.

Por mencionar algunas de las actividades en las que se evaluó su realización o no, en los proyectos construidos hasta este momento por parte de la empresa.

d) Posteriormente se elaboró un informe de diagnóstico, en el cual se viera reflejado el estado actual de los procedimientos que maneja la empresa; donde se indicaron los procedimientos que se estaban implementando y cuales les faltaba por hacer, donde luego, en otro apartado del proyecto, se evaluó si las tareas que si se realizaban se estaban haciendo de forma adecuada o no y para estos casos se detectó la necesidad de una intervención para su mejora.

Investigación sobre buenas prácticas de programación y control

a) Con la información ya recopilada, además de los datos de cómo la empresa estaba realizando sus procedimientos de programación y control ya recopilada, fue necesario realizar una investigación, revisión de documentos y de bibliografía referente a control de obras y programación de proyectos, de esta forma se obtuvo un punto de comparación que hizo más certera la evaluación para el mejoramiento de las prácticas que tenía la empresa.

Para este fin, se usaron documentos como: tesis, la Guía del PMBOK o la GIPIAC, además de otros documentos que se buscaron durante la elaboración de este proyecto.

b) Además de realizar una investigación y revisión documental y bibliográfica, se investigó sobre las herramientas tecnológicas que se estaban utilizando en la actualidad y que faciliten el poder generar documentos que permitan una programación más clara, certera y un control de obras más eficaz.

Para esto se recopiló información suficiente, que permitió realizar una comparativa entre todas las alternativas encontradas y posteriormente se hizo una selección más certera de las herramientas idóneas.

c) Con el finalidad de ampliar más el criterio para generar mejores herramientas y ofrecer soluciones más eficaces que ayuden a la empresa en estudio, se hizo una investigación sobre los procedimientos referentes a la programación y el control que realizaban otras empresas constructoras, en ese momento y de esta forma se pudo conocer que técnicas y herramientas usaban; es importante mencionar que a la información proporcionada por otras empresas se les dio un trato adecuado, además las empresas que se consultaron, son en términos operativos similares a la empresa en estudio y de esta forma se realizó una comparativa más efectiva.

d) En dicha comparativa, se valoró si los procedimientos, herramientas y técnicas implementadas por otras empresas se estaban realizando o no por la empresa en estudio, esto con la finalidad de saber cómo se encontraba esta empresa a nivel competitivo en el mercado actual y saber que margen de mejora podían tener por medio de cambios en sus procedimientos.

Además, si la empresa no realizaba estos procedimientos o los hacía de forma errónea, se procedió a evaluar si era factible aplicar estos procedimientos, o si por cuestiones de ubicación geográfica, capacidad económica de la empresa o falta de recurso humano calificado, no se podían implementar tal cual y en cuyo caso se tenían que adaptar a los requerimientos de la empresa o descartarlos y buscar otros caminos para realizar las mejoras.

Para esta comparativa se usó una matriz de análisis de brecha cualitativa. Esta matriz es una herramienta de análisis, según (Ruiz, 2015) consiste en comparar el estado y desempeño real de una organización, estado o situación en un momento dado, respecto a uno o más puntos de referencia seleccionados y a partir de ella poder planear las soluciones para poder alcanzar el objetivo deseado, que para el caso de la empresa en estudio es el mejoramiento de sus procesos.

Desarrollar el modelo de programación y control

a) Una vez obtenidos los insumos necesarios, que permitieron ver como se deben realizar correctamente todas las actividades para una correcta programación de los proyectos constructivos y que además permitieron detectar buenas prácticas para el control de costos, calidad y plazos; se procedió a escoger las herramientas tecnológicas más idóneas y prácticas, que se adaptaran al tipo de necesidades que tenía la empresa. Para esto se tomaron en cuenta softwares que no fueran de difícil acceso o, mejor dicho, que no fuera necesario hacer que la empresa incurriera en un gasto extra, como lo sería la adquisición de algún programa específico. Dicho esto, se consideró inicialmente el uso de programas como Ms Excel® y Ms Project®.

b) A partir de los insumos obtenidos en los objetivos 1-2 y por medio de los programas seleccionados anteriormente, se generó una herramienta que permitió mejorar las inspecciones de las obras para así tener un mayor control en cuanto al plazo y la calidad en edades tempranas de la ejecución de los proyectos.

Para lograr esto, se desarrolló una herramienta check list, para evaluar aspectos como el avance de la obra, la calidad de los elementos

construidos, la calidad de los acabados y la calidad de la materia prima que ingresa en el proyecto entre otros. Tanto las inspecciones como las check list "son necesarias para reflejar la condición actual de los proyectos en función las condiciones que se determinen inicialmente", (Peña, 2019).

c) Ahora bien, en cuanto al control de costos, para que la empresa pueda mejorar en este aspecto, se desarrolló una herramienta que permitiera gestionar el flujo de caja de forma más ordenada y transparente, ya que según (Peña, 2019) "es importante determinar los flujos de caja requeridos del proyecto de acuerdo con el cronograma de trabajo" de esta forma lograr un mejor manejo de los costos en función del tiempo y los materiales; además, esto también permitió de una manera más sencilla la adquisición de materiales y así avanzar en el desarrollo de los proyectos.

Para esto preliminarmente se hizo uso de hojas de cálculo, como las que nos brinda Ms Excel® ya que estas brindaban un mayor control de la información referente a los costos de los materiales, equipo, subcontratos y otros recursos necesarios en la construcción, de esta forma, al tener estos datos más a la mano se pudo realizar una hoja de cálculo que nos permitió llevar de una forma más eficiente el flujo de caja de los proyectos.

d) Una herramienta que fue clave desarrollar no solo para la programación, sino también para el control, son los cronogramas, para la correcta elaboración de estos, fue importante contar con la información y los datos correctos para elaborar un cronograma eficiente. Respecto a que datos son importantes a la hora de realizar el cronograma según el PMBOK, varía en función de la aplicación y parte de esta información que debe ser suministrada frecuentemente de forma detallada, incluye, pero no se limita a:

- Los requisitos de recursos por periodo de tiempo presentados usualmente por medio de histogramas.
- Cronogramas alternativos, tales como el mejor o el peor escenario, con o sin nivelación de recursos, o con o sin fechas obligatorias.
- Reservas de cronograma aplicadas.
- Histogramas de recursos
- Proyecciones de flujo de caja.
- Cronograma de pedidos y entregas.

Otra herramienta clave que fue necesaria para desarrollar la programación de los proyectos, es la elaboración, estructuración y la organización de

la EDT, en el cual según el PMBOK es importante hacer una descomposición de la totalidad del trabajo en paquetes más pequeños, para esto generalmente se aplican las siguientes actividades establecidas en la página 158 del (PMI, 2017)

- Identificar y analizar los entregables y el trabajo relacionado.
- Descomponer los niveles superiores de la EDT/WBS en componentes detallados de nivel inferior.
- Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT/WBS.
- Verificar que el grado de descomposición de los entregables sea el adecuado.

e) Luego de haber generado varias herramientas que ayudaron a mejorar tanto el control como la programación de los proyectos, se procedió a establecer estándares a partir de estas herramientas, con la finalidad de que la empresa se apegue a ellos, antes y durante la ejecución de sus proyectos. De esta forma se logra una mayor eficiencia en sus procedimientos y que esto repercuta en un mejoramiento en cuanto a plazos, costos y calidad de sus obras de construcción.

f) Todas estas herramientas, además de otras que sirvieron de complemento, son las que conforman el producto final de este objetivo, el cual consistió en el desarrollo del modelo de programación y control de proyectos; por lo tanto, se buscó que todas estén unificadas en un mismo documento y de esta manera facilitar su uso e implementación, además de que el manejo de la información se da de una forma más rápida y eficaz, para así ahorrar en tiempo y recursos.

Implementación del modelo de programación y control

a) Una vez desarrollado el modelo, fue necesario verificar su practicidad, ver si el producto final que se obtuvo es apto para poderlo aplicar a los proyectos de la empresa en estudio, para esto fue clave realizar una estrategia de implementación que permitiera evaluar la idoneidad del modelo.

Esta estrategia, se ejecutó en un proyecto de la empresa ya finalizado, del que previamente se

obtuvo la mayor cantidad de insumos, para elaborar el modelo, de esta forma y con la ayuda de un proyecto real que ya haya culminado, se pueda comparar los resultados y las diferencias que se pudieron haber logrado, al usar el modelo que se desarrolló en este proyecto. De esta forma, se pudo analizar, si es posible asegurar que este modelo cumple con los objetivos iniciales del proyecto y si finalmente dio solución a los problemas que tiene la empresa en cuanto a la programación y control.

b) Luego de haber ejecutado el modelo en un proyecto real de la empresa, se tuvo disponible la información final que se necesitaba del proyecto, posteriormente, se procedió a recopilar toda la información adicional, obtenida previo a la implementación, donde se encuentran los datos reales y los resultados obtenidos.

c) Con la información recopilada en un mismo documento se procedió a realizar un análisis final de los resultados obtenidos, de esta forma se revisó su cumplimiento, determinando así, si el modelo logró conseguir la validación.

d) Finalmente, con la etapa de elaboración de este informe concluida, se contó con los insumos necesarios para elaborar el documento final, donde también se encuentran una serie de conclusiones, que sirven para evaluar las enseñanzas y aprendizajes obtenidos a partir del proyecto, además de darle un cierre apropiado al documento final del proyecto de graduación.

Resultados

Recopilación de activos y procesos actuales de la empresa

En este apartado se elabora un informe que, de acuerdo con el objetivo número 1, exponga los procedimientos seguidos por la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción en sus proyectos constructivos. La información que se presenta a continuación, en su mayoría se recabo por medio de entrevistas con el Arq. Carlos Mata, dueño de la empresa, además de información documental adicional, que se utilizará para apoyar y presentar de forma más clara los métodos utilizados hasta el día de hoy por la empresa, además de facilitar el diagnóstico.

Como se puede apreciar en las figuras de los (Apéndices A y B), la empresa cuenta con el siguiente orden de actividades para realizar sus proyectos, el cual se presenta mediante un diagrama para facilitar su comprensión.

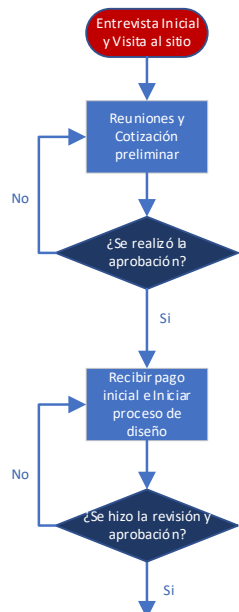


Figura 6: Diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Visio.

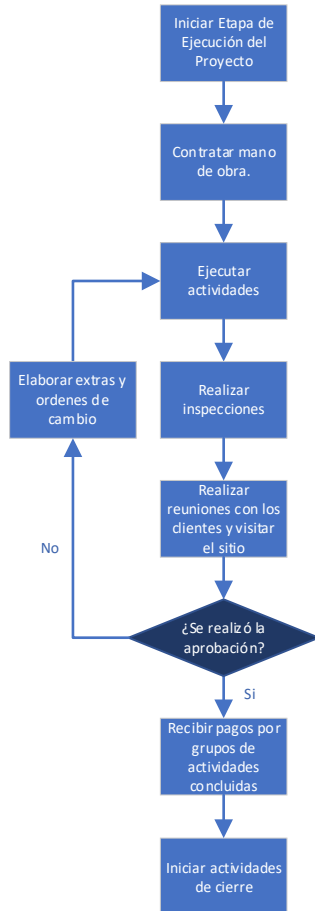


Figura 7: Segunda parte del diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Architecture y Construction.
Fuente: Elaboración propia.

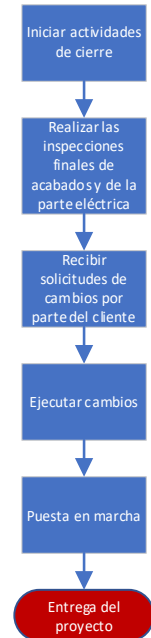


Figura 8: Parte final del diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Architecture y Construction.
Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, según la información obtenida de la entrevista realizada al dueño de la empresa, tanto los procedimientos relacionados con la programación como con el control de obras, se realizaban utilizando la herramienta de Ms Excel® tanto para el presupuesto como para el flujo de caja, la programación de actividades y el cronograma. En el caso de órdenes de cambio, se utilizaba Word para generar un documento, el cual se le proporcionaba al cliente para su aprobación.

Además de esto, a partir de las entrevistas también se obtuvo información más específica, la cual estará dividida en varios temas que se desarrollarán a continuación:

Programación actual de proyectos

La programación realizada por la empresa, consistía en iniciar por un presupuesto, el cual se realizó en algunos casos por medio de tipologías y criterio profesional, pero nunca se elaboró un presupuesto detallado, además la distribución de actividades, el desglose de las tareas y la asignación de materiales por cada tarea, no era elaborado de una forma clara, dicho presupuesto era realizado por ingenieros civiles, sub contratados por la empresa para que realizaran tanto esta actividad como las posteriores, cabe destacar que para cada proyecto

siempre se utilizaba un profesional distinto. Una vez teniendo el presupuesto finalizado, se procedía a realizar el cronograma de actividades, esto mediante un documento de Ms Excel®, además de hacer una distribución del presupuesto en el tiempo que tardará el proyecto en finalizar, para así programar la cantidad de pagos que se realizarán y de cuánto dinero serán.

Ahora bien, para ejemplificar lo anteriormente descrito, se presenta el formato que se usó para realizar el presupuesto de las villas para el Hotel Rancho Pacifico, en las figuras 9 y 10, en donde se puede ver el inicio de la tabla que muestra cómo se realizaba la descripción, tanto de las actividades como de los materiales y además la sección final del presupuesto, donde se ven los costos totales del proyecto.

** PRESUPUESTO DE MODULO DE VILLAS DUPLEX **								
Propietario : Dos Gitanos de Escaleras SA & Kalliste SA & RP Uvita			Area de Construccion	88 m2		Año 2018		
Localización : 5 KM al noreste del Centro de Uvita, Osa, Puntarenas			Plano Catastro Terreno	P-815194-2002		P-1302235-2008		
Actividad Constructiva y materiales	uni	Cantidad	Precio	Costo rubro	Detalle	Costo M.Obra	Duracion	Costo Total
Movimiento de Tierra					Realizador			Actividad
Limpieza	m2							
Corte del terreno	m3						Fecha inicio	
Relleno	m3						Fecha Termino	
Sub Total								
Trabajos preliminares					Realizador			Costo Total
Obras preliminares	global			0,00				
Demolicion de obras existentes	global	1	500 000,00	500 000,00				
Bodega	global	1	900 000,00	900 000,00			Fecha inicio	
Instalaciones provisionales	global			0,00			Fecha Termino	
Trazado / cordales reglas 1x 3" x 4 semidura	varas	200	550,00	110 000,00				
Sub Total				1 510 000,00				
Acabamientos (Muro y excavacion placas)					Realizador			Costo Total
Excavacion y Zanjeos	m3	50	5 000,00	250 000,00				
Formaleta 1x12" x 4 varas semidura	pieza		7 000,00	0,00				
Formaleta reglas 1x4" x 4 varas semidura	pieza		2 300,00	0,00				
Sello concreto pobre fc' = 110 kg/cm2 1:3:5	m3			0,00				
Alambre negro construccion N.16	kg	65	700,00	45 500,00				
Varilla n.2 para aros de columnas	uni		800,00	0,00	130 sacos		Fecha inicio	
Varilla n.3 (3/8") aros placa y acero horizontal	uni	165	2 000,00	330 000,00	10 m3 arena		Fecha Termino	
Varilla n.4 (1/2") acero vertical @ 15cm	uni	155	3 500,00	542 500,00	17 m3 piedra			
Varilla n.5 (5/8") para columnas estructurales	uni		5 500,00	0,00				
Concreto fc' = 210 kg/cm2 placa y espiga muro	m3	18	95 000,00	1 710 000,00				
Sub Total				2 878 000,00				

Figura 9: Formato del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacifico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

SUB- TOTAL MATERIALES	57 206 250	SUB-TOTAL	12 585 375
Imprevistos 3% del material	858 093,75	CCSS 30%	
Gastos Acarreos y otros 3%	858 093,75		
Gastos Alquiler equipo y otros	572 062,50		Costo Electricidad
Total de Materiales	59 494 500	Total M.O	15 585 375

Colones

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	75 079 875	Colones	134 071	Dolares
		% Acordado		
STO SERVICIOS PROFESIONALES (Diseño, Planos, Copias, Direccion)			10,50	
COSTO PAGO POLIZA RIESGOS DEL TRABAJO INS				
COSTO PAGO CFIA Y PERMISO DE CONSTRUCCION MUNICIPALIDAD				
COSTO TOTAL GENERAL DEL PROYECTO				

Presupuestista / Inspeccion de obra	Codigo / Registro Colegio	Fecha de Realizacion
Ing.Civil - Gabriel G. Hernández Vargas.	IC-8854	

Figura 10: Formato de la sección final del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacifico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Cronograma actual de actividades

Para este cronograma no se utiliza Ms Project® o alguna herramienta similar para facilitar la labor, sino que se hacía uso de la herramienta Ms Excel® como se mencionó anteriormente, en dicha herramienta se generaba un documento en el que se utilizaba cada una de las celdas de Ms Excel®, para asignar una unidad de tiempo, de esta forma a cada actividad se le asignaba un numero de celdas correspondientes a la cantidad de tiempo que tardará dicha actividad en realizarse.

Por otra parte, este cronograma no contaba con una ruta crítica para establecer que actividades eran las más determinantes y que más influirían en la duración total del proyecto, además de que tampoco se les asignaba holgura a los plazos que se establecían para cada actividad, si no que únicamente se determinaba por medio del criterio del profesional que lo estuviera realizando en ese momento.

A manera de ejemplificar lo anteriormente descrito, en el (Anexo C), se presenta el formato que se usó en uno de los proyectos de la empresa para realizar la programación de obra, en la que se presenta el Cronograma de actividades y en (Anexo D), se presenta el diagrama de Gantt relacionado a estas.

En los distintos proyectos que han realizado, específicamente en los que alcanzan la fase de construcción, el flujo de caja fue realizado por el Arq. Carlos Mata, mediante el uso de la herramienta Ms

Excel®. Éste consistía en llevar un listado de los pagos que iba realizando el cliente y a su vez se iba programando en que actividades se invertiría cada uno de los pagos, a medida que estos ingresaban, esta información era manejada únicamente por el Arq. Carlos Mata, para tener un control interno de los ingresos y egresos.

En la herramienta utilizada para llevar el flujo de caja, no se realizaba una planeación previa, en cuanto a las fechas en las que se iba a realizar cada pago, lo que se hacía era tomar el presupuesto inicial del proyecto junto con el cronograma de actividades, se definía cuantos pagos se iban a hacer y de cuánto eran cada uno.

A manera de ejemplificar lo anteriormente descrito, en el (Anexo E), se presenta el formato que se usó en uno de los proyectos de la empresa, para llevar el control del flujo de caja.

RANCHO PACIFICO ACCOUNT								(del día de cancelación)	
Fecha	Factura	Vendedor	Detalle	Exch. rate	DEPOSITS		PAYMENTS		TOTAL ACUMULADO
					Dollars	Colones	Dollars	Colones	
20180718	257317 PRF	Aceros Carazo	Vigas WF	570			-5000	-2850000	
20180718	14243 PRF	Lisso	Panelex	561			-17 036,40	-9557420,4	
20180723			DEPOSITO	561,25	30 000	16837500			30000,00
20180722		Mano de obra	Alimentacion Primera quincena	561			222,82	125 000	29777,18
20180722		Mano de obra	Viaticos Arturo	561			133,69	75 000	29643,49
20180725	257317 PRF	Aceros Carazo	Vigas WF	570			27 016,13	15 399 194,10	2627,36
20180727			DEPOSITO	560	40 587,43	22728961			43214,79
20180728		Mano de obra	1er pago mano de obra Arturo	560			3437,5	1 925 000	39777,29
20180801		Mano de obra	2do pago mano de obra Arturo	561			6996,43	3 925 000	32780,86
20180802		SUBC. Pernos	1er 50% pernos	561			490,20	275 000	32290,66
20180803		SUBC. Soldadura	1er Pago 40% Taller Marco R	560			6 689,60	3746176	25601,06
20180807		ZIRUMA	Enchape verde india y Lava Corten	561			5891,51	3305137,11	19709,55
20180807		DEKORA	Enchape baños y piso de suites	561			4 573	2 565 245	15136,92
20180810		KENIS	Back hoe, Vagoneta y material al 9/Ag	561			5137,25	2 882 000	9999,67
20180810		Aceros Carazo	Devolucion de diferencia vigas	560	7 805,68	4371180,8			17805,35
20180723		ADMINISTRACION	Administracion de construccion	561			2350	1318350	15455,35
20180810		Iguana Verde	ABONO al 6 Ag/ hasta la FAC 369137	561			5 000	2 805 000	10455,35
20180814			DEPOSITO	561	91 225,82	51177685			101681,17
20180814		Mano de obra	Tercer pago quincenal de mano de obra	561			6996,43	3 925 000	94684,73
20180814		SUBC. Pernos	2do 50% pernos	561			490,20	275 000	94194,54
20180817		Lisso	Avance 60% Travertino 353m2	560			11 733,51	6570765,6	82461,03
20180819		ADMINISTRACION	Administracion de construccion	561			2350	1318350	80111,03
20180820		ALUMA SYSTEMS	1er mes	562			3 576,42	2009948,04	76534,61
20180820		Transporte el Llanero	Transporte Vigas PZ-Rancho P	562			619,22	348 000	75915,39
20180821		Transporte Rana	Transporte vigas Uvita-Rancho P	562			284,70	160 000	75630,69
20180821		JAIRO	Transporte vigas Uvita-Rancho P	562			341,64	192 000	75289,06
20180821		SUBC. Soldadura	2do Pago 40% Taller Marco R	562			6 689,60	3759555,2	68599,46
20180827		Iguana Verde	ABONO al 20 Ag	562			9 000	5058000	59599,46
20180827		Ferromax	Vigas Ferromax	562			2404,41	1 351 278	57195,05
20180827		ExpoCeramica	60% piso apartamiento	563			414,11	233 146,68	56780,93

Figura 13: Formato de flujo de caja Hotel Rancho Pacífico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Control actual de la Obra

A partir de las herramientas generadas en el proceso de programación y según el Arq. Carlos Mata, se le daba un seguimiento muy básico inicialmente, donde por ejemplo, en el cronograma de actividades se consultaba que actividades iban a iniciar y cuales les seguían, pero a medida que el proyecto avanzaba y este se empezaba a desfasar con lo que se tenía planeado se le dejaba de dar seguimiento, así como tampoco se le hacía ninguna variación o actualización a los documentos de Ms Excel® generados en la etapa de programación.

Con respecto a la parte económica, simplemente se utilizaba el flujo de caja, para llevar un orden de los movimientos económicos que estaba teniendo el proyecto, pero se omitían las comparaciones contra lo proyectado, cualquier clase de seguimiento que permitiera análisis de costos o evaluar su comportamiento, en función del avance del proyecto, para ver si va de acuerdo al cronograma de actividades o si se está dando algún sobre costo.

El mayor control que se hacía del aspecto económico, era en lo que respecta a las órdenes de cambio, para las cuales se redactaba un documento claro, tanto para el cliente, como para el resto de las

partes, en el que se establecía en qué consistiría el cambio, cuál sería su costo asociado, en qué actividad estaría ubicado, con un espacio para la aprobación del cliente y las firmas respectivas. Sin embargo, estos cambios después de realizar este documento para darles legalidad, no se incluían o se retiraban en el cronograma inicial y en cuanto al flujo de caja solo se solicitaba el aumento que correspondía en el pago siguiente.

Otra de las maneras en que se realiza un control por parte de la empresa, es por medio de las inspecciones realizadas durante todo el proyecto por el Ing. Estructural, el Arquitecto y el Ing. Electromecánico, la regularidad con la que cada uno de estos profesionales realizaba las inspecciones va en disminución de acuerdo con el orden en el que se mencionaron anteriormente, exceptuando la etapa de acabados, donde el Arquitecto realizaba más visitas para asegurarse de la calidad del producto final; además de que estas inspecciones se realizaban para llevar el control de las obras en términos de calidad, no se utilizaban para obtener información importante que sirviera para actualizar y dar seguimiento a los documentos generados en la programación, como el cronograma y su ruta crítica o el presupuesto, además tampoco se tomaban decisiones referentes a plazos y posibles atrasos del

proyecto, ni se realizaban proyecciones o ajustes del mismo.

Investigación de buenas prácticas

Antes de poder analizar los activos y procesos actuales de la empresa, primero se realizó la siguiente investigación, sobre las buenas prácticas que hay actualmente, de cómo realizar una adecuada programación y un eficiente control de proyectos, esto conforme a lo que se busca cumplir en el objetivo 4, de esta forma se puede tener un punto de comparación válido, que nos pueda brindar los insumos necesarios para poder realizar el posterior análisis y así realizar las propuestas necesarias, para que la empresa en estudio mejore en los aspectos que sean necesarios.

Cabe destacar, que las buenas prácticas que se van a investigar, se deben buscar tanto desde lo teórico como de lo práctico, por lo tanto, estas prácticas se presentan de la siguiente manera.

Lineamientos teóricos para la programación de proyectos

Según el libro de Construction Projects Scheduling and Control del autor Saleh Mubarak, para iniciar con la programación de un proyecto sin importar cuán grande o pequeño sea, debe dividirse en entidades más pequeñas y restringir el número de actividades para simplificar el cronograma del proyecto; en este caso, estas actividades se vuelven componentes principales, las cuales por un sentido práctico deben tener un tamaño límite y una duración que ronde entre los 14 y los 30 días. Para lograr esto, una buena práctica sería dividir el proyecto en actividades más pequeñas para que no superar estos tiempos, o dividir las actividades principales en tareas más específicas; por ende, se mejoraría el control del cronograma durante la ejecución, logrando una estructura de desglose de trabajo. La EDT consiste en un desglose detallado y orientado a las tareas de las actividades que organicen, definan y muestren gráficamente todo el trabajo que se realizará, para lograr los objetivos finales del proyecto, donde dichas actividades y tareas deben

estar correctamente secuenciadas siguiendo el orden lógico que tiene un proyecto constructivo.

En cuanto a la duración de las actividades según (Mubarak, 2015), se debe determinar, tomando en cuenta el calendario de trabajo tanto del país como de la cuadrilla que se esté utilizando y se debe tener claro cuantos días laborales tiene la semana y que día inicia la semana laboral, además, se debe tener en cuenta los días no laborables, como días festivos, días de lluvia, cierres y similares. Los días de lluvia, se refieren a la cantidad de días por mes que se espera que se suspendan labores debido a retrasos por el clima, esto con base en información meteorológica pasada correspondiente a la zona donde se realizará el proyecto, estos datos no deben incluir desastres ni variaciones inusuales en el clima.

A parte de secuenciar las actividades y tareas siguiendo el orden lógico de la ejecución de un proyecto, también se deben determinar las relaciones lógicas, que existen entre las actividades que conformarán la programación, esto se debe hacer tomando en cuenta, que el inicio de una actividad va a depender de la finalización de otra y que esto no se debe representar de forma lineal, ya que hay actividades que dependerán no solo de la finalización de una, sino de varias actividades y otras que podrán empezar sin que haya finalizado completamente la actividad anterior, pero que si se encuentre en un porcentaje determinado de avance. Para realizar correctamente estas relaciones lógicas, se deben tomar en cuenta las restricciones de cada tarea, como lo son las limitaciones de recursos (mano de obra, equipo). Según (Mubarak, 2015), algunos profesionales se refieren a dos tipos de relaciones lógicas, como lo son:

a) **Lógica dura:** Se refiere a un tipo de lógica que no se puede relajar por ninguna circunstancia, esto se refiere a que sin importar la cantidad de recursos con los que se cuente, la conexión de las actividades que se rijan bajo esta lógica será de fin-inicio donde el inicio de una actividad dependerá del fin de la anterior y no se podrá cambiar. Por ejemplo: para levantar los muros es necesario concluir las cimentaciones y sin importar cuantos recursos extra utilice, los muros no pudran iniciar antes de que finalice completamente la construcción de las cimentaciones.

b) **Lógica suave:** En el caso de esta lógica al contrario de la anterior se refiere a que, la conexión entre actividades si se puede relajar al adquirir más recursos, esto quiere decir que, si originalmente el inicio de una actividad depende de la finalización de

la anterior, al adquirir más recursos se puede adelantar el inicio de la actividad sucesora, incluso en algunos casos hasta se podrían hacer de forma paralela. Por ejemplo: Dependiendo de la Mano de obra que se tenga y de lo calificada que esté, se podrían ejecutar actividades como la colocación de pintura y el pegado de piso de forma paralela, sin esperar a que la primera acabe para iniciar la otra.

Una práctica que se ha convertido en clave para realizar una adecuada programación, es la utilización de softwares especiales en este tema, donde se puede consolidar toda la información y la programación para facilitar los cálculos posteriores, la generación de diagramas y gráficos que puedan representar de forma más clara el avance; así como, la planeación que se tiene del proyecto. Una vez que se haya elegido o se cuente con el software idóneo, que permita consolidar la programación del tipo de proyectos que tiene la empresa, y que se hayan ingresado los datos de la programación, el programa realizará los cálculos de CPM, dibujará la red lógica, se obtendrá la fecha de finalización de todo el proyecto, la ruta crítica y la holgura disponible para las actividades no críticas, pese a esto, se deben revisar estos datos y no depender completamente del software.

Para poder realizar una correcta programación, también es necesario que se realicen reuniones en el momento que se esté programando, en las cuales deben estar el director de proyectos, el constructor o contratista general y los principales subcontratistas, esto para que los subcontratistas proporcionen sus horarios de trabajo, para que puedan ser incorporados al horario general y de esta forma el cronograma del proyecto cuente con la retroalimentación de los subcontratistas y las demás partes involucradas, para que finalmente se pueda presentar el programa a todos los participantes para que sea aprobado y que queden claras sus funciones.

Previo a la aprobación del cronograma por parte de los involucrados se debe realizar una revisión del mismo, donde se analicen las relaciones lógicas para asegurarse que las actividades tengan predecesoras correctas y que las relaciones que tengan no sean redundantes, otros aspectos importantes a la hora de revisar la lógica del cronograma según (Mubarak, 2015), son los siguientes:

- Relación incorrecta: Ocurre cuando la relación se contrae ocasionando que se conecte con la actividad incorrecta o cuando

se conecta con la actividad apropiada, pero en un extremo incorrecto.

- Relación perdida: Ocurre cuando el predecesor de una actividad no se muestra y si una actividad no cuenta con un predecesor o un sucesor, se le llama actividad colgante, por lo tanto, al iniciar y concluir el proyecto se hace con una única actividad. Una actividad colgante se puede detectar cuando hay una flotación excesiva sin embargo esto no siempre se da de esta manera por lo tanto se debe revisar más a fondo y ver si faltan más relaciones lógicas.
- Relación redundante: Estas relaciones no son errores, pero si representan una complicación para la red y se da cuando una actividad C requiere de B y B requiere A y si dibujamos A y B como predecesores de C, A es una actividad predecesora redundante de C.
- Bucle lógico: Esto ocurre cuando se deja un punto en la red y luego se regrese a él más tarde (por ejemplo, A requiere B, pero B requiere A) El error termina los cálculos en cualquier programa informático de CPM. Para evitar esto se recomienda que cuando se dibuje o se ingresen las relaciones, se hagan solo desde un lado, esto quiere decir que hay que tomar en cuenta o las actividades predecesoras o las sucesoras y nunca ambas al mismo tiempo. También se recomienda mirar ambos extremos de una actividad, para determinar la precisión de la lógica.

Una vez concluido el proceso de revisión, análisis y aprobación, se procede a la implementación del cronograma, esto quiere decir que este se lleva a su ejecución en campo, lo cual es importante para el cumplimiento del programa, para esto se deben elegir las fechas de inicio y finalización, las cuales deben estar dentro de los rangos (temprano – tardío) calculados anteriormente y si se está utilizando un software de CPM, se debe tomar en cuenta que estos eligen las fechas tempranas de forma predeterminada, así que si hay una restricción que obligue a que se elijan otras fechas, se debe tomar en cuenta e incluirlo. Es importante tener claro, que delegar esta decisión de elección de fechas tempranas al personal de campo o a los subcontratistas nunca será una buena idea.

Durante la implementación del cronograma y de los horarios de trabajo, se debe realizar una

supervisión constante para mantener el control, así como el cumplimiento del horario, lo cual indica que se debe comparar lo que se está haciendo realmente en el campo, con la línea base del proyecto y lo que se planeó; analizando cualquier desviación que se esté dando con la línea base, esto para poder implementar acciones correctivas cuando y donde sea necesario. A diferencia del monitoreo o supervisión que incluye observar, reportar y en ocasiones analizar el control de proyectos, agrega las acciones correctivas como otro elemento a su definición; además otro de los aspectos importantes para el control, es la previsión, la cual, se realiza principalmente extrapolando el rendimiento real de la parte restante del proyecto. En el caso de que el rendimiento real esté por debajo de la línea base, la previsión se usa como una advertencia, ya que, si se continúa con esa tendencia en el porcentaje de avance del proyecto, se puede llegar al final de éste en números rojos, para esto, será trabajo del planificador, experimentar con distintos escenarios futuros y emplear simulaciones para predecir las distintas posibilidades y sus resultados.

En cuanto al apartado de costos del proyecto, es importante poner especial atención en la asignación de costos y recursos ya que es importante asignar el costo o presupuesto apropiado, en el tiempo adecuado a cada actividad de forma individual, para que, al realizar la suma de los costos de todas las actividades, esta debe ser igual al presupuesto total del proyecto. Para asignar el presupuesto adecuado a cada actividad, se deben cargar las cantidades de recursos requeridos, para esto, se deben tomar en cuenta los costos de mano de obra, equipo y materiales. Esta práctica puede ayudar a vincular la programación con la estimación y con la contabilidad, además, el hecho de que se realice por actividad de forma individual hace que en cualquier momento del proyecto se pueda indicar el presupuesto de referencia específico para la etapa y la actividad en la que se está, además del costo real, estimación para completar (ETC), la estimación para finalizar (EAC), además de otros datos financieros por actividad y de todo el proyecto. También se puede vincular a la contabilidad de costos, para adquisiciones, facturación y otras funciones. Se recomienda que “la carga de recursos se haga según el “Resource Dictionary”, ya que resultará en una carga de costos para cada actividad de manera más inteligente que simplemente asignar cifras de costos”, (Mubarak, 2015).

Siguiendo con el tema de recursos, según el (Mubarak, 2015), otro de los pasos que se

recomienda seguir, es la nivelación de recursos, el cual, según el autor se refiere al siguiente concepto: “Es el intento de mantener el uso diario uniforme de un recurso (o recursos) durante todo el ciclo de vida del proyecto o durante el segmento continuo más largo del mismo. El objetivo de este paso es mejorar la eficiencia de la utilización de los recursos (particularmente mano de obra y equipo) durante el ciclo de vida del proyecto”.

Otro de los pasos que según (Mubarak, 2015), recomienda, realizar durante la implementación y la conclusión del proyecto, la revisión de la base de datos y el registro de comentarios, esto consiste en un proceso continuo e iterativo que se debe realizar durante cada uno de los proyectos que tenga la empresa, en el cual se deben documentar en una base de datos todas las experiencias pasadas durante los proyectos, de forma organizada y fácil de recuperar; además de registrar cualquier evento inusual, explicar cualquier ajuste que se realice, de manera que en proyectos nuevos, esta información pueda ser utilizada para realizar las estimaciones de costos y de tiempo en futuros proyectos. Lo que se busca con esta práctica, es que cada nuevo ciclo sea más preciso que el anterior ya que con cada nuevo proyecto que se documente en la base de datos las estimaciones realizadas en los futuros proyectos, tendrán más variables y más información a considerar para hacer estimaciones más precisas y para poder evitar los errores de los proyectos pasados, además de ofrecer información para realizar análisis comparativos, revisar productividad, tomar mejores decisiones, hacer estimaciones de trabajo, plazos y costos proyectados.

Lineamientos teóricos para el control de proyectos

Para llevar un adecuado control de proyectos, es importante recordar, que este se trata de un proceso continuo, donde se debe controlar tanto el presupuesto, como el cronograma y en el cual se ven involucradas varias funciones, que según el libro de Construction Projects Scheduling and Control del autor Saleh Mubarak, se compone de los siguientes pasos:

- 1) Se debe empezar por dar seguimiento al progreso de trabajo, realizando visitas a los proyectos, para observar y recopilar todos los datos posibles sobre el trabajo real que se está efectuando

en el sitio y el avance de este, mediante el empleo de herramientas, como listas de chequeo, registros fotográficos y levantamiento de notas en campo.

2) Para poder realizar el seguimiento de una manera correcta es necesario implementar métodos que faciliten la medición del progreso del trabajo ya que de estas mediciones depende no solo el estado del cronograma, sino también los pagos de avance al contratista y subcontratistas. Estas mediciones de progreso implican calcular el porcentaje completado de cada actividad y también pueden incluir el porcentaje completado para todo el proyecto, algunos métodos según (Mubarak, 2015), para determinar el porcentaje completado para cada actividad son los siguientes:

- Unidades completadas: En este método las unidades completadas totales equivalen al porcentaje completado y se usa en actividades con componentes pequeños y repetitivos, como por ejemplo la pega de bloques de concreto, las excavaciones o algún tipo de instalación. En estas actividades el tipo de trabajo y el ritmo son los mismos durante toda la actividad y la única fuente de error podría depender del rendimiento de los trabajadores durante la ejecución, por lo tanto, el porcentaje completado se calcula dividiendo las unidades completadas entre la cantidad total.

$$\% \text{ Completado} = \frac{\text{unidades completadas}}{\text{total de unidades}} * 100$$

- Relación costo o tiempo: Este método se aplica en actividades que sean continuas y uniformes durante todo el proyecto, como, por ejemplo, las inspecciones de seguridad y la gestión de proyectos. Ahora bien, para calcular el porcentaje completado se debe hacer dividiendo el tiempo transcurrido entre la duración total o costo hasta la fecha entre presupuesto total y otra alternativa es la relación horas-hombre en la que se dividen las horas-hombre reales consumidas entre las presupuestadas.

$$\% \text{ Completado} = \frac{\text{tiempo transcurrido}}{\text{duración total}} * 100$$

$$\% \text{ Completado} = \frac{\text{costo hasta la fecha}}{\text{presupuesto total}} * 100$$

$$\% \text{ Completado} = \frac{\text{HH consumidas}}{\text{HH presupuestadas}} * 100$$

- Inicio- fin: Este método funciona mejor en actividades pequeñas o con corta duración y consiste en asignar a las actividades una de estas tres etapas: aún no ha comenzado (0%), comenzado (50%) o terminado (100%) y en el caso de que estas se vuelvan demasiado pequeñas se pueden ver como casi eventos con 0% o 100%.
- Opinión del supervisor: Este es el método más subjetivo y se usa solo cuando no se puede utilizar otro método como en inspecciones de calidad, este método se puede utilizar cuando se requiera exagerar un poco el porcentaje completado para obtener un pago anticipado, sin embargo, no se debe abusar de él.
- Hitos incrementales: Se emplea en actividades grandes y complejas, o que tienen varias etapas y para ejecutar el método se debe asignar un peso a cada etapa de la actividad, el cual dependerá de la cantidad o porcentaje de esfuerzo de realizar cada una de ellas en función de la actividad total para posteriormente tratar cada actividad como terminada o pendiente.

Ahora bien, para determinar el porcentaje completado para todo el proyecto existen los siguientes métodos:

- Unidades completadas: Este método es el mismo que se comentó para el caso de actividades individuales, sin embargo, para poder aplicarlo en todo un proyecto. Este debe tener la característica de ser un proceso con unidades de medida simples, como la construcción de aceras, pavimentos de carreteras o el movimiento de tierras. Sin embargo, si se quiere reducir el porcentaje de error se recomienda para este tipo de proyectos emplear el método de hitos incrementales.
- Método de costo / presupuesto de línea base: Este método se puede combinar con el método siguiente de costo para poder compararlos y así reducir los errores en ambos métodos. También es importante mencionar que este método está en función de los costos totales, que incluyen mano de obra, materiales y otros costos. Ahora bien, para este caso el porcentaje completado se calcula de la siguiente manera.

$$\% \text{ Completado} = \frac{\text{Presupuesto para la fecha}}{\text{Presupuesto de referencia}} * 100$$

- Método de costo / presupuesto real: Este método se puede combinar con el anterior y en este caso el índice de referencia o resultado final representa el porcentaje completo que se supone que debe lograrse en este punto y se calcula de la siguiente forma.

$$\% \text{ Completado} = \frac{\text{Costo real para la fecha}}{\text{Costo estimado al finalizar}} * 100$$

- Método de horas-hombre de referencia: Este es un método relacionado con la productividad que se calcula de la siguiente forma.

$$\% \text{ Comp} = \frac{\text{HH presupuestadas hasta la fecha}}{\text{HH de referencia}} * 100$$

- Método de horas-hombre reales: Al igual que el método anterior, este también está relacionado con la productividad y su cálculo es el siguiente.

$$\% \text{ Comp} = \frac{\text{HH reales para la fecha}}{\text{HH estimadas al finalizar}} * 100$$

- Duración de la línea de base: Este método se calcula de la siguiente manera.

$$\% \text{ Comp} = \frac{\text{Fecha real} - \text{Fecha de inicio de LB}}{\text{Duración total de la LB}} * 100$$

- Duración real: Este método se calcula de la siguiente manera. Además, los resultados se pueden representar en un proyecto por medio de barras de resumen, donde una represente el proyecto de línea de base y la otra represente el proyecto actualizado.

$$\% \text{ Comp} = \frac{\text{Duración real}}{\text{Duración de finalización}} * 100$$

Donde:

$$\text{Duración de finalización} = \text{Dur real} + \text{Dur restante}$$

3) Con la información obtenida mediante la aplicación de los métodos para la medición del progreso de trabajo real, con los costos reales que se han ido utilizando a la fecha, se debe hacer una comparativa contra el cronograma, el presupuesto de referencia y la calidad de la línea base, dicha comparación debe darse de varias formas, utilizando una forma de comparación individual para cada actividad, su progreso y su costo, además de realizar adicionalmente una comparación más global, para identificar cómo va el avance de la totalidad del proyecto en función de lo programado.

4-5) Esta comparativa, también permite encontrar las variaciones o no, que se están teniendo con respecto al cronograma, presupuesto de referencia y línea base, de forma tanto global como individual, de esta manera resulta más sencillo para el director del proyecto poder detectar de forma específica donde están ocurriendo estas variaciones, ver el alcance que tienen, para así poder analizarlas y descubrir las posibles causas que llevaron a la variación. Además, al realizarlo de forma más detallada, facilita la toma de decisiones y la implementación de acciones correctivas cuando y donde sea necesario, para volver a encaminar el proyecto a la línea base. Sin embargo, es importante mencionar que para realizar estas tareas de control del proyecto, es importante que haya un profesional en el sitio para que la aplicación de las medidas correctivas puedan realizarse de forma más controlada y en el momento adecuado que la situación lo amerita, además, muchas veces el encargado de aplicar estas acciones es el constructor ya que se encuentra en el proyecto de forma continua, durante el proceso de ejecución de las actividades.

Otra de las medidas correctivas que se suelen tomar a raíz de realizar la comparativa, son las ordenes de cambio, estas ordenes de cambio si bien pueden darse a raíz de algún criterio de los profesionales implicados en el proyecto, también puede darse por parte de los dueños de este. Primeramente se debe empezar por definir lo que es una orden de cambio, lo cual consiste en un documento donde se refleja la solicitud de un cambio en el proyecto ya sea en cuanto al costo, al plazo o en algún trabajo o material específico, dicho documento debe estar firmado y aprobado por todas las partes implicadas para poder ser ejecutado; además es importante mencionar, que si el cambio que se pretende realizar supera más del 10% del valor total del proyecto, o si implica modificaciones sustanciales en el diseño, este cambio no puede ser tratado bajo los parámetros de una orden de cambio ya que implicaría que el proyecto debe ser replanteado. Otros aspectos que se deben valorar a partir de las ordenes de cambio son los siguientes:

- El nuevo presupuesto debe incluir todo lo relacionado a materiales, equipos, mano de obra, seguros, costos de supervisión y personal adicional.
- El tiempo que implicará el cambio y cómo afectará la planificación, además, si afecta la ruta crítica y si se aleja mucho del plazo final establecido, se deben incluir los costos de

actualización de seguros, finanzas, alquileres de locales y demás.

- Se debe evaluar si se requerirán recursos extra para culminar el trabajo, o si los recursos disponibles son suficientes para poder cubrir con los cambios durante un horario normal de la obra.
- Existencia de costos extra asociados al transporte, limpieza u otros servicios para poder ejecutar los cambios.
- Se requiere elaborar planos nuevos o solo modificar los ya existentes, además de definir la parte del contrato a la que le corresponde esta tarea y cuáles serían los costos de esta, para tenerlo claro en los futuros pagos.

Además, se debe valorar que estos aspectos no solo podrían dar en términos de aumentos, sino también de disminuciones, dependiendo si el tipo de orden de cambio corresponde a un crédito o un extra, donde un crédito claramente corresponde a una disminución de los aspectos expuestos anteriormente y un extra a un aumento en los mismos.

6) Toda la información anterior y los cambios aprobados se deben incorporar en el cronograma de referencia, contenido en el software que se elija, esto se hace con el fin de mantener actualizado tanto el cronograma como la programación y el horario de trabajo. Es importante tomar en cuenta que según (Mubarak, 2015), para poder actualizar los horarios se requiere información de dos tipos: información pasada e información nueva, ahora bien, dentro de estas dos categorías tenemos el siguiente desglose:

Información pasada:

- Actividades que han comenzado y la fecha de inicio real, porcentaje completado y duración restante de cada una.
- Actividades que están completas y la fecha real de finalización de cada.
- Actividades en curso y su nuevo porcentaje completado y duraciones restantes
- El gasto presupuestario real o el consumo de recursos para cada actividad.

Información nueva:

- Cualquier actividad que se haya agregado, junto con su información (duración, lógica, presupuesto, recursos, limitaciones entre otros).
- Cualquier actividad que haya sido eliminada (el programador debe asegurarse de

mantener lógica adecuada después de la eliminación).

- Actividades que han cambiado en duración, lógica, presupuesto, recursos, contenciones, o de otra manera.
- Cualquier cambio en la fecha de finalización impuesta para todo el cronograma o la fecha límite para ciertos hitos.
- Cualquier cambio relacionado con el horario, pero no específico de la actividad, como un cambio en el costo o la disponibilidad de recursos, un cambio en los días hábiles del calendario o un cambio en la responsabilidad (por ejemplo, un subcontratista se hizo cargo de una parte del trabajo del contratista general o se reemplazó a un subcontratista).

7) Ahora bien, tanto los precios unitarios presentados y aprobados, como la información anterior (porcentajes de trabajo completado para cada actividad), son de suma importancia para poder generar las solicitudes de pago, las cuales se deben realizar según (Mubarak, 2015), siguiendo los siguientes pasos:

- Es importante tener claro que generalmente en el contrato del proyecto se especifica la frecuencia que van a tener estos pagos parciales, que normalmente se realizan mensualmente, coincidiendo con la fecha de cierre de cada período. Ahora bien, si la fecha de cierre es al finalizar el mes el director del proyecto le debe enviar una factura 5 o 6 días antes al propietario con el monto correspondiente a ese mes y antes de hacerlo el director debe de establecer una fecha generalmente de 2 o 3 días para que los subcontratistas puedan enviarle sus facturas y este las pueda incluir en el monto final, cualquier factura que entre fuera de este tiempo será cancelada hasta el siguiente período.
- Se enumeran todas las actividades en las que se trabajó, incluyendo las actividades realizadas por subcontratistas y cada una de las actividades tendrá la siguiente información: inicio real y final real (si se completó), el porcentaje completado, el presupuesto original el costo de este período, el costo hasta la fecha y el costo para completar. Además, el costo de los materiales comprados pero que aún no se han instalado puede incluirse o no,

dependiendo del contrato y es importante mencionar que el propietario puede contar con algunas estipulaciones en el contrato como lo son las retenciones.

- Una vez el propietario tenga el informe este verificara su información y lo aprobara o no, incluso se puede dar su aprobación de forma parcial, además es importante mencionar que al iniciar cada proyecto de construcción se debe solicitar un primer pago correspondiente a un adelanto que suele ser elevado con el fin de cubrir los costos iniciales para posteriormente conforme avance el proyecto en cada mes se irá estabilizando el monto de cada pago.
- Una vez aprobado, el propietario cuenta generalmente con un tiempo de 2 a 4 semanas para procesar y emitir el pago de la factura general menos cualquier retención que corresponda, materiales ya pagados o multas, es importante tomar en cuenta que antes de que el propietario realice el pago este solicitara una extensión de graban al director del proyecto de todos los proveedores y subcontratos y una vez el director tenga el pago este deberá pagarles a los subcontratistas.

8) Otro de los pasos importantes para llevar un adecuado control del proyecto, consiste en preparar una lista de trabajo real, donde se refleje el progreso, los cambios en las actividades individuales y toda la información relacionada como la que se mencionó anteriormente. Ahora bien, esta lista consiste en un documento, generalmente en formato tabular, donde estén contenidas todas las actividades del proyecto, además de que para cada una de ellas se debe agregar información, como la duración original, la restante, el porcentaje completado y tres columnas vacías con los siguientes títulos: inicio real, final real y notas; además, antes de toda esta información, es necesario agregar algunos datos para identificar el proyecto, como el título, la fecha en la que se toman los datos, fecha actual y una primera columna con el ID de la actividad. De forma opcional se pueden agregar más columnas, como el costo presupuestado, el costo hasta la fecha y el costo de este período.

9) Con toda la información obtenida y generada en los pasos anteriores para un mejor control, se debe proceder a actualizar la información a nivel digital, para esto es importante contar con un

software para la programación de proyectos, como se mencionó en el apartado correspondiente a los lineamientos teóricos para la programación, en el cual, se nos permita poder modificar e ingresar nueva información, para mantener siempre actualizados tanto el horario, como el cronograma y así sea más fácil la toma de decisiones para poder procesar y visualizar de maneras más efectivas los nuevos datos. Es importante recalcar, que para esto se prefiere que estos datos sean recopilados en campo e incorporados al software semanalmente, para que esto nos permita tener un mayor rango de maniobra y poder tomar acciones a tiempo. Además, para poder mantener un orden a la hora de realizar el control y los análisis de la nueva información, es de suma importancia conservar el primer cronograma, horario y línea base, para así poder comparar la información con sus versiones más actualizadas; después de aplicados los cambios y agregada la nueva información, de esta forma se simplifica la tarea de revisar si hay cambios en la ruta crítica.

10) Con el software y el horario actualizados, se debe proceder con la actualización de la información financiera del proyecto, dicha actualización se recomienda de forma semanal, para que el flujo de caja y los pagos contengan información real al día, sobre cómo va el proyecto a nivel económico. Con la información financiera ya actualizada se pueden generar gráficas, aplicar métodos y emplear criterios comparativos, de análisis que ayuden a tener maneras más precisas de interpretar la situación económica actual de proyecto, detectar las variaciones para poder tomar las mejores decisiones estratégicas en el momento y la forma adecuada, dichos criterios y métodos se explicarán más adelante. Además, según (Mubarak, 2015), las actualizaciones y solicitudes de pago se pueden hacer de la siguiente forma: “Si actualiza cada 2 semanas, puede comenzar haciendo la solicitud de pago cada dos actualizaciones, si es factible para el equipo del proyecto, las actualizaciones se realizan los días 1 y 16 de cada mes. Si alguna de estas fechas cae durante un fin de semana o un día festivo, la actualización se realiza el día laborable más cercano. Si todas las partes contratantes están de acuerdo, la solicitud de pago puede ser unos días menos o más, o en el siguiente mes (es decir, puede cerrarlo el 27, 28 o 29 del mes, o el 1, 2 o 3 del mes siguiente)”.

11) Una vez que se tenga toda la información de proyecto actualizada, en cada uno de los aspectos relevantes para el control, se procede a

conseguir la aprobación, para esto primero se debe realizar un análisis de la nueva situación del proyecto entre el director y el encargado de hacer la planificación, esto con el fin de asegurarse de que no se necesiten más cambios o ajustes, una vez se realice este análisis por parte de ambas figuras el director de proyecto da su aprobación y el programador procede a generar los informes.

12) Como se mencionó anteriormente una vez obtenida la aprobación, se procede a generar los informes, estos según (Mubarak, 2015), deben mostrar el programa actualizado, para posteriormente entregárselos al director del proyecto y que este los distribuya a todas las partes involucradas. Aparte de este informe general, también se puede realizar un breve informe de análisis descriptivo, donde por ejemplo si el proyecto finalizó unos días después de la fecha esperada, se debe dar la razón del porqué y para esto se debe rastrear el retraso desde el final hasta llegar a la actividad o actividades que lo provocaron.

13) Una vez producidos y entregados los informes, las partes involucradas pueden realizar comentarios, donde algunos de estos puedan tener un impacto en el calendario y es trabajo del planificador realizar un filtro de estos, para que posteriormente el director del proyecto apruebe que información se debe implementar en el cronograma y cual no.

14) Como se mencionó, existen métodos que facilitan el análisis de la información, no solo financiera sino también en cuanto a plazos, uno de ellos es el EVA (Análisis de valor Ganado), el cual se utiliza para monitorear y analizar el progreso de un proyecto, en términos de costo y tiempo, en una fecha específica. Para poder aplicar este método según (Mubarak, 2015), se deben seguir los siguientes pasos:

- Determinar cuánto trabajo se ha realizado y cuanto se debería haber realizado de acuerdo con los programado.
- Determine cuánto dinero ha gastado y cuánto dinero se debió de haber gastado.
- Calcule las variaciones de tiempo y dinero hasta el momento.
- Analice las causas de las principales variaciones y determine las posibles soluciones.
- Extrapole estas variaciones al final de todo el proyecto.

Utilizando este método se puede medir el rendimiento de los proyectos, que tan rentable está siendo y el nivel de control que se está teniendo

sobre el mismo, además de poder proyectar los posibles escenarios que se van a tener al final del proyecto y así poder tomar mejores decisiones. Además, una vez mostrados cuales son los pasos a seguir para aplicar este método de forma adecuada se procede a indicar cuáles son los parámetros que se tienen como enfoque de este análisis, los cuales son:

- Alcance: Se debe ver si el alcance del trabajo proyectado se está cumpliendo a la fecha de corte.
- Tiempo: Los plazos de finalización que se acordaron con el cliente tanto de actividades como de la totalidad del proyecto se están cumpliendo.
- Costo: Los costos del proyecto van de acuerdo a lo proyectado.

Ahora bien, para generar el análisis de estos parámetros hay que tener claro cuáles son las variables que lo conforman, siendo estas las siguientes:

- Costo actual (AC): Es el costo real del trabajo realizado hasta la fecha.
- Valor planificado (PV): Es el costo planificado total de todas las actividades que conforman el proyecto.
- Valor ganado (EV): Es el costo planificado que las actividades hasta la fecha deberían haber tenido, en función del trabajo terminado de cada una de ellas.

$$EV = \sum (\text{Presupuesto} * \text{Avance Real})$$

- Presupuesto hasta la conclusión (BAC): Es el costo presupuestado inicialmente hasta la finalización del proyecto.

Una vez que se tengan claras estas variables, se debe proceder a calcular algunos valores que faciliten la interpretación y el llegar a conclusiones más precisas como lo son:

- Varianza de costo (CV): Indica la variación que tiene el costo del cronograma al momento del análisis. En el caso de que el dato sea negativo significa que el proyecto tiene un desfase desfavorable en términos del costo utilizado hasta la fecha y en el caso de ser positivo indica que el proyecto tiene un desfase a favor o sea qué, lo que se ha gastado alcanzó para lograr un avance mayor al que se esperaría con el costo utilizado a la fecha, aunque esto no asegura

que el avance del proyecto sea el correcto solo que a nivel económico se le ha sacado un mayor provecho al dinero. Sin embargo, lo ideal siempre es que este dato sea lo más cercano a cero posible.

$$CV = EV - AC$$

- Varianza del cronograma (SV): Indica si el cronograma está a tiempo o si también tiene una variación. Ahora bien, si el resultado arroja un dato negativo significa que tanto el costo como el avance son menores a lo esperado para ese corte y si el dato es positivo significa que el avance es mayor al esperado y el costo también y por ende que el proyecto va adelantado. Aunque si el resultado es cero el proyecto va de acuerdo a lo planeado.

$$SV = EV - PV$$

- Índice del desempeño del costo (CPI): Permite realizar una medida del valor ganado de un proyecto comparado a los costos reales incurridos, con este índice si tenemos valores de 1 o mayores el proyecto está siendo eficiente en cuanto a lo planeado en costos, en cambio si es menor a 1 el proyecto presenta una baja eficiencia en función de los costos presupuestados.

$$CPI = EV/AC$$

- Índice del desempeño del cronograma (SPI): Consiste en una medida real del cronograma del proyecto, si este índice nos arroja un valor de 1 o mayor significa que el cronograma se está ejecutando de forma más eficiente de lo planeado y si por el contrario este valor es menor que 1 indicará que el desempeño de este está siendo poco eficiente.

$$SPI = EV/PV$$

- Estimación del costo a la terminación del proyecto (EAC): Con este cálculo se obtiene una estimación del costo total que tendrá el proyecto al finalizar, proyectándolo desde el estado en el que se encuentra actualmente, justo en la fecha de corte que se definió previamente. Este permite determinar si el presupuesto inicial con el que se cuenta es suficiente para terminar el proyecto o si será necesario una inversión extra.

$$EAC = \frac{AC + (PV - EV)}{CPI}$$

- Estimación de la totalidad de duración del proyecto: Este valor representa la duración que tendrá el proyecto hasta su finalización, proyectado a partir de la cantidad de meses de duración que tiene el proyecto programado y el valor del SPI, en el momento en el que se realizó el corte y así arrojar la cantidad de meses reales y totales que durará el proyecto para su finalización.

$$\text{Estimación del Cronograma} = \frac{T \text{ planeado en meses}}{SPI}$$

- Estimación del costo para completar el proyecto (ETC): Este valor nos indica cual es el costo que falta para poder finalizar el proyecto, por lo tanto, de cuanto será el costo de la inversión extra que se debe hacer.

$$ETC = EAC - AC$$

Finalmente, al concluir los cálculos correspondientes se puede proceder con el análisis y las comparativas que nos permite realizar este método.

15) Anteriormente se explicó cómo realizar de forma adecuada un EVA y los parámetros que se necesitan para poder aplicarlo. Ahora bien, es importante dejar claro que en cuanto al avance del proyecto si nos ceñimos solo en los plazos, el factor determinante que permitirá conocer el verdadero avance del proyecto sigue siendo el CPM (Método de la ruta crítica), sin embargo, el EVA nos brinda un escenario más amplio en el que no solo se mide el avance del proyecto en términos de plazos, sino también en cuanto a costos, lo cual es de suma importancia, por ende, realizar una comparación entre el EVA y el CPM brinda un enfoque mucho más amplio y certero de la situación del proyecto, no solo actual, sino también futura y así poder tomar decisiones más acertadas para efectuar un control más minucioso y con la mayor cantidad de insumos posibles.

Para ejemplificar lo que se puede lograr con esta comparativa se pueden presentar dos casos, en el primero tenemos que la actualización del CPM refleja un atraso, mientras que en el EV se ve que el progreso del proyecto va a adecuadamente. A la conclusión a la que se puede llegar, es que si bien el EV presenta un avance apropiado este puede deberse a que los costos en los que se ha incurrido de acuerdo con el volumen de trabajo realizado hasta la fecha van de acuerdo con los presupuestados, sin embargo al ver la actualización del CPM podemos ver que algunas de las actividades de la ruta crítica se han visto retrasadas,

por lo tanto, en cuanto a plazos, la finalización del proyecto se verá retrasada, pese a que en costos el avance sea el adecuado.

Para el segundo caso, se tiene una actualización de CPM, que va a tiempo de acuerdo con lo programado, sin embargo, al compararlo contra el EV, vemos que, para el volumen de trabajo realizado hasta la fecha de corte, los costos son mayores de lo presupuestado. La situación anterior nos indica que, pese a que el proyecto se encuentra apegado a lo presupuestado en términos de plazos, no ocurre lo mismo en cuanto al costo ya que, este supera lo que se debería tener gastado hasta la fecha, en función del trabajo que se ha realizado.

Como se aprecia en los dos casos anteriores, también se pueden presentar otras variantes en la vida real ya que en cada proyecto se presentan situaciones muy diversas y cambiantes, sin embargo, en estos ejemplos se logra demostrar la importancia de realizar esta comparativa ya que se puede detectar de forma más específica, en que aspectos y momentos del proyecto se están dando los problemas particulares que necesitan de acciones específicas, para poder continuar con un proyecto lo más apegado posible a lo planeado.

16) Finalmente, teniendo claro cómo se aplican las variables del EVA y como se calculan, se procede a definir cuál será la frecuencia de los cortes en los que se van a aplicar, para posteriormente elaborar un gráfico con todas estas variables, esto permitirá presentar y visualizar mejor la situación del proyecto, no solo actual, sino también futura, al poder realizar extrapolaciones y proyecciones, que permitan predecir, tanto los plazos como los costos reales de finalización, que tendrá proyecto cuando se concluya. Además, también se podrá visualizar de una forma más clara no solo las varianzas en cuanto al costo y cronograma, sino que también los índices de desempeño que estamos alcanzando en la fecha de corte en la que estemos, como se muestra ejemplificado en la siguiente figura.

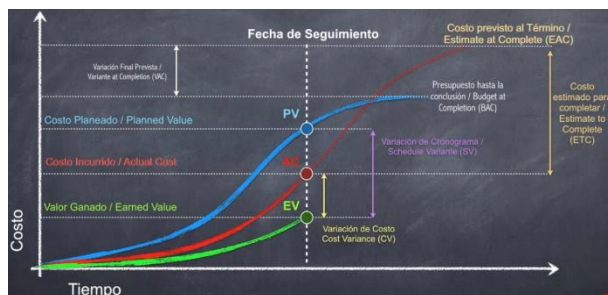


Figura 14. Curva "S" de costos.
Fuente: Iván Martínez Lima, 2020.

Buenas prácticas por parte de las empresas para la programación de proyectos

Conocer sobre las buenas prácticas que dictan los autores y la bibliografía, relacionada tanto a la programación como al control de proyectos, es de suma importancia, pero aparte de los aspectos teóricos, es clave hacer un ejercicio de investigación, para conocer cómo se realizan estas prácticas por parte de las empresas que se encuentran compitiendo en el mercado actual, como bien se indica en el objetivo 4. Para ello, gracias a la colaboración del Ing. Santiago Ramírez Hernández, de la empresa IDECO Ingeniería, Desarrollo y Construcción S.A, se pudo conocer como realizan en esta empresa, los procedimientos referentes a la programación de proyectos, además de las buenas prácticas y herramientas que utilizan para mejorar la eficiencia de sus procesos.

Según el Ing. Santiago Ramírez Hernández, el proceso de programación de proyectos inicia desde la generación de los planos, modelos 3D y toda la información pertinente de cómo se construirá el proyecto. Una vez que se tengan listos estos insumos, se procede a identificar que actividades y tareas serán en las que se descomponga el proyecto, luego, se procede a generar el presupuesto en Ms Excel®, para lo cual es necesario tomar como base los insumos mencionados anteriormente y la lista de tareas ya realizada; luego se hace un desglose de todos los materiales necesarios para realizar la obra según cada tarea, cabe destacar, que esto se realiza tomando en cuenta todos los aspectos relevantes de los materiales, como el color, tipo y precios actualizados; además de tener claro el lugar o proveedor exacto donde se van a adquirir los materiales, teniendo esto claro, se procede a generar submittals, en los que se manejan las fichas técnicas de los materiales y toda la información lo más detallada posible, para realizar el pedido de cada uno.

Además del desglose de materiales, también es necesario conocer las cantidades exactas que se va a adquirir de cada uno, para esto, la empresa IDECO S.A. hace uso de una herramienta llamada "bluebeam", por medio de la cual, se ingresan los planos en formato PDF, para posteriormente escalarlos y marcar los elementos que se quieren contabilizar, como muros, placas o

columnas, para que luego el programa pueda mostrar las cantidades, las unidades lineales que se necesitarán y las medidas de área exactas, todo esto para tener claro los volúmenes de material que se necesitan, sumado a la información anterior poder generar el presupuesto, el cual deberá ser validado por los profesionales involucrados en el proyecto.

Con el presupuesto detallado ya concluido, se procede a programar el cronograma de trabajo mediante la herramienta Ms Project®, por medio de la cual, se desglosan y se detallan la lista de actividades del proyecto y estas a su vez en tareas, para posteriormente asignar los recursos y generar el diagrama de Gantt del proyecto, de esta forma se facilita tanto el control de costos, como el control de los plazos, además del manejo de los recursos, especialmente mano de obra y otras facilidades en cuanto a control y programación que aporta la herramienta Ms Project®.

En cuanto al proceso de validación, se realiza una vez culminado tanto el presupuesto, como la programación y ambas revisiones se realizan por separado, las cuales se hacen de forma conjunta, tanto con el profesional que generó el documento, como con un supervisor inmediato de la misma área.

En el caso del cronograma, se hace un análisis de los costos que se están dando por actividad, comprándolo contra el costo por m² o m³, que tiene realizar esa actividad específica en el mercado actual, según las referencias de proyectos anteriores de la misma empresa, o de información recopilada de forma externa, una vez hecha la comparativa, estos deben estar dentro del rango de costos de referencia del mercado actual, de esta forma se empieza a validar todo el presupuesto del proyecto, actividad por actividad y si en alguna de las actividades hay algún desfase significativo, se realiza una revisión más detallada de las tareas, los materiales y las cantidades que se utilizarán en estas. Lo anterior, solo se hace cuando haya una actividad que tenga un costo muy distinto del rango de referencia, de no existir este problema durante la revisión, tanto las actividades como finalmente el presupuesto detallado, quedarían aprobados y validados.

En el caso de la validación de la programación, se revisa que estén bien asignados los recursos, donde se le pone especial atención a la asignación de mano de obra y equipo; de la misma forma que con el presupuesto se comparan la cantidad de trabajadores y equipo asignados a cada actividad, en función del volumen de trabajo y así se

comprueba si el proyecto tiene una falta de personal o una sobre asignación, para que el trabajo pueda ser concluido en el tiempo esperado.

Para esto, también se toma en cuenta la experiencia, además de los proyectos anteriores realizados por la empresa y que hayan sido exitosos, de esta forma, según el volumen de trabajo y la cantidad de trabajadores y equipo, se estime el tiempo que se tardará, para verificar si se encuentra dentro de los plazos que se determinaron inicialmente. Además de esto, también se realiza una revisión por actividad de los costos asociados a la mano de obra y al equipo, si estos se encuentran dentro de los rangos que se tienen de referencia, la actividad queda aprobada y sino, de la misma forma que con el presupuesto, se realiza una revisión detallada por tarea, para encontrar el problema y solucionarlo. De esta forma, una vez concluido ese proceso, se revisan las precedencias de las actividades, sus sucesoras y los tiempos de inicio-fin, por medio del diagrama de Gantt, ahora bien, de estar todo en orden, se concluye con la validación de forma exitosa.

Una vez generados tanto el presupuesto como el cronograma y avalados por los demás profesionales involucrados de la empresa, se procede a llevar un control, tanto del presupuesto como del cronograma, realizando típicamente 3 cortes semanales del avance y ejecución de las tareas, esto para que no haya atrasos y si los hay, que se tomen decisiones a tiempo, para corregir o reorganizar esa tarea específica.

En el caso de que se deban tomar decisiones para evitar que el proyecto presente atrasos o desfases en el costo, la empresa hace uso de documentos como las ordenes de cambio, o también decisiones como aumentar el personal, proponer que los trabajadores realicen horas extras, o que se trabaje algún día extra a la semana. Este tipo de decisiones, se toman realizando una comparativa y un análisis de cada escenario, para conseguir que la estrategia que se vaya a implementar sea la que tenga el impacto más beneficioso en el proyecto, ya sea reduciendo los plazos, pero con un mayor costo, o manteniendo el mismo costo a la vez que se reduce el tiempo total de finalización del proyecto, reduciendo el alcance de la obra, con una orden de cambio.

Una vez finalizados los proyectos que esta empresa ejecuta, se suele hacer una conclusión apropiada de los mismos, no solo de cara al cierre típico para el cliente y para la empresa, sino que también, se hace un análisis para determinar si el

cierre del proyecto fue satisfactorio, tanto en tiempos, como en costos, además, también se analizan los errores cometidos durante la programación, la ejecución y el posterior control de la obra, generando un documento donde quede contenida esta información, para así, evitar cometer los mismos errores en futuros proyectos.

Buenas prácticas por parte de las empresas para el control de proyectos

Aparte de las buenas prácticas en temas de programación, este proyecto también nos exige conocer sobre las buenas prácticas en aspectos de control de proyectos, como se indica en el objetivo 4, y no solo desde el punto de vista académico, sino que también en la parte práctica, en lo que realizan otras empresas como buenas prácticas y para esto, es de suma importancia la información obtenida por medio del Ing. Keyner Ortega Campos, sobre como la empresa en la que labora actualmente, CEGA S.A. realiza sus procedimientos de control de obras.

Inicialmente, estos procedimientos consisten en coordinar con el cliente, con el administrador del proyecto y con los consultores, una reunión semanal, si el proyecto es muy grande, se pueden llegar a hacer dos reuniones a la semana, esto, con el fin de que todas las partes estén enteradas del avance del proyecto y de todos los pormenores, por si hay que tomar decisiones, que estas sean del conocimiento de todos, para que de esta forma, no se entorpezca la tarea del administrador del proyecto, además de que el resto de implicados obtendrán información valiosa de primera mano.

Finalmente, estas reuniones culminan con la firma de una minuta, tomada durante la reunión, sobre todos los aspectos que se trataron y sobre las decisiones que se tomaron, para llevar un control escrito de la información generada durante la etapa de ejecución.

En cuanto a las visitas de inspección, se utilizan algunas herramientas para facilitar esta tarea, como "Fieldwire para gestión de la construcción", que tiene como función, consultar los planos, hacer anotaciones en ellos, firmarlos, realizar modificaciones y todo esto, en el sitio del proyecto ya sea por medio de un celular, o una tablet para mayor comodidad. De esta forma, si en la inspección se requiere hacer alguna modificación

estructural, o de algún detalle de acabados, se agiliza mucho más la conexión con la oficina, acortando así los tiempos en los procesos.

Para efectos de asegurar la calidad del proyecto, esta empresa realiza algunas inspecciones en conjunto con el cliente y otros profesionales implicados en el desarrollo de este. Las inspecciones que se realizan suelen ser en varias etapas, tanto a nivel estructural, como eléctrico, mecánico y arquitectónico. Previo a realizar cada visita, se solicita que esté lista la tarea previa al proceso final de una actividad, o también, que estén listos los materiales y el equipo, para que durante la inspección, los profesionales estén presentes durante la ejecución de una actividad importante.

Como ejemplo de esto, se puede mencionar la revisión previa y la aprobación de las armaduras de acero, antes de realizar el colado, o el estar presente durante la primera etapa de la instalación de algún acabado o de un sistema eléctrico o mecánico, para asegurarse de que los trabajadores realicen los procedimientos de forma adecuada, tomando en cuenta todas las condiciones particulares y específicas que tiene la tarea que estén por realizar. Otras acciones que realizan para asegurar la calidad de la obra, son las pruebas que se solicitan con anterioridad a los proveedores o contratistas sobre los aspectos técnicos y de calidad de los materiales que se utilizarán, algunas de estas serían las siguientes:

- Espesores de pintura
- Brillo en pisos
- Informe de torques para las conexiones apernadas.
- Submittals de los diferentes materiales, componentes tanto estructurales como de acabados, accesorios y de tuberías, entre otros.

Es importante destacar que los materiales para los que se piden pruebas, no son solo los que están relacionados con actividades de las etapas estructurales o mecánicas, sino también de la etapa de acabados, además en los casos donde las obras que se vayan a realizar sean para una remodelación y no para una construcción nueva, también se solicitan pruebas como la extracción de núcleos de concreto para conocer el estado actual de la estructura ya existente.

Además de esto se utiliza una herramienta para generar reportes durante las inspecciones llamada "SiteReport PRO", esta es una

herramienta que se encuentra disponible para utilizarse en varios tipos de dispositivos incluyendo celulares, en esta se pueden subir las fotos que se tomen de los errores constructivos, de acabados, modificaciones que se encuentren en la obra o atrasos, para mejorar, asegurar la calidad del proyecto y el correcto avance del mismo en cuanto a plazos. Posteriormente, la herramienta brinda la facilidad de tomar anotaciones en un machote de reporte, para finalmente descargar el documento listo para presentárselo al cliente, al director del proyecto o para llevar el control de las visitas y las observaciones que se hacen en campo, para efectos de facilitar un mayor control global del proyecto.

Otra de las herramientas utilizadas por la empresa para el control de los proyectos, es "Asana", la cual, es una aplicación que sirve para colaborar en la gestión del trabajo ya que por medio de esta se pueden asignar tareas a los distintos profesionales implicados en el proyecto y que

formen parte de la estructura organizacional de la empresa, de esta forma cuando una tarea específica asignada a un trabajador esté a punto de cumplirse, la aplicación le enviará un recordatorio a su celular para que sepa de cuánto tiempo dispone para poder cumplirla y pueda medir sus tiempos, de la misma forma cuando las tareas asignadas ya se hayan concluido por los colaboradores, estos podrán finalizar también la tarea en la aplicación, generando una alerta al director del proyecto, para que sepa cómo va el avance del mismo y así pueda llevar un control más minucioso del mismo, que le permita tomar las mejores decisiones en el menor tiempo de respuesta posible. Como se puede ver, por medio de esta aplicación, la empresa CEGA S.A. pretende agilizar la comunicación entre todos los profesionales implicados y mejorar el trasiego de información referente a los plazos en los que se realiza cada actividad del proyecto.

Matrices de análisis de brecha cualitativa

En este apartado se elaboran dos matrices, para analizar la brecha que existe entre los procedimientos realizados por la empresa y las buenas prácticas, tanto de programación como de

control, desde el punto de vista teórico como desde el punto de vista de las empresas que se encuentran en el mercado, con un tamaño y características similares.

- Matriz construida con base en los aspectos teóricos sobre las buenas prácticas:

Buenas prácticas		Aplicado por la empresa	Acciones a implementar
Programación	Dividir el proyecto en actividades laborales y esas actividades en tareas más específicas formando la EDT	SI, mediante la subcontratación de un Ing. Civil para realizarla y basándose en su propia experiencia.	Dar un mayor seguimiento a estos procesos y generar un estándar con el nivel de detalle y desglose requerido para los proyectos.
	Determinar la duración de las actividades	SI, mediante la experiencia del Ing. Civil sub contratado y la aprobación del encargado del proyecto.	Se recomienda estudiar y recabar los rendimientos de las cuadrillas en esta zona y utilizarlos para definir las duraciones de actividades.
	Secuenciar las actividades y tareas	SI, mediante la experiencia del Ing. Civil sub contratado.	Realizar revisiones previas por parte del encargado del proyecto para aprobar la secuenciación.

Determinar las relaciones lógicas	SI, mediante la experiencia del Ing. Civil sub contratado.	Realizar una revisión del orden lógico y las relaciones por parte del encargado del proyecto para su posterior aprobación.
Consolidar la programación en un software	NO	Diseñar una pequeña Guía de usuario para MS Project o un machote, con el fin de estandarizar y facilitar esta tarea.
Dibujar la red lógica y realizar los cálculos de CPM	SI, mediante la experiencia del Ing. Civil sub contratado.	Generar una plantilla y guía de usuario para poder realizar esta tarea en MS Project.
Revisar y analizar el cronograma	NO	Se deben organizar reuniones entre el programador y el encargado del proyecto para realizar las revisiones, además de las modificaciones necesarias, hasta que el encargado lo apruebe.
Implementar el cronograma	SI, Parcialmente ya que el encargado de realizar el cronograma no es el mismo que lo ejecuta y no se sigue fielmente durante todo el proyecto.	Para la implementación del cronograma se deben escoger las fechas de inicio, esto no se debe delegar al personal en campo y preferiblemente lo debe hacer el mismo profesional que lo programo.
Supervisar y controlar el horario	NO	Se debe hacer una supervisión constante para que se asegure el cumplimiento de la línea base, esto mediante visitas de inspección durante todo el proyecto y su respectiva comparación con lo planeado.

	Asignación de costos y recursos	SI, mediante la experiencia del Ing. Civil sub contratado y la aprobación del encargado del proyecto.	Los recursos se deben asignar en el tiempo y la forma correspondiente, además de hacerlo individualmente para cada actividad y tarea, de forma que facilite futuras tareas.
	Nivelación de recursos	NO	Se debe mantener un uso diario y uniforme de los recursos, especialmente de equipo y mano de obra, mediante visitas más continuas y un profesional en campo.
	Revisar la base de datos y registrar los comentarios	NO	Se recomienda generar una base de datos de los proyectos, tanto anteriores como en proceso, con comentarios y descripción de situaciones particulares e información relevante para ser consultada.
Control	Dar seguimiento del progreso del trabajo	SI, por parte del encargado del proyecto.	Dar seguimiento mediante visitas al sitio y listas de chequeo basadas en el cronograma, además de llevar un registro detallado, con apoyo fotográfico y no solo en la bitácora.
	Implementar métodos para medir el progreso del trabajo	NO	Emplear métodos para determinar el porcentaje de trabajo completado en cada actividad y generar un documento donde se facilite el cálculo y que pueda albergar la información.
	Comparar con el cronograma, el presupuesto de referencia y la calidad de la línea base	Si, parcialmente y no de forma constante.	Generar una herramienta que facilite la comparación entre los datos del costo y avance real del proyecto, contra los valores programados.

<p>Encontrar las variaciones, dónde están y el alcance que tienen, para analizarlas y descubrir las causas</p>	<p>SI, parcialmente ya que las variaciones a las que más se les presta atención son en cuanto al plazo.</p>	<p>Si se realizan los pasos anteriores de forma adecuada, se facilita el encontrar variaciones ya que el control de las actividades se hizo de forma más detallada</p>
<p>Tomar acciones correctivas cuando y donde sea necesario para volver a llevar el proyecto a tiempo y dentro del presupuesto</p>	<p>SI, aunque de forma parcial ya que priorizan llevar el proyecto conforme al tiempo a tener adecuados costos finales.</p>	<p>Para esto se recomienda que según la acción que sea, ésta se implemente por el profesional que está en campo, pero gestada por el director del proyecto en conjunto con este.</p>
<p>Incorporar los cambios aprobados en el cronograma de referencia</p>	<p>NO</p>	<p>Se debe tener un software especializado o una herramienta enfocada a recopilar los datos y las actualizaciones que se vayan generando durante el control.</p>
<p>Realizar las solicitudes de pago</p>	<p>SI, se realiza por parte del encargado del proyecto y se le envía al cliente una lista de actividades finalizadas y el porcentaje de avance para que se realice el pago correspondiente.</p>	<p>Generar un machote que facilite generar un documento oficial y claro en donde se le indique al cliente la información precisa sobre cada pago que se le solicite. Además de estandarizar esta tarea y de que se genere a partir de los datos del proyecto más actualizados.</p>
<p>Preparar una lista o documento que evalúe el trabajo real</p>	<p>SI, pero esta lista se utiliza para ver el avance del proyecto y realizar las solicitudes de pago y no para actualizar el cronograma.</p>	<p>Generar un documento estandarizado, para que basados en este, los futuros proyectos puedan tener un formato y una estructura más adecuada, tanto para recopilar la información, como para el almacenamiento de la misma.</p>

Ingresar la información en el software de programación y actualizar el horario y el cronograma semanalmente	NO	Generar un documento que explique y detalle cómo realizar esta tarea en un software como MS Project, además de dejar un documento como referencia.
Actualizar la información financiera del proyecto semanalmente	SI, mediante tablas de Excel con un flujo de caja de los costos proyectados para cada actividad faltante y los gastos incurridos y pagos realizados hasta la fecha, pero no se hace de forma semanal.	Generar un documento que explique y detalle cómo realizar esta tarea en un software como MS Project o Excel, además de dejar un documento de referencia preparado.
Analizar la nueva información y aprobarla	NO	Se debe analizar la información generada anteriormente, por parte del director del proyecto y el encargado de hacer la programación para corroborar si no se necesitan más cambios o ajustes.
Analizar los comentarios obtenidos de los informes para determinar el impacto que tendrán en el calendario	NO	El programador del proyecto debe realizar un análisis para filtrar que información puede tener impacto en el cronograma y una vez hecho esto, debe enviar los resultados al director del proyecto para su aprobación.
Comparar los resultados finales del proyecto en cuanto a plazos, costos y calidad alcanzados, contra lo proyectado en la programación	NO	Se recomienda generar un documento que contenga los resultados de esta comparativa

- Matriz construida con base en las buenas prácticas por parte de las empresas que se encuentran actualmente en el mercado:

Buenas prácticas		Aplicado por la empresa	Acciones a implementar
Programación	Definir las actividades y tareas en las que se descompondrá el proyecto	SI, mediante la subcontratación de un Ing. Civil para realizarla y basándose en su propia experiencia.	Se recomienda estandarizar el proceso.
	Utilizar softwares para generar el presupuesto del proyecto, a partir de las actividades ya definidas y los planos finales aprobados	NO	Generar un documento en un software de cálculo que sirva de plantilla para facilitar y estandarizar esta tarea.
	Desglosar los materiales necesarios para realizar la obra según cada tarea	SI, mediante la subcontratación de un Ing. Civil para realizarla y basándose en su propia experiencia.	Se recomienda estandarizar el proceso para que no afecte la movilidad de personal.
	Utilizar softwares que faciliten el conteo de materiales según unidades, volúmenes y área según sea el caso	NO	Se propone utilizar un software como Revit desde etapas tempranas de diseño, para que luego se facilite la tarea de cuantificación de materiales.
	Programar el cronograma de trabajo mediante la herramienta Ms Project® a partir de las actividades y tareas definidas inicialmente	NO	Realizar una guía de usuario para utilizar este software en esta tarea y generar un documento que sirva de referencia.
	Emplear técnicas como la toma de rendimientos y el análisis de proyectos anteriores para estimar y definir duraciones	NO	Se recomienda que la empresa realice tomas de rendimientos en sus futuros proyectos y que los resultados los alberguen en una base de datos para ser usados como referencia.

<p>Asignar recursos en cada tarea</p>	<p>SI, mediante la subcontratación de un Ing. Civil para realizarla y basándose en su propia experiencia.</p>	<p>Se recomienda estandarizar el proceso para que no afecte la movilidad de personal.</p>
<p>Generar el diagrama de Gantt</p>	<p>SI, mediante la subcontratación de un Ing. Civil para realizarlo, utilizando Excel y basándose en su propia experiencia.</p>	<p>Para esto se generará una plantilla que sirva como ejemplo o machote además de una guía de usuario.</p>
<p>Realizar una validación tanto del presupuesto como del cronograma, en conjunto con él o los superiores y el profesional encargado de realizar estos entregables</p>	<p>NO</p>	<p>Proponer reuniones entre el director del proyecto y el programador para realizar las revisiones de las actividades relacionadas con la programación para posteriormente alcanzar la validación.</p>
<p>Comparar los costos por m² y por m³ de cada actividad, contra los costos y plazos que cueste realizarlas actualmente en el mercado</p>	<p>SI, lo realiza el Ing. Civil subcontratado para realizar el cronograma, utilizando su experiencia en el mercado actual.</p>	<p>Utilizar no solo el conocimiento del programador, sino también de una base de datos que contenga este tipo de información de proyectos pasados, realizados por la empresa en la misma zona.</p>
<p>Realizar un análisis de estos costos, si entran dentro de los rangos del mercado se valida la actividad, de lo contrario se hace una revisión por tarea</p>	<p>NO</p>	<p>Generar una base de datos de los costos de todas las actividades que componen un proyecto y utilizarla de referencia. Además, la revisión debe hacerse lo más minuciosa y específicamente posible, en actividades que se desvíen mucho del rango.</p>

<p>Comparar la cantidad de trabajadores asignados a cada actividad en función del volumen de trabajo, con otros proyectos realizados anteriormente</p>	<p>NO</p>	<p>Para esto es clave tener incluido en una base de datos de proyectos anteriores no solo información relacionada a costos sino también información detallada de mano de obra, volúmenes de trabajo y rendimientos.</p>
<p>Estimar el tiempo que tardará cada actividad según el volumen de trabajo y la cantidad de trabajadores asignados</p>	<p>SI, mediante el juicio del experto subcontratado para esta tarea.</p>	<p>Se recomienda estandarizar esta tarea generando documentos que sirvan de referencia.</p>
<p>Verificar si la actividad se encuentra dentro de los plazos que se determinaron inicialmente</p>	<p>NO</p>	<p>Hacer una revisión conjunta entre el programador y el director del proyecto, para verificar y aprobar los plazos ya con la mano de obra incluida.</p>
<p>Revisar que los costos asociados a la mano de obra y equipo por actividad, estén dentro de los rangos que se tienen de referencia</p>	<p>NO</p>	<p>Hacer una revisión conjunta entre el programador y el director del proyecto, para comparar los costos con la información de proyectos pasados y así lograr la aprobación.</p>
<p>Revisar las precedencias de las actividades, sus sucesoras y los tiempos de inicio y fin por medio del diagrama de Gantt</p>	<p>NO</p>	<p>Realizar una revisión conjunta entre programador y director del proyecto de la planeación final reflejada en el diagrama de Gantt y así lograr la aprobación.</p>
<p>De estar lo anterior en orden, se validará la actividad, de lo contrario se hace una revisión por tarea</p>	<p>NO</p>	<p>De encontrar alguna variación excesiva en las revisiones anteriores se debe realizar una revisión más minuciosa hasta encontrar el origen del problema, para que una vez solucionado pueda ser aprobado para estar listos para la ejecución.</p>

Control	Realizar una reunión semanal con los profesionales implicados del proyecto	SI, parcialmente ya que la reunión no es semanal y además se hace en campo, además de que no se guarda registro de estas reuniones	Estas reuniones deben quedar pactadas y asignadas antes de que empiece el proyecto donde deben estar el profesional en campo, el director del proyecto, el encargado de la programación y de ser posible con el cliente.
	Realizar 3 cortes semanales del avance y ejecución de las tareas para llevar el control tanto del presupuesto como del cronograma	NO	Se deben implementar herramientas que lleven los porcentajes de avance y medirlo de forma periódica, para lo cual se debe generar una herramienta que lo facilite.
	Si se presentan atrasos o sobrecostos, implementar estrategias para reencaminar el proyecto	SI, pero de una forma más empírica	El encargado del proyecto analiza los resultados que arrojan los cortes, debe tomar acciones correctivas, de ser necesario y esto se debe hacer de forma estructurada y estandarizada.
	Utilizar herramientas y softwares que faciliten las inspecciones en la obra	NO	Se propone el uso de una herramienta que facilite esta tarea como las listas de chequeo.
	Programar inspecciones en conjunto con el cliente y los otros profesionales implicados	SI, según la actividad que se vaya a realizar y la etapa del proyecto en la que estén, con base en esto se designa el profesional que debe realizar cada inspección.	En las inspecciones se deben realizar anotaciones en campo sobre el avance y la calidad, las cuales además de aspectos de control, sirven para enviarle un informe al cliente con esta información si no pudo asistir.
	Solicitar que esté listo todo lo referente al inicio de una tarea o actividad previo a iniciar una visita de inspección	SI, parcialmente ya que para las inspecciones de los acabados se hace, pero en las visitas en diferentes etapas se da de forma irregular.	Programar y establecer en qué etapa real del proyecto se debe de estar y que actividades se deben realizar el día de cada inspección y ajustarlas el mismo día para tener un mayor control.

<p>Solicitar a los proveedores o contratistas los aspectos técnicos y de calidad de los materiales</p>	<p>SI, se realiza durante el proceso de cotización de los materiales para asegurarse de que se cumplan con los requerimientos solicitados.</p>	<p>Tener en una base de datos, una recopilación de toda la información técnica y de costos que los contratistas y proveedores hayan brindado</p>
<p>Llevar un registro fotográfico de los errores constructivos, acabados, modificaciones o atrasos e incluirlo en los informes online</p>	<p>SI, el encargado del proyecto realiza este registro fotográfico en sus visitas, sin embargo no se cuenta con un formato para realizar un informe ya que la información recopilada se refleja solo en la bitácora.</p>	<p>Elaborar un documento que sirva de referencia para poder generar y recopilar el registro fotográfico y los informes asociados a cada visita.</p>
<p>Mejorar la comunicación y el trasiego de información entre los profesionales para tener control sobre los plazos de las actividades en tiempo real</p>	<p>NO</p>	<p>Tener un contacto más directo con el profesional de campo mediante softwares que permitan actualizar la información del avance en tiempo real.</p>
<p>Realizar un análisis de cierre de proyecto para ver si este fue satisfactorio en cuanto a plazos y costos</p>	<p>SI, el dueño de la empresa realiza un análisis, una vez que se tenga el cierre del proyecto, sin embargo, no siempre se realiza y los resultados de este análisis no se reflejan en un documento específico.</p>	<p>Para este análisis se deben tomar en los flujos de caja, la calidad final del proyecto, el cronograma, el presupuesto y cualquier otro insumo u observación que se considere importante perpetuar de cara a futuros proyectos.</p>
<p>Analizar los errores cometidos durante la programación, la ejecución y el posterior control de la obra, generando un documento donde quede contenida esta información</p>	<p>NO</p>	<p>Se propone que este análisis se recopile en una base de datos, para así acceder a su información de forma más fácil, para usarla de referencia en futuros proyectos.</p>

Modelo para la programación y control de proyectos

A partir de los resultados obtenidos de las matrices de análisis de brecha cualitativa y de conformidad con el objetivo 3, se obtuvieron varias propuestas y recomendaciones para la mejora de la empresa en cuanto a programación y control de los proyectos. Algunas de estas propuestas consisten en elaborar una serie de herramientas, para un modelo sobre como ejecutar la programación y el control, para finalmente alcanzar el objetivo principal de este proyecto.

Dentro de las herramientas a desarrollar se encuentran las siguientes:

- Formato para estandarizar los presupuestos de la empresa.
- Guía básica para la Programación de Proyectos en MS Project.
- Formato para la elaboración de flujo de caja y tabla de pagos.

- Formato de listas de chequeo para inspecciones.

Una vez definidas las herramientas que se van a desarrollar se procede con su elaboración, logrando los siguientes resultados:

Herramienta para estandarizar los presupuestos de la empresa.

Esta herramienta responde a la necesidad de la empresa de emplear softwares para generar el presupuesto del proyecto, a partir de las actividades ya definidas y los planos finales aprobados, para así desglosar los materiales necesarios y realizar la obra según cada tarea, ya que esto se hacía de forma parcial, como se evidencia en las matrices de análisis de brecha cualitativa.

Como se puede ver en las figuras 15 y 16, este nuevo formato llega a subsanar los problemas que presentaban los presupuestos anteriores que otros profesionales le realizaban a la empresa, esto por falta de estandarización y movilidad del personal encargado de esta labor.

CARLOS MATA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		PRESUPUESTO DETALLADO PARA PROYECTOS						FECHA: 09/11/2021		
PROPIETARIO:		NOMBRE:				ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:		0 m ²		
UBICACIÓN DEL PROYECTO:		INFORMACIÓN DEL PROYECTO				COSTO POR m ² :		0.0 m ²		
TIPO DE PROYECTO:						DURACIÓN DEL PROYECTO:		0.0 meses		
DESGLOSE DE OFERTA										
ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	TAREA / MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO					
					MATERIALES		MANO OBRA	EQUIPO Y SUBCONTRATOS	TOTAL TAREA	%
					UNITARIO	TOTAL				
1	OBRAS PRELIMINARES									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 1 :								
2	CIMENTACIONES									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 2 :								
3	OBRA GRIS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 3 :								
4	PAREDES									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 4 :								
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 5 :								
6	INSTALACIÓN MECÁNICA									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 6 :								
7	TECHOS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 7 :								
8	ELEMENTOS EN MADERA									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 8 :								
9	ACABADOS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 9 :								
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 10 :								
11	CIERRE DE PROYECTO									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 11 :								
CARGAS SOCIALES :									22.6%	
SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO :										0%
		GASTOS GENERALES (Luz, Agua, Alquiler):								
		GASTOS ADMINISTRATIVOS (Salarios, Inspec):						6%		
		IMPREVISTOS :						6%		
		UTILIDAD :						12%		
SUB TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO :										
IMPUESTOS :										
COSTO TOTAL DEL PROYECTO :										

Figura 15. Nuevo formato para la elaboración de presupuestos detallados. Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	TAREA / MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO						
					MATERIALES		MANO OBRA	EQUIPO Y SUBCONTRATOS	TOTAL TAREA	%	
					UNITARIO	TOTAL					
7	TECHOS										
	7.1	CUBIERTA Y ELEMENTOS									
		7.1.1 Transporte de materiales		global		€	-		€	-	0,000%
		7.1.2 Tratado y acomodo de materiales		global		€	-		€	-	0,000%
		7.1.3 Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra		m ²		€	-		€	-	0,000%
		7.1.4 Techo tipo Decra - Cerradores de Tubo de 25 x 50 x 0,35 mm. @ 370 mm, c.a.c.		m		€	-		€	-	0,000%
		7.1.5 Techo tipo Decra - Botaguas del Sistema Decra		m		€	-		€	-	0,000%
		7.1.6 Tensores para Techo Cochera - Varillas # 5 lisa		m		€	-		€	-	0,000%
		7.1.7 Tensores para Techo Cochera - Placas de 380 x 560 x 6 mm.		und		€	-		€	-	0,000%
		7.1.8 Cubierta de Polycril		m ²		€	-		€	-	0,000%
						€	-		€	-	0,000%

Figura 16. Formato para el adecuado desglose de actividades.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Con el nuevo formato para la elaboración del presupuesto, se logra tener la información relevante mejor organizada, permite visualizar claramente los costos por tarea, por subactividad y por actividad, además de los otros rubros que forman parte del costo total del proyecto, como lo son las cargas sociales, costos indirectos e impuestos. Es

importante recalcar que el cálculo de los costos de materiales, mano de obra, equipo y subcontratos sólo se muestra de forma general, como se evidencia en ambas figuras 15 y 16, esto debido a que el cálculo detallado para cada uno de estos costos se realiza en otras hojas de cálculo de la misma herramienta, ver figuras 17 y 18.

COSTO DE MANO DE OBRA/ HORA				CÁLCULO DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y SUB CONTRATOS															
P	Unid	€	Salarios mínimos por hora	ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	TAREA	CANTIDAD DE TRABAJO		EQUIPO				CUADRILLA				SUB CONTRATO	COSTOS	
AY	Operario	€	€				CANTIDAD	UNIDADES	CANTIDAD	HE	OP	AY	P	M/D	REND HH	TOTAL HH		PRECIO UNITARIO	TOTAL
M.O.	Máximo de horas	€	3.922,54																
1	OBRAS PRELIMINARES																		
2	CIMENTACIONES																		
3	OBRA GRIS																		
4	PAREDES																		
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA																		
6	INSTALACIÓN MECÁNICA																		
7	TECHOS																		
8	ELEMENTOS EN MADERA																		
						8.1	ESTRUCTURA DE GRADAS INTERIAS												
						8.1.1	Transporte de materiales	global	-	-	1	1	1	0	0,0000	€	-	€	
						8.1.2	Tratado y acomodo de materiales	global	-	-	0	1	2	0,4	0,0000	€	-	€ 8 145,39	
						8.1.3	Colocación de Muebles de Madera (17 unid.)	mp	-	-	0	1	2	0,3	0,0000	€	-	€ 8 145,39	
						8.1.4	Colocación de Varillas # 4 lisa para coger gradal	m	-	-	0	1	2	0,7	0,0000	€	-	€ 8 145,39	
						8.1.5	Colocación Placas de 140 x 90 x 6 mm.	und	-	-	0	1	2	0,8	0,0000	€	-	€ 8 145,39	
						8.1.6	Colocación de Tubo para Succión Verticales (75 x 75 x 1,8 mm.)	m	-	-	0	1	2	0,7	0,0000	€	-	€ 8 145,39	
						8.1.7	Instalación de Barrandales de Betoneros de 1,07 m de alto	m	-	-	0	1	2	1,1	0,0000	€	-	€ 8 145,39	
						8.2	MOBILIARIO												
						8.2.1	Acomodo e instalación de Muebles Para cocina	gr/mf	-	-	0	2	1	3,9	0,0000	€	-	€ 8 274,74	
						8.2.2	Acomodo e instalación de Mueble para Lavamanos	und	-	-	0	2	1	2,9	0,0000	€	-	€ 8 274,74	
						8.2.3	Acomodo e instalación de Espejo (Lavamanos)	und	-	-	0	2	1	2,8	0,0000	€	-	€ 8 274,74	
						8.2.4	Acomodo e instalación de Cisterna	und	-	-	0	2	1	6,0	0,0000	€	-	€ 8 274,74	
						8.2.5	Acomodo e instalación de Mueble Fregadero y Desagrador	und	-	-	0	2	1	6,0	0,0000	€	-	€ 8 274,74	
9	ACABADOS																		
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS																		
11	CIERRE DE PROYECTO																		
DURACIÓN DEL TOTAL DE ACTIVIDADES:														0 días					
PRECIO TOTAL DE MANO DE OBRA SIN (C=)														€	-				

Figura 17. Nuevo formato para el cálculo de Mano de Obra, subcontratos y equipo.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIALES					COSTOS		
			POR UNIDAD	UNIDADES	TOTAL	UNIDADES	TOTAL COMERCIAL	UNIDADES	Precio unitario	Total
1	OBRAS PRELIMINARES								\$ -	-
2	CIMENTACIONES								\$ -	-
3	OBRA GRIS								\$ -	-
4	PAREDES								\$ -	-
5	INSTALACION ELECTRICA								\$ -	-
6	INSTALACION MECANICA								\$ -	-
7	TECHOS								\$ -	-
	7.1	CUBIERTA Y ELEMENTOS								
		7.1.1	Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra	m²		m²	0.00	m²	\$ 12 500.00	\$ -
		7.1.2	Techo tipo Decra - Clavadores de Tubo de 25 x 50 x 0.35 mm. @ 370 mm, c.a.c.	m		m	0.00	m	\$ 1 335.00	\$ -
		7.1.3	Techo tipo Decra - Botaguas del Sistema Decra	m		m	0.00	m	\$ 4 500.00	\$ -
		7.1.4	Tensores para Techo Cochera - Varillas # 5 lisa	m		m	0.00	m	\$ 1 250.00	\$ -
		7.1.5	Tensores para Techo Cochera - Placas de 380 x 560 x 6 mm.	und		und	0.00	und	\$ 8 500.00	\$ -
		7.1.6	Cubierta de Polycr	m²		m²	0.00	m²	\$ 22 000.00	\$ -
									\$ -	-
	7.2	ESTRUCTURA								
		7.2.1	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 100 x 1.8 mm.	m		m	0.00	m	\$ 5 500.00	\$ -
		7.2.2	Estructuras de Techo - Tubos de 75 x 75 x 1.8 mm.	m		m	0.00	m	\$ 3 333.33	\$ -
		7.2.3	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 200 x 1.8 mm.	m		m	0.00	m	\$ 8 333.33	\$ -
		7.2.4	Estructuras de Techo - Tubos de 50 x 50 x 1.8 mm.	m		m	0.00	m	\$ 2 500.00	\$ -
		7.2.5	Estructuras de Techo - Cercha CE-3 (0.80 x 13.95 m.) en tubo de 100 x 100 x 1.8 mm.	m		m	0.00	m	\$ 5 500.00	\$ -
		7.2.6	Escalera pi premita en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (0.40 x 13.75 m.)	m²		m²	0.00	m²	\$ 1 295.00	\$ -
		7.2.7	Escalera pi premita en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (0.25 x 4.00 m.)	m²		m²	0.00	m²	\$ 1 295.00	\$ -
		7.2.8	Escalera pi premita en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (0.10 x 7.55 m.)	m²		m²	0.00	m²	\$ 1 295.00	\$ -
									\$ -	-
8	ELEMENTOS EN MADERA								\$ -	-
9	ACABADOS								\$ -	-
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS								\$ -	-
COSTO TOTAL DE MATERIALES :									\$ -	-

Figura 18. Nuevo formato para el cálculo de materiales.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

En la figura 17, se ejemplifica cual es el nuevo formato para realizar el cálculo de la mano de obra, subcontratos y equipo, como se puede observar, primero es necesario definir e ingresar los salarios por hora que tendrá la mano de obra, luego definir de cuantas horas estará compuesta la jornada laboral, posteriormente empezar a detallar y desglosar las tareas que componen cada actividad, luego definir el volumen de trabajo por hacer, los rendimientos de los trabajadores en H/H por cada tarea, asignar la cantidad de trabajadores que participaran en cada una y ver si habrá equipo involucrado de por medio, de esta forma se realiza el cálculo del costo de la mano de obra a partir del tiempo total de duración y de los salarios por hora de cada trabajador, aunado a esto también se agrega costo por el equipo y los subcontratos para lograr obtener finalmente el costo total de cada tarea.

Con respecto al cálculo del costo de materiales, de acuerdo con la figura 18, se muestra el nivel de detalle que se debe alcanzar en cuanto al desglose de materiales por tarea, para realizar un presupuesto más representativo para este tipo de recursos.

Igual que en el caso anterior, aquí también se deben calcular los volúmenes totales de trabajo por realizar, en este caso desde el punto de vista del material, de esta forma se puede saber cuánto material se va a necesitar de acuerdo con los requerimientos. Luego de esto, se deben presupuestar los costos unitarios que tendrán cada uno de los materiales calculados, para luego multiplicarlos y obtener un precio total para ese material, en esa tarea específica.

Tanto en el formato para el cálculo de mano de obra, subcontratos y equipo, como el del cálculo de materiales, se pueden visualizar no solo los costos totales por tarea o los costos finales totales para el proyecto, sino que también se puede visualizar cual es el costo por subactividad y por actividad; esto permite tener más opciones para presentar la información y poder extraerla de una forma más fácil, para efectos de que el cliente la solicite o que el profesional encargado del control de costos pueda acceder más rápido a ella.

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS	
			UNITARIO	TOTAL
Cemento de uso general		und	₡ -	₡ -
Alambre negro		kg	₡ -	₡ -
Bloques 15 x 20 x 40 cm.		und	₡ -	₡ -
Bloques 20 x 20 x 40 cm.		und	₡ -	₡ -
Cable 1/0 AWG		m	₡ -	₡ -
Piedra cuartilla TMN 25 mm		m³	₡ -	₡ -
Regla de Pino PINO 1X3 3.20MT 19X65MM		m	₡ -	₡ -
Varilla de acero lisa #3 de 6 m		und	₡ -	₡ -
Varillas de acero corrugada #3 de 6 m		und	₡ -	₡ -
Varillas de acero corrugada #4 de 6 m		und	₡ -	₡ -
			COSTO TOTAL	₡ -

Figura 19. Nuevo formato para la solicitud de cotizaciones o submittals.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

En la figura 19, se muestra un ejemplo de cómo debe ser el formato para enviar las cotizaciones de materiales o submittals a los proveedores, en la cual se debe describir el material necesario con sus características y nivel de detalle que se requiera, colocar las cantidades que se necesitan así como las unidades comerciales, posteriormente se llenarán los precios unitarios y la herramienta hará el cálculo del total.

Esta herramienta no solo permite contar con un formato para solicitar cotizaciones, sino que sirve también para ir generando una base de datos con los costos que tiene cada material en la zona y si se utiliza una para cada proveedor la información de la base de datos estará más completa. Esto facilita la labor de realizar el presupuesto más rápido y con menos errores, sin embargo, es importante tomar en cuenta que esta información se debe actualizar periódicamente para evitar generar un presupuesto discontinuado.

Guía básica para la Programación de Proyectos en MS Project

Esta herramienta surge a partir de la necesidad de la empresa de consolidar la programación de sus proyectos en un software especializado, que pueda facilitar la elaboración de la red lógica, el diagrama de Gantt y los cálculos de CPM. Para poder cubrir esta necesidad, se elabora una guía de usuario para el uso básico de MS Project, ver figura 20, que es un

software que no solo permite realizar la programación, sino el control de proyectos también, tanto en aspectos de costos como de plazos ya que después de realizar la programación se pueden ir actualizando los datos recopilados durante las inspecciones de control.



Figura 20. Guía de usuario para el uso básico de MS Project.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word

Esta Guía de usuario está enfocada en brindar un acompañamiento para los profesionales que no hayan tenido contacto con este software y que por medio de ésta tengan un documento que los ayude a realizar toda la estructura de programación de sus proyectos y su posterior control. Esto como se muestra en la figura 21, estableciendo y explicando de forma apropiada todos los pasos a seguir para elaborar el EDT, el diagrama de Gantt, definir la ruta crítica, corregir errores de sobreasignación de personal, actualizar el avance del proyecto, llevar el flujo de caja, entre otros.

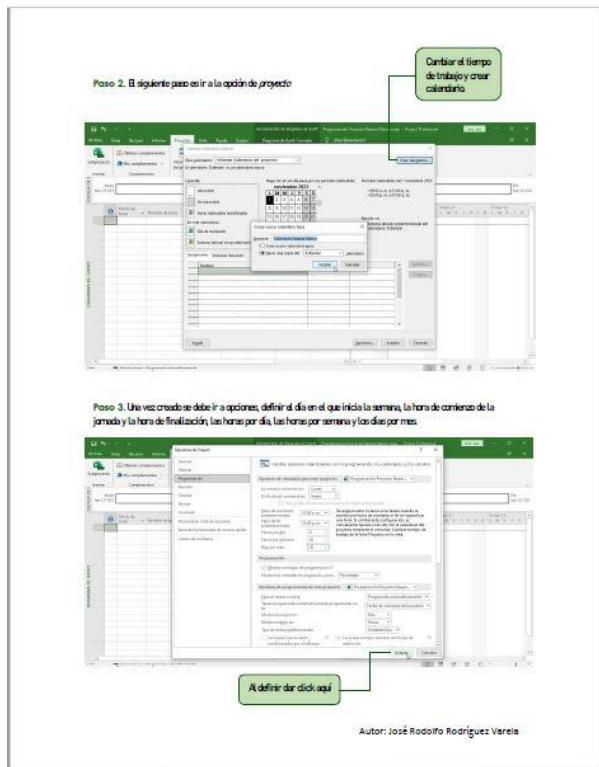


Figura 21. Pasos 2 y 3 Guía de usuario para el uso básico de MS Project.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word.

Formato para la elaboración de flujo de caja y tabla de pagos

Con respecto a los requerimientos de la empresa referentes al control de costos se elaboraron los

siguientes formatos para llevar el flujo de caja de los proyectos y llevar la tabla de pagos, como se ve en las figuras 22, 23 y 24, esto mediante el uso de la herramienta anterior, por medio de la cual se pueden extraer las plantillas tanto para el flujo de caja como para su respectivo gráfico.

Costo			Año	Trimestre	Trimestre1	Semana				Total general	
			2018								
			T3								
			Agrupar2			Agrupar6					
Tarea	Tarea 1	Tarea 2	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 47	Semana 48	Semana 49	Semana 50	
Programación Proyecto Naama Manor	Programación Proyecto Naama Manor		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROYECTO NAAMA MANOR	PROYECTO NAAMA MANOR	€ 1 899 314,52	€ 1 899 314,52	€ 1 899 314,52	€ 1 881 921,66	€ 1 899 314,52	€ 1 899 314,52	€ 1 899 314,52	€ 1 899 314,52	€ 46 885 951,64
		INICIO	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
		OBRA PRELIMINARES	€ 1 513 087,20	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 1 513 087,20
		CIMENTACIONES	€ 94 179,47	€ 1 534 905,20	€ 1 989 079,78	€ 66 185,95	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 4 480 493,44
		OBRA GRIS	€ -	€ -	€ -	€ 1 824 035,64	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 18 289 051,71
		PAREDES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 10 683 009,35
		INSTALACIÓN ELÉCTRICA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 8 279 490,34
		INSTALACIÓN MECÁNICA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 1 099 929,59	€ -	€ -	€ 9 808 781,76
		TECHOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 4 101 270,60
		ELEMENTOS EN MADERA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 2 875 808,51	€ 403,91	€ -	€ -	€ 5 709 977,28
		ACABADOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 4 513 830,54	€ 1 973 436,14	€ 3 802 902,43	€ 1 167 769,27	€ 12 970 040,76
		OBRA COMPLEMENTARIAS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 5 224 256,44	€ 115 457,31	€ -	€ 5 339 713,75
		CIERRE DE PROYECTO	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 197 177,07
		FIN	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Total general			€ 3 506 581,19	€ 3 434 219,72	€ 3 888 394,30	€ 3 772 143,24	€ 9 288 953,57	€ 3 873 154,57	€ 12 026 402,98	€ 3 182 541,10	€ 128 258 044,89

Figura 22. Nuevo formato para la elaboración del flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

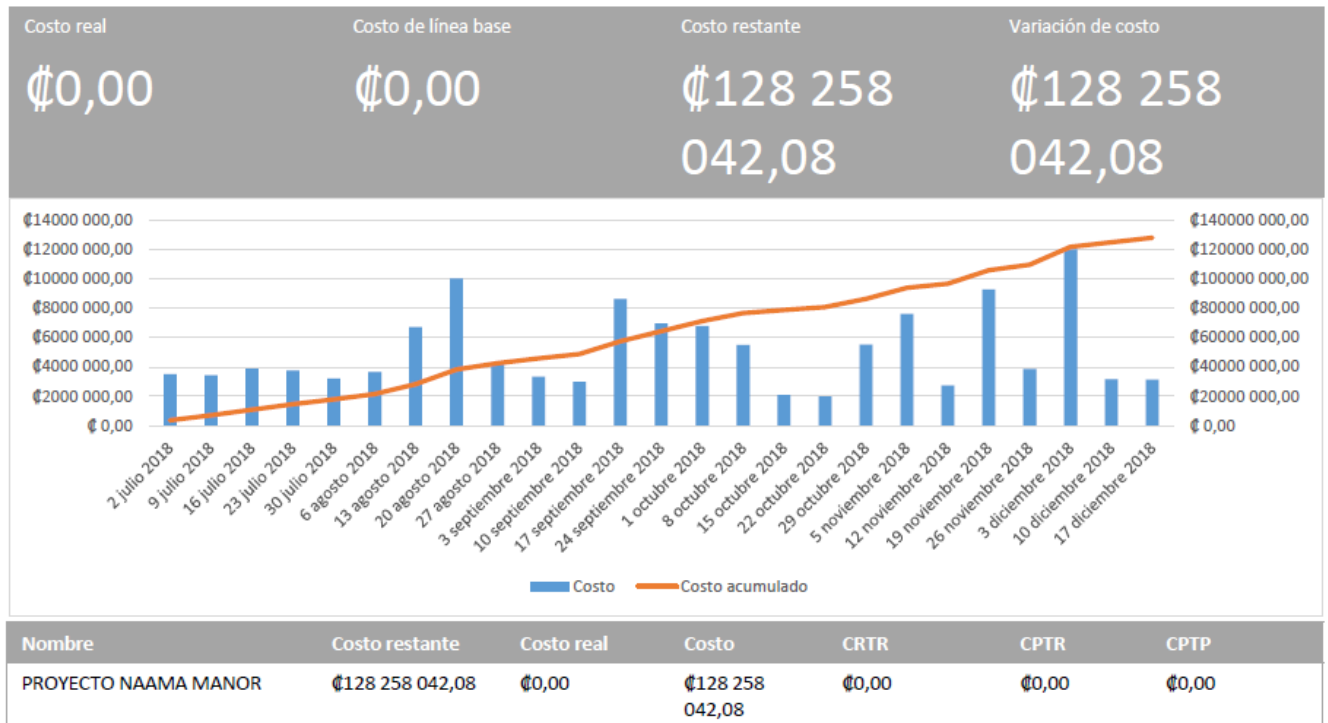


Figura 23. Gráfico para el control del flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

INGRESOS : 
 EGRESOS : 
 GANANCIA : 

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	SEMANA FINAL
PAGOS DEL CLIENTE	€ 14 601 338,45	€ 23 642 563,92	€ 19 232 590,06	€ 21 386 298,17	€ 17 888 008,75	€ 28 371 052,22	€ 3 136 193,32
PAGO DE COSTOS DIRECTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE PROVEEDORES							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE SUBCONTRATISTAS							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE EQUIPO							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE MANO DE OBRA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE COSTOS INDIRECTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GASTOS GENERALES							
PAGO DE LUZ	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE AGUA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
ALQUILERES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GASTOS ADMINISTRATIVOS							
SALARIOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
INSPECCIONES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
IMPREVISTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
DEDUCCIONES POR IMPUESTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GANANCIA:	€ 14 601 338,45	€ 23 642 563,92	€ 19 232 590,06	€ 21 386 298,17	€ 17 888 008,75	€ 28 371 052,22	€ 3 136 193,32

Figura 24. Nuevo formato para la elaboración de la tabla de pagos.
 Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Como se ve en la figura 23, se presenta de forma gráfica el mismo flujo de caja y en el mismo rango de tiempo que en la figura 22, además también aporta datos importantes como el costo real, el costo de línea base, la variación en el costo y el costo restante, los cuales van a ir cambiando a medida que se vaya actualizando el avance del proyecto. Por lo cual, se recuerda que para realizar un análisis adecuado se debe generar tanto el flujo de caja, como su respectivo gráfico, cada vez que se actualicen los datos de la programación en MS Project.

A partir de la plantilla generada para el flujo de caja, se elaboró el formato para la tabla de pagos, el cual como se ve en la figura 24, se presenta por mes, en el que se estarán realizando y recibiendo los pagos referentes a la elaboración de las tareas que se harán en ese tiempo. Si se quiere realizar esta tabla de pagos por semana, solo tendrá que

extraerse la información correspondiente a ese rango de tiempo del flujo de caja de la figura 22.

Formato de listas de chequeo para inspecciones

Con respecto a las inspecciones y basado en la información arrojada por las matrices de análisis de brecha cualitativa, se decidió elaborar las herramientas que se ven en las figuras 25, 26 y 27, para cubrir con las necesidades de:

- Mejorar el control de los plazos y costos a partir de las inspecciones.
- Mejorar la evaluación del trabajo real.
- Medir de forma periódica el avance del proyecto.

- Tener una herramienta que facilite la recopilación y el registro fotográfico de las inspecciones

Para lograr esto se presentan las siguientes herramientas:

Listas de chequeo de calidad: Por medio de las listas de chequeo de calidad, se vuelve más eficiente y estandarizado el proceso de inspeccionar la obra y llevar el control de calidad. Para generar y utilizar este formato, la lista de chequeo de calidad se debe armar antes de la inspección, revisando la programación hecha en MS Project y a partir de esta se seleccionan las actividades que se ejecutaran por semana, además se debe llenar previamente el espacio designado para las normas, lineamientos técnicos y de calidad que se vayan a evaluar en cada tarea, dependiendo de su naturaleza, por ejemplo con las armaduras de acero, la instalación de andamios o la limpieza inicial de terreno.

Con respecto al llenado de la lista durante la inspección y siguiendo el formato de la figura que aparece en la figura 25, se deben llenar todos los espacios correspondientes a la información general de la inspección, luego se empieza a revisar cada una de las tareas que se tienen proyectadas para esa inspección, las normas y lineamientos para esa tarea, para luego evaluar si se están cumpliendo, por medio de un check, para denotar el cumplimiento total de éstas, además de usar una letra para denotar el no cumplimiento, para luego detallar de forma específica en notas y observaciones en que puntos no se está cumpliendo.

CARLOS MATA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION		Inspecciones Carlos Mata Architecture & Construction		Número de Inspección: <input type="text"/>	
Nombre del proyecto:					
Fecha de Inspección:					
Profesional encargado de la Inspección:					
Llenado de la lista:		Usar (-): Si se cumplen los lineamientos y las normas de calidad vigentes para cada tarea. Usar letras (A,B,-): Para denotar incumplimientos de calidad.			
ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD/TAREA	Normas, lineamientos técnicos y de calidad	Cumple	NO Cumple	
OBRAS PRELIMINARES					
	Limpieza de Terreno		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Colocación de medidor Provisional / Eléctrico		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Instalación Provisional / Paja de Agua		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Transporte de materiales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Traslado y acomodo de materiales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Armao de la bodega		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Trazado Preliminar		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A
	Alquiler de Compactadores (por 5 H)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Compactación General/Sustitución		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Alquiler de Backhoe (por H)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Movimiento de Tierras / Corte		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Movimiento de Tierras / Relleno-Letra		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CIMENTACIONES					
	Transporte de materiales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Traslado y acomodo de materiales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PLACA CORRIDA CC-1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B
	Zanjas (Material y Extracción)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PLACA AISLADA CA-1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Zanjas (Material y Extracción)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PLACA CORRIDA CC-2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Zanjas (Material y Extracción)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Notas y Observaciones:		A = Observación de baja calidad referente a... B = Observación de baja calidad debido a...			
Firma del profesional responsable: _____					

Figura 25. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de calidad.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Listas de chequeo de plazos: Para evaluar los plazos reales en los que se está ejecutando el proyecto, se emplea el uso de la lista de chequeo que aparece en la figura 26, la cual al igual que la lista anterior se debe armar previo a la inspección y a partir del cronograma hecho en MS Project, donde se seleccionarán las actividades que se ejecutarán por semana, luego se marcan las celdas correspondientes a los días de inicio y fin de cada actividad, de forma diferenciada.

En cuanto al llenado de lista, siguiendo el formato que aparece en la figura 20, se deben llenar todos los espacios correspondientes a la información general de la inspección, luego se empiezan a revisar cada una de las tareas que se tienen proyectadas para iniciar o concluir durante el periodo que abarque la inspección (por semana), se marca con un check las casillas de los días correspondientes al inicio y finalización proyectados,

si estos plazos se cumplen, de no ser así se marcará con un número en la casilla del día de inicio o fin que corresponda, esto podría ser en días anteriores o posteriores a la fecha programada.

Los números que representan el incumplimiento en los plazos, sirven para identificar y detallar de forma más específica cualquier observación asociada a esa inconsistencia y se deberá desarrollar la explicación en el espacio correspondiente al final del documento.

Una vez finalizada la inspección, se debe utilizar la información recopilada en estas listas para actualizar la programación hecha en MS Project y así generar nuevos flujos de caja para evaluar cómo va el proyecto en cuanto a plazos y costos.

Figura 26. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de plazo.

Figura 26. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de plazo. Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Herramienta para el registro fotográfico: Ahora bien, para el caso de la herramienta de registros fotográficos, su proceso de llenado es similar al de las listas anteriores, con respecto a que también se deben marcar con letras, esta vez minúsculas, las inconsistencias que se vean durante la inspección, pero esta vez de deben macar en una fotografía que sirva de apoyo visual para ver el error y al final del documento explicar en qué consiste éste.

Estos formatos se deben llenar cada vez que se haga una inspección y es importante recalcar que

esto debe hacerse a parte de la bitácora oficial que se debe tener para los proyectos, estos documentos deben ser adicionales, además, también se recomienda que las inspecciones y por ende el uso de estas listas y el registro, se deben realizar 3 veces a la semana, para tener recopilada mayor información y a tiempo, para lograr un adecuado control.

Figura 27. Nuevo formato para la elaboración de registros fotográficos.

Figura 27. Nuevo formato para la elaboración de registros fotográficos. Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Estructura del modelo de programación y control

Con el diseño de las herramientas y formatos a utilizar ya concluido, se procede a generar este documento, el cual consiste en recabar y sintetizar toda la información que permita marcar pautas, definir los pasos a seguir y desarrollar explicaciones sobre cómo se debe hacer la programación y el control.

Este documento, aparte de los pasos a seguir, también contiene explicaciones sobre que herramientas emplear en cada una de las etapas y como utilizarlas, además de indicaciones sobre

quiénes son los profesionales responsables de ejecutar cada etapa y como deben hacerlo, por ejemplo, en la etapa de presupuestación donde el profesional responsable de esta tarea, principalmente será el presupuestista, empleando el formato estandarizado presentado anteriormente; sin embargo, durante todo el proceso este estará en constante comunicación con los diseñadores tanto estructural, como arquitectónico y electromecánico, con el fin de aclarar dudas y no cometer errores en cuanto a cálculos de materiales o de volumen de trabajo. Además, otro profesional implicado en esta etapa será el director del proyecto, el cual realizará revisiones periódicas en conjunto con el presupuestista sobre cómo va el avance del presupuesto y de esta forma ir aprobando los avances realizados.

Así como en la etapa de elaboración del presupuesto, ejemplificada anteriormente, todas las etapas relacionadas a la programación y al control, manejan el mismo nivel de explicación sobre cómo se deben realizar y por quién, lo cual está contenido dentro del documento correspondiente al modelo.



Figura 28. Modelo para la programación y el control de proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción. Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word

Implementación del Modelo

De conformidad con el objetivo 4, para lograr la validación del modelo, se elaboró una estrategia para su implementación, la cual consiste en escoger un proyecto finalizado por la empresa, con la finalidad de implementar el modelo en este, para luego comparar los resultados anteriores con los resultados obtenidos, a partir del uso del modelo y posteriormente realizar un análisis de los beneficios obtenidos y las mejoras que se alcanzan con la implementación.

Para esto se tomó la decisión en conjunto con la empresa de elegir el proyecto “Casa Naama Manor”, el cual es uno de los proyectos en el que se cometieron más errores tanto en etapas de programación como de control de la obra.

Debido a que se trata de un proyecto que ya concluyó, se implementaron solo las herramientas y los pasos del modelo, que, si se puedan evaluar y comparar con lo ya realizado, como lo son:

- El Modelo para la programación y el control de proyectos.
- La Programación de Proyectos por medio de la Guía para Programación en MS Project.
- Presupuesto estandarizado para proyectos.
- Flujo de caja y Tabla de pagos

Una vez definidos los componentes del modelo que se implementaron, se establecen los criterios en los que se va a realizar la comparativa, para evaluar en que aspectos se mejoró. Los cuales se presentan a continuación:

- Estructura de desglose de trabajo (EDT).
- Orden y nivel de detalle del presupuesto.
- Métodos de cálculo de los recursos utilizados.
- Cierre adecuado del presupuesto.
- Resultado de costos finales y duración del proyecto.
- Capacidad de la programación para realizar el control a partir de esta.
- Capacidad para controlar y actualizar el flujo de caja.
- Presencia de herramientas para el control en inspecciones.

Con base en estos rubros, se evaluó la idoneidad del modelo para así lograr la validación, además es importante recalcar que estos rubros no solo evalúan las herramientas que se implementaron, sino que también evalúan los pasos para la programación y el control, las explicaciones de cómo y cuándo usar cada herramienta y las técnicas nuevas, todo esto recopilado en el documento que se le dio a la empresa para dirigirse durante estas dos etapas de la construcción.

Estructura de desglose de trabajo

A continuación, se presenta la comparativa entre cómo se realizaba anteriormente la estructura de desglose de trabajo, específicamente para el proyecto “Casa Naama Manor”, y se toma como ejemplo la actividad nivel dos, como se ve en la figura 29.

Ahora bien, para realizar la comparativa tenemos la figura 30, en la que se muestra cómo se realiza la estructura de desglose de trabajo, pero esta vez aplicando el formato de la herramienta para presupuestos, que se propone en el modelo y se toma como ejemplo demostrativo la actividad de techos.

CTVO	OBRA	Cantidad	Unidad	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
78	Estructura de Paredes . Perfiles de H.G. Cal. # 25, Stud 50 x 100 mm.	281,08	m2	€ 5 500,00	€ 1 545 912,50
79	Forro en Paredes de Gypsum, láminas de Yeso Cemento de 13 mm.	385,53	m2	€ 5 500,00	€ 2 120 415,00
80	Forro en Paredes de Láminas de Panelex	122,26	m2	€ 16 500,00	€ 2 017 290,00
81	Estructura de Paredes - Columnas de Tubos de 100 x 100 x 1.8 mm. (48 unids)	221,40	ml	€ 5 000,00	€ 1 107 015,00
82	Estructura de Paredes - Vigas Tapichel e Intermedias, tubo de 100 x 100 x 1.8 mm.	169,72	ml	€ 5 000,00	€ 848 605,00
83	Estructura de Paredes - Placas p/cols. 15 x 15 x 0.6 cm. Y anclas 2 # 3 x 30 cm.	48,00	unidad	€ 8 500,00	€ 408 000,00
84	Pergolas 20 x 7.6 cm - Estructura en tubos de 50 x 50 x 1.8 mm.	87,63	ml	€ 2 500,00	€ 219 075,00
85	Pergolas 20 x 7.6 cm - Forro de Gypsum de 13 mm.	20,30	m2	€ 5 500,00	€ 111 650,00
86	Barandales de Balcones de 1.07 m de alto	23,25	ml	€ 45 000,00	€ 1 046 355,14
87	Acabado de Pisos - Lujado	78,04	m2	€ 8 500,00	€ 663 297,50
88	Acabado de Pisos - Azulejos en duchas	3,16	m2	€ 14 500,00	€ 45 820,00
89	Enchape de Azulejo en Paredes.	10,72	m2	€ 14 500,00	€ 155 440,00
90	Acabado de Cielos - Gypsum de 13 mm. (Incluye Aleros)	124,88	m2	€ 8 500,00	€ 1 061 480,00
91	Rodapie	61,50	m2	€ 3 800,00	€ 233 700,00
92	Pasta-Pintura-Paredes Internas	364,63	m2	€ 3 500,00	€ 1 276 205,00
93	Pasta-Pintura-Paredes Externas	20,90	m2	€ 3 500,00	€ 73 150,00
94	Pintura-Cielos (Incluye Aleros)	124,88	m2	€ 3 500,00	€ 437 080,00
95	Pintura-Precintas	1,76	m2	€ 3 500,00	€ 6 160,00
96	Pintura-Pergolas	20,30	m2	€ 3 500,00	€ 71 050,00

Figura 29. EDT para la actividad nivel 2 de Casa Naama Manor.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

TECHOS		CUBIERTA Y ELEMENTOS		ESTRUCTURA	
7.1	Transporte de materiales	1,00	global	-	-
7.1.1	Traslado y acomodo de materiales	1,00	global	-	-
7.1.2	Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra	151,90	m²	€ 12 500,00	€ 1 898 750,00
7.1.3	Techo tipo Decra - Clavadores de Tubo de 25 x 50 x 0,56 mm. (Ø 370 mm, c.a.c.	455,58	m	€ 1 335,00	€ 608 199,30
7.1.4	Techo tipo Decra - Botagias del Sistema Decra	50,35	m	€ 4 500,00	€ 226 575,00
7.1.5	Techos para Techo Cocinera - Varillas # 5 lisa	10,68	m	€ 1 250,00	€ 13 350,00
7.1.6	Tensores para Techo Cocinera - Placas de 380 x 550 x 6 mm.	5,00	und	€ 5 500,00	€ 27 500,00
7.1.7	Cubierta de Polypor	10,92	m²	€ 22 000,00	€ 240 240,00
7.2	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 100 x 1.8 mm.	123,10	m	€ 5 500,00	€ 677 050,00
7.2.1	Estructuras de Techo - Tubos de 75 x 75 x 1.8 mm.	5,30	m	€ 3 333,33	€ 17 666,67
7.2.2	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 200 x 1.8 mm.	21,20	m	€ 8 333,33	€ 176 666,67
7.2.3	Estructuras de Techo - Tubos de 50 x 50 x 1.8 mm.	8,13	m	€ 2 800,00	€ 22 828,28
7.2.4	Estructuras de Techo - Cerrna CE-3 (Ø 50 x 13,95 m) en tubo de 100 x 100 x 1.8 mm.	42,90	m	€ 5 800,00	€ 248 950,00
7.2.5	Escalieria p/ precinta en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (Ø 40 x 13,75 m.)	5,20	m²	€ 1 250,00	€ 7 125,00
7.2.6	Escalieria p/ precinta en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (Ø 25 x 4,00 m.)	1,00	m²	€ 1 250,00	€ 1 250,00
7.2.7	Escalieria p/ precinta en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (Ø 10 x 7,55 m.)	0,76	m²	€ 1 250,00	€ 977,73
7.2.8					
COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 7:					

Figura 30. EDT para la actividad techos.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Nivel de detalle del presupuesto

En esta sección se presentan dos figuras, que ejemplifican cual es el nivel de detalle que se alcanza

aplicando el modelo, en la primera figura se puede ver el nivel de detalle en los cálculos de mano de obra, sub contratos y equipo, en la segunda figura se puede ver el detalle en el cálculo de materiales.

Estos dos formatos se deben comparar contra el formato de cálculo, usado previamente por la empresa el cual se presentó en la sección anterior.

COSTO DE MANO DE OBRA/HORA		Salarios (personas por hora)	
P	Peón	€	1.470,00
AY	Asistente	€	1.000,00
OP	Obrero	€	1.040,00
M.O.	Muestrero de obra	€	1.000,00

CÁLCULO DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y SUB CONTRATOS																			
JORNADA EN HORAS:	ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	TARIFA	CANTIDAD DE TRABAJO		EQUIPO		CUADRILLA		COSTOS									
				CANTIDAD	UNIDADES	CANTIDAD	HE	OP	AY		P	M.O.	REND	HE	TOTAL HE	SUB CONTRATO	Precio unitario	Total	
1	OBRA PRELIMINARES																		
2	CIMENTACIONES																		
3	OBRA GRAS																		
4	PAREDES																		
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA																		
6	INSTALACIÓN MECÁNICA																		
7	TECHOS																		
8	ELEMENTOS DE MADERA																		
	8.1	ESTRUCTURA DE GRADAS INTERNAS																	
		8.1.1	Transporte de materiales		global	-	-	1	1	1		0	0,0000	€	-	€	-	€	-
		8.1.2	Traslado y acomodo de materiales		global	-	-	0	1	2		0,4	0,0000	€	-	€	8 140,00	€	-
		8.1.3	Cobocación de Muebles de Madera (17 unids.)		und	-	-	0	1	2		0,9	0,0000	€	-	€	8 140,00	€	-
		8.1.4	Cobocación de Varillas # 5 lisa para losgrados		m	-	-	0	1	2		0,7	0,0000	€	-	€	8 140,00	€	-
		8.1.5	Cobocación Placas de 140 x 90 x 6 mm.		und	-	-	0	1	2		0,8	0,0000	€	-	€	8 140,00	€	-
		8.1.6	Cobocación de Tubo para Soplón (15 x 15 x 1.8 mm.)		m	-	-	0	1	2		0,7	0,0000	€	-	€	8 140,00	€	-
		8.1.7	Instalación de Barandales de Balcones de 1,07 m de alto.		m	-	-	0	1	2		1,1	0,0000	€	-	€	8 140,00	€	-
		8.2	MOBILIARIO		global	-	-	0	2	1		3,9	0,0000	€	-	€	8 274,74	€	-
		8.2.1	Acomodo e Instalación de Muebles Para cocina		und	-	-	0	2	1		2,0	0,0000	€	-	€	8 274,74	€	-
		8.2.2	Acomodo e Instalación de Equipo (Muebles)		und	-	-	0	2	1		0,8	0,0000	€	-	€	8 274,74	€	-
		8.2.3	Acomodo e Instalación de Cielos		und	-	-	0	2	1		0,0	0,0000	€	-	€	8 274,74	€	-
		8.2.4	Acomodo e Instalación de Muebles (Pegajeros) y Despegajeros.		und	-	-	0	2	1		0,0	0,0000	€	-	€	8 274,74	€	-
		8.2.5																	
9	ACABADOS																		
10	OBRA COMPLEMENTARIAS																		
11	OBRA DE PROYECTO																		
DURACIÓN DEL TOTAL DE ACTIVIDADES:										0 días									
DURACIÓN DEL TOTAL DE ACTIVIDADES:										0 meses									
PRECIO TOTAL DE MANO DE OBRA/HR (€):										€									

Figura 31. Nuevo formato para el cálculo de Mano de Obra, subcontratos y equipo.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

		CÁLCULO DE MATERIALES						COSTOS	
ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	MATERIAL	POR UNIDAD		CANTIDAD DE MATERIALES		COSTOS		
			UNIDADES	TOTAL	UNIDADES	TOTAL COMERCIAL	UNIDADES	Total	
1	OBRAS PRELIMINARES							€ -	
2	CIMENTACIONES							€ -	
3	OBRA GRIS							€ -	
4	PAREDES							€ -	
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA							€ -	
6	INSTALACIÓN MECÁNICA							€ -	
7	TECHOS							€ -	
	7.1 CUBIERTA Y ELEMENTOS							€ -	
	7.1.1	Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra	m²	m²	0,00	m²	€ 12 500,00	€ -	
	7.1.2	Techo tipo Decra - Clavadores de Tubo de 25 x 50 x 0,35 mm. @ 370 mm, c.a.c.	m	m	0,00	m	€ 1 335,00	€ -	
	7.1.3	Techo tipo Decra - Botaguas del Sistema Decra	m	m	0,00	m	€ 4 500,00	€ -	
	7.1.4	Tensores para Techo Cochera - Varillas # 5 lisa	m	m	0,00	m	€ 1 250,00	€ -	
	7.1.5	Tensores para Techo Cochera - Placas de 380 x 560 x 6 mm.	und	und	0,00	und	€ 8 500,00	€ -	
	7.1.6	Cubierta de Polysty	m²	m²	0,00	m²	€ 22 000,00	€ -	
	7.2 ESTRUCTURA							€ -	
	7.2.1	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 100 x 1,8 mm.	m	m	0,00	m	€ 5 500,00	€ -	
	7.2.2	Estructuras de Techo - Tubos de 75 x 75 x 1,8 mm.	m	m	0,00	m	€ 3 333,33	€ -	
	7.2.3	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 200 x 1,8 mm.	m	m	0,00	m	€ 9 333,33	€ -	
	7.2.4	Estructuras de Techo - Tubos de 50 x 50 x 1,8 mm.	m	m	0,00	m	€ 2 500,00	€ -	
	7.2.5	Estructuras de Techo - Cercha CE-3 (0,80 x 13,95 m.) en tubo de 100 x 100 x 1,8 mm.	m	m	0,00	m	€ 5 500,00	€ -	
	7.2.6	Escalera p/ preinta en tubo de 25 x 25 x 1,5 mm. (0,40 x 13,75 m.)	m²	m²	0,00	m²	€ 1 295,00	€ -	
	7.2.7	Escalera p/ preinta en tubo de 25 x 25 x 1,5 mm. (0,25 x 4,00 m.)	m²	m²	0,00	m²	€ 1 295,00	€ -	
	7.2.8	Escalera p/ preinta en tubo de 25 x 25 x 1,5 mm. (0,10 x 7,55 m.)	m²	m²	0,00	m²	€ 1 295,00	€ -	
8	ELEMENTOS EN MADERA							€ -	
9	ACABADOS							€ -	
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS							€ -	
COSTO TOTAL DE MATERIALES :								€ -	

Figura 32. Nuevo formato para el cálculo de materiales.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Métodos de cálculo de los recursos

Las siguientes figuras representan dos formas diferentes de calcular recursos, en el caso de la

primera, se muestra la manera de presentar y calcular la mano de obra que tenía la empresa anteriormente para el proyecto “Casa Naama Manor”. Y en la segunda figura se muestra el método de cálculo para mano de obra, pero ahora por medio de la herramienta de presupuestación propuesta en el modelo.

	CTVO	OBRA	Cantidad	Unidad	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Obra Complementarias	209	Enzacatado		m2	€	-
	210	Acceso vehicular		m2	€	-
	211	Aceras		m2	€	-
	212	Cortes de Agua		m3	€	-
	213	Mano de Obra Contratada	244,25	m2	€ 135 000,00	€ 32 973 750,00

Figura 33. Cálculo de mano de obra original para Casa Naama Manor.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

COSTO DE MANO DE OBRA/HORA										Salaris mínimos por hora			
		€		€		€		€					
P	Patrón	1.479,31		€	139,31								
AP	Asistente	1.050,56		€	100,00								
OP	Operario	1.544,96		€	155,97								
M.O.	Muestra de obra	1.992,54		€	191,04								
CÁLCULO DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y SUB CONTRATOS													
JORNADA EN HORAS: 8 horas													
ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	TAREA	CANTIDAD DE TRABAJO		EQUIPO		CUADRILLA			SUB CONTRATO			
			CANTIDAD	UNIDADES	CANTIDAD	HE	OP	AY	P	M.D	REND HH	TOTAL HH	PRECIO UNITARIO
1	OBRAS PRELIMINARES											3,89 días	€ 521 732,89
2	CIMENTACIONES											29,04 días	€ 2 078 439,89
3	OBRA GRIS											55,99 días	€ 7 410 735,99
4	PAREDES											24,87 días	€ 1 823 076,47
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA											5,01 días	€ 455 744,99
6	INSTALACIÓN MECÁNICA											9,23 días	€ 623 663,79
7	TECHOS											5,02 días	€ 369 770,99
8	ELEMENTOS EN MADERA											5,07 días	€ 384 476,29
9	ACABADOS											47,66 días	€ 2 052 921,29
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS											4,89 días	€ 381 715,37
11	CERRA DE PROYECTO											3,34 días	€ 339 284,89
DURACIÓN DEL TOTAL DE ACTIVIDADES :										202 días			
										7 meses			
PRECIO TOTAL DE MANO DE OBRA SIN (C):										€ 16 964 123,35			

Figura 34. Cálculo de mano de obra con la nueva herramienta.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Cierre adecuado del presupuesto

En el caso del cierre del presupuesto, se presentan las siguientes figuras que pretenden comparar la manera anterior de realizarlo y la nueva manera.

La primera figura muestra el formato que uso la empresa anteriormente para cerrar el proyecto

“Casa Naama Manor” y el tipo de información que se podía visualizar.

Ahora bien, para comparar este formato tenemos la segunda figura, en la que se muestra cual es la forma de mostrar los datos finales del presupuesto, pero ahora aplicando el formato de cierre que tiene la herramienta de presupuesto diseñada con el modelo.

Subtotal Costos Directos				€ 102 768 708,42
Imprevistos			2,00%	€ 2 055 374,17
Utilidad			10,00%	€ 10 276 870,84
Consultoría				
Estudios Preliminares		Global	€	-
Anteproyecto			€	-
Planos y especificaciones técnicas			€	-
Dirección Técnica			€	-
Tramites y permisos				
			€	-
			€	-
			€	-
Subtotal Costos Indirectos				€ -
TOTAL DE CONSTRUCCIÓN				€ 115 100 953,43

Figura 35. Cierre de presupuesto original para Casa Naama Manor.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO :			€ 92 870 940,62	100%
	GASTOS GENERALES (Luz, Agua, Alquiler):		€ 200 000,00	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS (Salarios, Inspec):	5%	€ 4 643 547,03	
	IMPREVISTOS :	5%	€ 4 643 547,03	
	UTILIDAD :	12%	€ 11 144 512,87	
SUB TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO :			€ 20 631 606,94	
IMPUESTOS :			€ 14 755 331,18	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO :			€ 128 257 878,73	
			\$ 198 849,42	

Figura 36. Cierre de presupuesto con la nueva herramienta.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Resultado de costos y duración final

En esta sección se presentan dos figuras que representan los métodos que se utilizaron para determinar la duración final del proyecto y el formato en el que se presentan.

En el caso de la primera figura, se tiene el cronograma confeccionado anteriormente, el cual tiene una duración de 6 meses y para el caso de la

segunda figura se presenta el cronograma realizado a partir de la herramienta de Guía para la programación en MS Project, correspondiente al nuevo modelo por medio de la cual se obtuvo una duración de 6 meses y dos semanas.

Ahora bien, en cuanto a costos finales tenemos que en para el caso anterior se tenía un costo final de ₡ 115 100 953,43 y con la implementación del modelo se obtuvo un costo de ₡ 128 257 878,73.

CRONOGRAMA Y FLUJO CASA NAAMAR.											
ITEM	TABLA DE PAGOS			MESES							
	CASA NAAMAR		MONTO (%)	1				6			
	LISTA DE ACTIVIDADES			SEMANAS							
				1	2	3	4	21	22	23	24
1	Medidor Provisional / Eléctrico	₡375 000,00	0,33%	₡375 000,00							
2	Caseta Sanitaria Móvil	₡591 600,00	0,51%	₡98 600,00				₡98 600,00			
3	Instalación Provisional / Paja de Agua	₡85 000,00	0,07%	₡85 000,00							
4	Bodega	₡375 000,00	0,33%	₡375 000,00							
5	Trazo Preliminar	₡125 000,00	0,11%	₡125 000,00							
6	Movimiento de Tierras / Corte	₡337 500,00	0,29%	₡168 750,00	₡168 750,00						
7	Movimiento de Tierras / Relleno-Laestre	₡362 500,00	0,31%	₡181 250,00		₡181 250,00					
8	Compactación General/Sustitución	₡78 750,00	0,07%	₡78 750,00							
9	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Zanjeo (Material y Extracción)	₡522 040,00	0,45%	₡174 013,33	₡174 013,33	₡174 013,33					
10	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Sello de Concreto Pobre (5 cm.)	₡74 250,00	0,06%	₡74 250,00							
11	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Concreto de Cimientos (210 Kg/cm2)	₡420 750,00	0,37%	₡140 250,00	₡140 250,00	₡140 250,00	₡140 250,00				
12	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Paredes Bloques 15 x 20 x 40 cm.	₡757 350,00	0,66%	₡252 450,00	₡252 450,00	₡252 450,00					
13	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Mortero de Relleno en Bloques 15 x 20 x 40 cm.	₡264 100,00	0,23%	₡88 033,33	₡88 033,33	₡88 033,33					
14	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Mortero de Relleno en Columnas o Mochetas	₡136 250,00	0,12%	₡34 062,50	₡34 062,50	₡34 062,50					
15	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Viga Coronas 15 x 20 cm.	₡143 750,00	0,12%	₡34 062,50	₡34 062,50	₡34 062,50					
16	Placas Aisladas CA-1 y CA-2 - Zanjeo (Material y Extracción)	₡526 150,00	0,46%	₡175 383,33	₡175 383,33	₡175 383,33					
17	Placas Aisladas CA-1 y CA-2 - Sello de Concreto pobre (5 cm)	₡13 650,00	0,01%	₡13 650,00							
18	Placas Aisladas CA-1 y CA-2 - Concreto de Placas y Pedestales (210 Kg/cm2)	₡120 190,00	0,10%		₡60 095,00	₡60 095,00					
19	Vigas de Amarre (Asísmicas) - Zanjeo (Material y Extracción) (0.40 x 1.70)	₡939 250,00	0,82%	₡469 625,00	₡469 625,00	₡469 625,00					
20	Vigas de Amarre (Asísmicas) - Sello de concreto Pobre (5 cm)	₡20 750,00	0,02%	₡20 750,00							
21	Vigas de Amarre (Asísmicas) - Concreto de Vigas (210 Kg/cm2)	₡103 750,00	0,09%	₡51 875,00	₡51 875,00	₡51 875,00					
22	Jardinería Terraza - Zanjeo (Material y Extracción)	₡125 400,00	0,11%	₡62 700,00	₡62 700,00	₡62 700,00					
23	Jardinería Terraza - Sello de Concreto Pobre (5 cm)	₡12 562,50	0,01%	₡6 281,25	₡6 281,25	₡6 281,25					
24	Jardinería Terraza - Concreto de Cimiento (210 Kg/cm2)	₡50 175,00	0,04%	₡25 087,50	₡25 087,50	₡25 087,50					
25	Jardinería Terraza - Bloques 12 x 20 x 40 cm.	₡52 920,00	0,05%	₡26 460,00	₡26 460,00	₡26 460,00					
56	Escaleras de Madera - Tubo para fijación tirantes (75 x 75 x 1.8 mm.)	₡63 000,00	0,05%								
166	Tanque Septico de 1.00 x 1.80 x 1.47 m. interiormente.	₡145 000,00	0,13%	₡6 304,35	₡6 304,35	₡6 304,35	₡6 304,35	₡6 304,35	₡6 304,35	₡6 304,35	
IMPREVISTOS				₡2 056 374,17	1,79%	₡85 640,59	₡85 640,59	₡85 640,59	₡85 640,59	₡85 640,59	₡85 640,59
UTILIDAD DE CONTRATISTA				₡10 276 870,84	8,93%	₡428 202,95	₡428 202,95	₡428 202,95	₡428 202,95	₡428 202,95	₡428 202,95
MONTO TOTAL DE LA OBRA:				₡115 100 953,43	100,00%	₡4 480 493,44	₡4 480 493,44	₡4 480 493,44	₡4 480 493,44	₡4 480 493,44	₡4 480 493,44
Monto Semanal Colones				₡6 162 424,69		₡4 115 531,32	₡5 401 155,07	₡6 517 087,74	₡6 926 331,40	₡2 508 414,65	₡2 508 414,65
Monto Semanal Dolares				\$10 849,34		\$7 245,65	\$9 509,08	\$11 473,75	\$12 194,25	\$4 416,22	\$4 416,22
Porcentaje Semanal				5,35%		3,58%	4,69%	5,66%	6,02%	2,18%	2,18%

Figura 37. Cronograma original para Casa Naama Manor.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

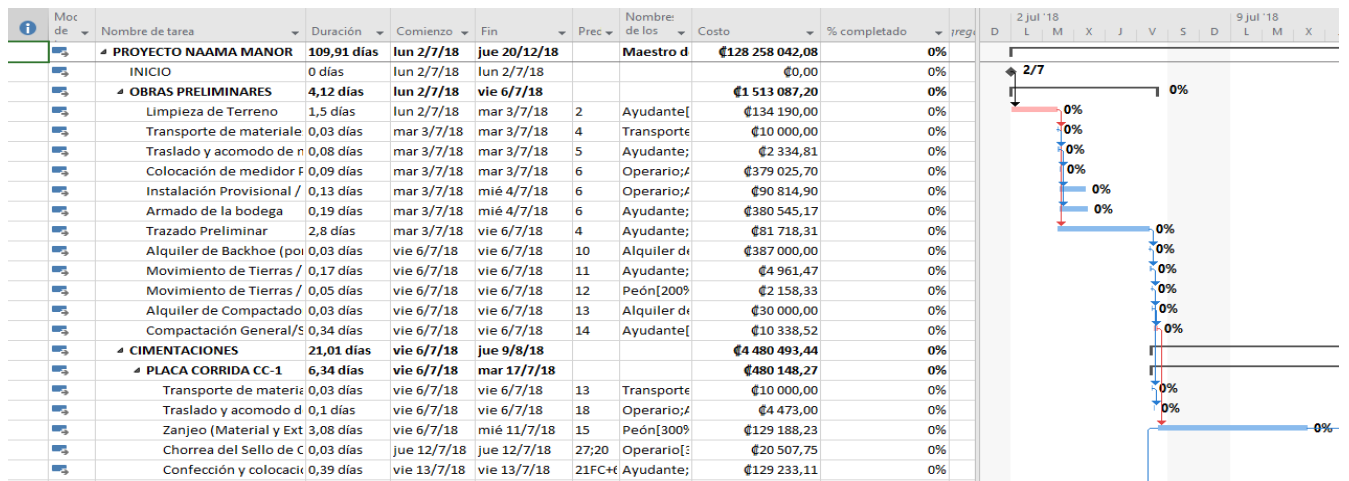


Figura 38. Cronograma y Gantt de seguimiento por medio de la herramienta actual.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

Facilidad para realizar el control

En cuanto a la manera en la que la empresa realizo el control, no hay un documento que sirva para evidenciarlo, por el contrario, existe el testimonio del dueño de la empresa el cual indica que este control se realizó en un libro de Excel sobre la marcha, pero no quedó registrado posterior a la finalización de actividades.

Ahora bien, para comparar esto se tiene las siguientes tres figuras en donde en la primera se

muestra el formato que tienen el flujo de caja y en la segunda el formato de una gráfica de análisis para el flujo de caja, ambos creados a partir de la implementación de la herramienta Guía para la programación en MS Project, en los que se puede ver como se muestra la información y los datos más relevantes para realizar el control.

La tercera figura muestra cual es el formato para la tabla de pagos, creado a partir del flujo de caja de la primera figura y en este se puede ver cuál es el desglose de ingresos y egreso que abra durante la ejecución del proyecto.

Costo			Año	Trimestre	Trimestre1	Semana				Total general	
			2018								
			T3								
			Agrupar2			Agrupar6					
Tarea	Tarea 1	Tarea 2	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 47	Semana 48	Semana 49	Semana 50	
Programación Proyecto Naama Manor	Programación Proyecto Naama Manor		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROYECTO NAAMA MANOR	PROYECTO NAAMA MANOR	1 899 314,52	1 899 314,52	1 899 314,52	1 881 921,66	1 899 314,52	1 899 314,52	1 899 314,52	1 899 314,52	46 885 951,64
		INICIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		OBRAS PRELIMINARES	1 513 087,20	-	-	-	-	-	-	-	1 513 087,20
		CIMENTACIONES	94 179,47	1 534 905,20	1 989 079,78	66 185,95	-	-	-	-	4 480 493,44
		OBRA GRIS	-	-	-	1 824 035,64	-	-	-	-	18 289 051,71
		PAREDES	-	-	-	-	-	-	-	-	10 683 009,35
		INSTALACIÓN ELÉCTRICA	-	-	-	-	-	-	-	-	8 279 490,34
		INSTALACIÓN MECÁNICA	-	-	-	-	-	-	1 099 929,59	-	9 808 781,76
		TECHOS	-	-	-	-	-	-	-	-	4 101 270,60
		ELEMENTOS EN MADERA	-	-	-	-	2 875 808,51	403,91	-	-	5 709 977,28
		ACABADOS	-	-	-	-	4 513 830,54	1 973 436,14	3 802 902,43	1 167 769,27	12 970 040,76
		OBRAS COMPLEMENTARIAS	-	-	-	-	-	-	5 224 256,44	115 457,31	5 339 713,75
		CIERRE DE PROYECTO	-	-	-	-	-	-	-	-	197 177,07
		FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total general			3 506 581,19	3 434 219,72	3 888 394,30	3 772 143,24	9 288 953,57	3 873 154,57	12 026 402,98	3 182 541,10	128 258 044,89

Figura 39. Nuevo formato para la elaboración del flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

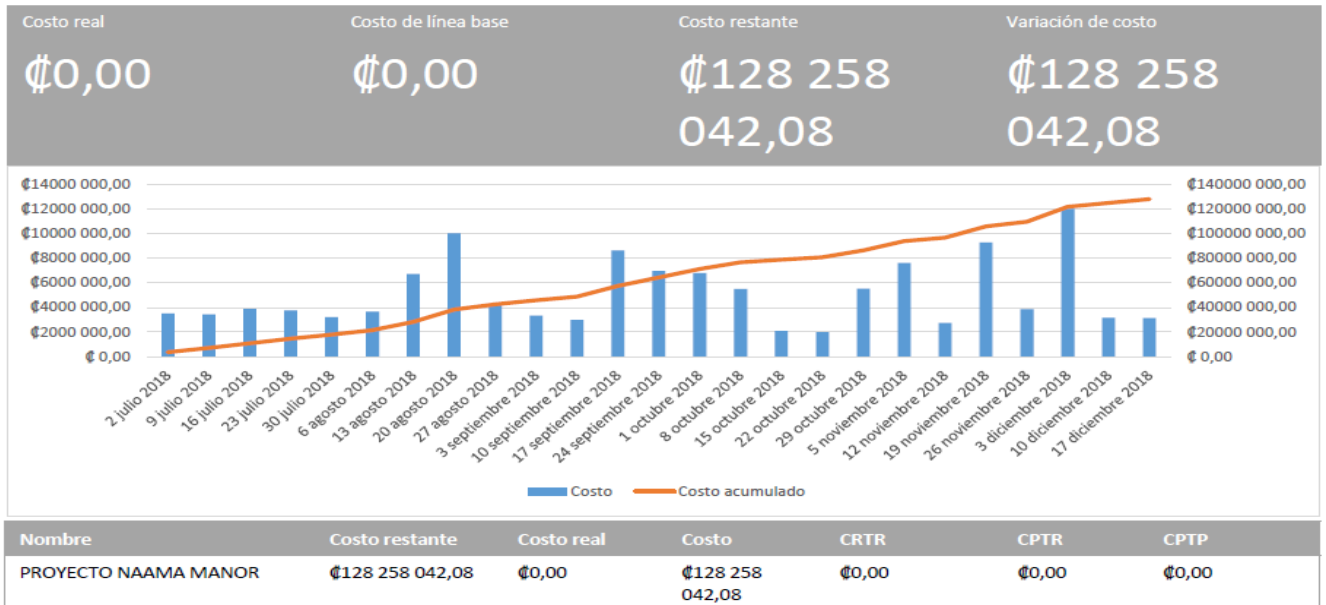


Figura 40. Gráfico para el control del flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

INGRESOS : 
 EGRESOS : 
 GANANCIA : 

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	SEMANA FINAL
PAGOS DEL CLIENTE	€ 14 601 338,45	€ 23 642 563,92	€ 19 232 590,06	€ 21 386 298,17	€ 17 888 008,75	€ 28 371 052,22	€ 3 136 193,32
PAGO DE COSTOS DIRECTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE PROVEEDORES							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE SUBCONTRATISTAS							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE EQUIPO							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE MANO DE OBRA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE COSTOS INDIRECTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GASTOS GENERALES							
PAGO DE LUZ	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE AGUA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
ALQUILERES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GASTOS ADMINISTRATIVOS							
SALARIOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
INSPECCIONES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
IMPREVISTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
DEDUCCIONES POR IMPUESTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GANANCIA:	€ 14 601 338,45	€ 23 642 563,92	€ 19 232 590,06	€ 21 386 298,17	€ 17 888 008,75	€ 28 371 052,22	€ 3 136 193,32

Figura 41. Nuevo formato para la elaboración de la tabla de pagos.
 Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Herramientas para el control en inspecciones

En esta sección no se puede realizar una comparativa entre la implementación de las herramientas del modelo y los precedentes que la empresa tuvo en el proyecto “Casa Naama Manor”, esto debido a que a hoy ningún formato, documento o herramienta previo que la empresa haya implementado en este proyecto. Por otra parte, otra de las razones por las que no se puede generar la comparativa es que al ser un proyecto que finalizado no se puede realizar una implementación de las herramientas propuestas en el modelo referentes al control en inspecciones.

Por lo tanto, lo que se muestra en este apartado es un ejemplo de las herramientas nuevas

que obtiene la empresa y que pudo haber implementado en la etapa de control de este proyecto.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo del formato para la elaboración de listas de chequeo durante las inspecciones de plazos, aplicado al proyecto “Casa Naama Manor” junto con un ejemplo de llenado.

CARLOS MATA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		Inspecciones Carlos Mata Architecture & Construction														Número de Inspección:
Nombre del proyecto:																
Fecha de inspección:																
Profesional encargado de la inspección:																
Unidad de la lista:		Usar (-): Si se cumplen los planes esperados. Usar números (1,2,3) Para denotar incumplimientos en los planos.														
ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD/TAREA	Semana #1 (Del 1 al 7 de julio)							Semana #2 (Del 8 al 14 de julio)							
		D	L	M	M	V	S	S	D	L	M	M	V	S	S	
OBRAS PRELIMINARES	Limpieza de Terreno	Inicio														
	Colocación de medidor Provisional / Estructura	Inicio														
	Instalación Provisional / Paga de Agua	Inicio														
	Transporte de materiales	Inicio														
	Tratado y acomodo de materiales	Inicio														
	Arreglo de la bodega	Inicio														
	Trabajo Preliminar	Inicio														
	Alquiler de Compactadora (por 5 H)	Inicio														
	Compactación General/Sustitución	Inicio														
	Alquiler de Backhoe (por H)	Inicio														
	Movimiento de Tierra / Corte	Inicio														
	Movimiento de Tierra / Taludado / Llenado	Inicio														
OBRAS DE FONDO	Transporte de materiales	Inicio														
	Tratado y acomodo de materiales	Inicio														
	PLACA CORREDA (C-1)	Inicio														
	Zanjas (Material y Extracción)	Inicio														
	PLACA AISLADA (C-1)	Inicio														
	Zanjas (Material y Extracción)	Inicio														
	PLACA CORREDA (C-2)	Inicio														
	Zanjas (Material y Extracción)	Inicio														

Figura 42. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de plazo.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

En la segunda figura presentada a continuación, se muestra el formato de listas de chequeo de calidad aplicado al proyecto “Casa Naama Manor”, junto con un ejemplo de llenado de lista durante las inspecciones.

CARLOS MATA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		Inspecciones Carlos Mata Architecture & Construction					Número de Inspección:
Nombre del proyecto:							
Fecha de inspección:							
Profesional encargado de la inspección:							
Unidad de la lista:		Usar (-): Si se cumplen los lineamientos y las normas de calidad vigentes para cada tarea. Usar letras (A,B,...Z) Para denotar incumplimientos de calidad.					
ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD/TAREA	Normas, lineamientos técnicos y de calidad	Cumple	NO Cumple			
OBRAS PRELIMINARES	Limpieza de Terreno		✓				
	Colocación de medidor Provisional / Estructura		✓				
	Instalación Provisional / Paga de Agua		✓				
	Transporte de materiales		✓				
	Tratado y acomodo de materiales		✓				
	Arreglo de la bodega		✓				
	Trabajo Preliminar					A	
	Alquiler de Compactadora (por 5 H)		✓				
	Compactación General/Sustitución		✓				
	Alquiler de Backhoe (por H)		✓				
	Movimiento de Tierra / Corte		✓				
	Movimiento de Tierra / Taludado / Llenado		✓				
OBRAS DE FONDO	Transporte de materiales		✓				
	Tratado y acomodo de materiales		✓				
	PLACA CORREDA (C-1)					B	
	Zanjas (Material y Extracción)		✓				
	PLACA AISLADA (C-1)		✓				
	Zanjas (Material y Extracción)		✓				

Figura 43. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de calidad.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Finalmente, en la tercera figura, se muestra el formato de listas para el registro fotográfico que se debe llevar durante las inspecciones, el cual también esta aplicado al proyecto “Casa Naama Manor”, junto con el ejemplo de cómo se debe llenar.

CARLOS MATA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		Inspecciones Carlos Mata Architecture & Construction		Número de Inspección:
Nombre del proyecto:				
Fecha de inspección:				
Profesional encargado de la inspección:				
Unidad:		Marcar con círculos y letras (a,b,...z). Para denotar incumplimiento.		
FOTOGRAFÍA DE ELEMENTOS O TAREAS DEFECTUOSAS				
Notas y Observaciones:		a = Descripción de la observación de incumplimiento b = Descripción de la observación de incumplimiento		
Firma del profesional responsable:				

Figura 44. Nuevo formato para la elaboración de registros fotográficos.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Análisis de resultados

Respecto al objetivo 1, al realizar la investigación de cómo elabora la empresa su programación de proyectos, se encontraron varias deficiencias a la hora de realizar las etapas, tanto de planeación como de control de sus proyectos.

Con respecto a cómo se elabora el presupuesto, según lo que se ve en la figura 29 y por lo indicado por el dueño de la empresa, los presupuestos se realizaban en algunos casos usando tipologías o el criterio profesional y nunca se realizaron de forma detallada, ni siguiendo un EDT. Además, estos fueron realizados por diferentes profesionales subcontratados, lo cual indica una inexistente estandarización de procesos y por lo tanto falta de control de cómo se lleva a cabo este documento.

Referente al diagnóstico, se investigó sobre cómo la empresa realizaba su cronograma de actividades y su control de proyectos, donde, en el caso del primero se realizaba con softwares que no están especializados para esta tarea como el MS Excel, donde además, este proceso se realizaba de una forma manual, lo cual provoca una gran cantidad de errores y aunado al hecho de que nunca se repite el mismo profesional encargado de realizar este documento, ocasionaba que la empresa perdiera la oportunidad de retroalimentación y de seguimiento, ya que no tiene una manera estandarizada de hacer estas labores, lo cual indica una necesidad grande de tener formatos, guías u otras herramientas que puedan brindarles menos aleatoriedad en este proceso. Ahora bien, con respecto al control de proyectos este se hacía de forma muy somera y desligada de lo que se había programado ya que según las reuniones que se tuvieron con el dueño de la empresa, indicó que inicialmente si se le daba seguimiento al cronograma, pero luego de pocas semanas se dejaba de hacer y además era solo en términos de plazos; con respecto a los costos no se tenían ningún control, únicamente se empleaba una tabla de pagos que se iba generando sobre la marcha y sin ningún tipo de estructura o planeación previa.

Este tipo de errores evidencia una falta de estructura de trabajo en la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción, principalmente en las etapas de planeación y control de sus proyectos.

Con base en la investigación de buenas prácticas en materia de programación y control, conforme con el objetivo 2 y con base en los resultados plasmados en las matrices de brecha cualitativa, se puede ver de una forma más específica que labores no está haciendo la empresa y cuáles hace de forma parcial; gracias a esto, se identifica que comparada con otras empresas y con la información teórica “Carlos Mata Arquitectura y Construcción” carece de herramientas que pueda implementar en la etapa de control y que le facilite esta tarea, además el control lo realizan desligado de la programación y no le dan un seguimiento constante a lo proyectado inicialmente.

Otra carencia que también presenta, es en la etapa de programación ya que si bien es cierto si tienen herramientas para programar los proyectos, estas no son lo suficientemente efectivas ya que están hechas por el criterio de distintos profesionales y con distintos formatos, por lo tanto no se apegan a un mismo estándar y esto provoca que se pierda trazabilidad en sus procesos, al cambiar de un profesional a otro según sea el proyecto ya que cada uno tiene maneras diferentes de aplicar su conocimiento.

Además de la carencia de herramientas que se detectó también se puede ver, gracias a las matrices, que la empresa no tiene una estructura de pasos a seguir a la hora de encarar un nuevo proyecto, lo que hacen es que con cada proyecto nuevo, realizan su ejecución de formas diferentes, dependiendo al profesional que le estén encargado las actividades de las etapas de programación y control, por lo tanto, es necesario que la empresa desarrolle sus propios procedimientos estandarizados para que los pueda implementar en cada proyecto y así disminuir la incertidumbre y las fuentes de error tanto en la etapa de programación como de control.

Ahora bien, una vez detectadas las áreas específicas en las que la empresa necesita mejorar, se proponen una serie de herramientas y procedimientos que cubran con estas necesidades. Como se puede ver en el apartado de resultados, se propuso y se diseñó un modelo que facilite la programación y el control de los proyectos para la empresa “Carlos Mata Arquitectura y Construcción”.

Para el mejoramiento de las herramientas de programación que maneja la empresa actualmente, se propuso el diseño de un formato para la realización de presupuestos, dicho formato se confeccionó de acuerdo con los requerimientos y las características que tiene tanto la empresa como sus proyectos, con esto se obtuvo un documento estandarizado que servirá de guía para elaborar futuros presupuestos, los cuales están diseñados a partir de datos más específicos que antes, la información se presenta de forma más ordenada e independientemente de quien sea el profesional que la empresa haya designado como presupuestista, se deberá apegar a este formato y de esta forma elaborar un presupuesto más confiable.

Otra de las herramientas que se diseñó para mejorar los procesos de la etapa de programación, es una Guía básica de usuario para realizar la programación de proyectos en el software MS Project, aplicando esta guía la empresa verá una mejoría en cuanto a la facilidad para generar insumos, como el cronograma de trabajo, el diagrama de Gantt, la ruta crítica, la estructura de desglose de trabajo, entre otros, los cuales ayudan a mejorar el proceso de elaboración de la programación, al unificar la información en un mismo software. Finalmente, independientemente del profesional que vaya a realizar la programación, si este se apega a la guía de usuario, los documentos que obtenga podrán compararse más fácilmente con los de otros proyectos ya que estarán estandarizados.

Otro de los beneficios que se desprenden de la guía de usuario es la facilidad para la creación de otras herramientas, como los flujos de caja, gráficos de flujo de caja y las tablas de pagos, los cuales vienen a cubrir la necesidad de la empresa de generar documentos estandarizados, que faciliten tanto la programación como el control de los costos, como se puede ver en el apartado de resultados; estas herramientas creadas a partir de la programación hecha con la Guía, tienen el beneficio de que están ligadas directamente con las herramientas anteriores, de esta forma se le puede dar seguimiento de una manera más efectiva a todas

las actividades presentes, tanto en la etapa de control como en la de programación. También, mediante el uso de este formato para las tablas y el flujo de caja, se facilita la actualización integral del avance de todo el proyecto y hacerlo tanto en términos de costos como de plazos y por ende también de calidad.

Otra de las herramientas propuestas y diseñada para subsanar las carencias de la empresa en la etapa de control, son los formatos de listas de chequeo, tanto de calidad como de plazos y formato para el registro fotográfico, que como se puede ver en el apartado de resultados, tienen una estructura adecuada para facilitar la recopilación de información durante las inspecciones hechas en campo, dichos formatos son algo que la empresa requería con urgencia ya que en la etapa de control es donde más fallencias demostró en el diagnóstico realizado preliminarmente. Con el uso de estos, también se facilita el detectar errores e inconsistencias en la calidad del proyecto durante la ejecución, además también se conoce el avance real que está tendiendo el proyecto, en términos de plazos y trabajo realizado, también por su estructura permite que se pueda trasladar la información a la programación, para así actualizarla de una manera más práctica.

Finalmente, como se puede ver al final del apartado de resultados, específicamente en las herramientas propuestas, se diseñó un documento donde se recopilan todos los pasos a seguir, necesarios para lograr realizar de forma correcta la programación y control de proyectos, además como se puede ver en los resultados, este documento integra todas las herramientas anteriores e indica como se debe realizar su implementación y por quien.

Gracias a esto, la empresa consigue un modelo que les permite basarse en el para realizar proyectos constructivos, con un acompañamiento documental, sobre todo lo que se debe hacer, como se debe hacer, y en que etapas para que sus proyectos salgan de acuerdo a lo esperado para todas las partes involucradas.

Ahora bien, con respecto a la implementación del modelo de programación y control, ejecutado en el apartado anterior y de conformidad con el objetivo 4, se desprende el siguiente análisis, el cual se realiza siguiendo los mismos criterios comparativos en los que se basó la implementación.

Iniciando con la estructura de desglose de trabajo, se puede ver en figura 29, que ésta no sigue

un orden lógico acorde a lo que se estableció con la investigación de buenas practicas ya que si bien, si presenta un orden cronológico del proceso constructivo, las actividades no se dividen según su naturaleza, a diferencia de los resultados obtenidos con la implementación de la herramienta de presupuesto.

Por otra parte, con el formato de presupuesto anterior se puede ver como en la actividad nivel 2 hay materiales que pertenecen al apartado estructural y al de acabados, lo cual es incorrecto ya que no solo le resta orden al presupuesto, sino que también dificulta ligarlo posteriormente con la programación del cronograma. Por el contrario, como se ve en la figura 30, hay una diferencia sustancial en este aspecto ya que presenta de una manera más ordenada la información, con un EDT bien desarrollado, que permite ser utilizado como base para la programación, dar mayor trazabilidad a los datos que ahí se incluyan y que genera actividades congruentes a lo que es el proceso constructivo, como lo son las actividades del cierre de obra. Por lo tanto, es evidente que, mediante la implementación de esta herramienta, se da una mejora sustancial en cuanto a la elaboración del presupuesto anterior.

Con respecto al nivel de detalle del presupuesto, se puede ver en la figura 29, que el nivel alcanzado con el formato empleado inicialmente es muy escueto, hace falta incluir información importante, como el costo de la mano de obra, específico para cada tarea y no de forma general, el costo de los subcontratos, el costo específico de los materiales, tanto unitario como total, pero en función de la tarea específica en la que serán utilizados, además hace falta un mejor desglose de los costos para que se pueda visualizar de una forma más clara, no solo el costo total del proyecto, sino también el costo por actividad, subactividad y tarea.

Al comparar lo anterior con los resultados obtenidos, mediante la implementación del nuevo formato para el presupuesto, se identifican varias mejoras ya que como se ve en las figuras 31 y 32, se emplearon dos hojas de Excel diferentes, donde en la primera se realizaron los cálculos de mano de obra, subcontratos y equipo, mientras en la segunda los cálculos para materiales. De esta forma se desahoga el formato principal, para la presentación del presupuesto y se logra presentar solo la información requerida, sin dejar de lado la elaboración de cálculos específicos y detallados, pero realizándolos en otra sección del presupuesto.

Al presentar la información con el nuevo formato, también se logra tener una mayor facilidad para detectar errores en el presupuesto, al saber cuánto exactamente está costando cada rubro específico, evidenciando así que el nuevo formato de presupuestación es más funcional que el usado anteriormente para este proyecto.

Para evaluar los métodos de cálculo de los recursos, se comparó específicamente el cálculo de la mano de obra. Como se puede ver en la figura 33, el cálculo realizado para la mano de obra está hecho de forma general y basándose en la cantidad de metros cuadrados de construcción, para multiplicarlo por el costo por metro cuadrado, lo cual es poco específico y da lugar a cometer errores ya que hay aspectos que se están dejando de tomar en cuenta al realizar el cálculo de esta manera. Por otra parte, en la figura 34, se muestra cómo se realiza el cálculo para la mano de obra en este proyecto con la nueva herramienta, el cual aparte de ser calculado de forma específica para cada tarea y por ende sub actividad y actividad, también se calcula tomando en cuenta la jornada laboral, los rendimientos de la cuadrilla, la cantidad de trabajadores por cuadrilla y en cada actividad, los volúmenes de trabajo realizar por tarea y los costos salarios que se les pagará por hora a los trabajadores.

De esta forma lo que se logra es realizar un cálculo más preciso y con menos fuentes de error, aparte, así se facilita su revisión y su corrección, en caso de encontrar errores, además se puede justificar mejor al cliente el valor del costo presentado por este recurso, generando una mayor confiabilidad del presupuesto.

Con respecto al cierre del presupuesto anterior, se puede ver en la figura 35, que la información de los costos finales se presenta de forma desordenada, no se visualizan ni se desglosan bien los costos directos, los indirectos, los impuestos o la utilidad, lo cual genera desconfianza en el cliente a la hora de recibir la propuesta y puede ocasionar que la empresa no ejecute el proyecto. En cambio, con los resultados obtenidos para el cierre del proyecto, implementando la nueva herramienta, se puede ver que, éste si presenta una estructura más confiable ya que su nivel de detalle y desglose de costos está más claro, al presentárselo al cliente este podrá revisar los costos finales de forma más específica y puntual, pudiendo reconocer la justificación del porqué el valor del costo final del proyecto, logrando así un presupuesto más confiable.

Además, al generar la comparativa directa entre ambos cierres, se empiezan a encontrar varias inconsistencias de parte del cierre anterior. Iniciado con el porcentaje que se asigna a los imprevistos ya que el valor del 2% según el dueño de la empresa, es un valor muy bajo para lo que ellos manejan en sus proyectos y por esa razón en la nueva herramienta, este valor aumenta a un 5%. Lo cual está más acorde a la realidad de la empresa.

También se encontró otro error en el porcentaje asignado a la utilidad ya que el dueño de la empresa indicó que el porcentaje que tienen es de un 12%, como se asignó en la nueva herramienta, a diferencia del 10% que se asignó originalmente. En cuanto a gastos generales y administrativos en el nuevo presupuesto, si se incluye un monto acordado con la empresa, cosa que en el presupuesto anterior no se incluyó, esto aunado al hecho de que anteriormente no se ve un orden claro, de a qué tipo de costos pertenecen estos valores y que el total de costos indirectos no aparecen en ningún lado, provoca que haya mayor incertidumbre, aspecto que demostró una clara mejoría gracias a los resultados obtenidos mediante la implementación.

Para analizar el criterio comparativo, referente tanto al costo como a la duración final del proyecto, se emplean los resultados obtenidos en la implementación de la guía de usuario para MS Project, que como se puede ver en la figura 36, se obtuvo un costo final para el proyecto de ₡ 128 257 878,73, a diferencia del costo final con el presupuesto anterior que fue de ₡ 115 100 953,43. Con base en esto, se puede ver que el costo actual presenta un aumento del 10,3%, lo cual al estar justificado y respaldado con el nivel de detalle que se siguió para su cálculo, refleja una mayor confianza, además de que según la información que se tiene y de acuerdo con el dueño de la empresa, a la hora de ejecutar el presupuesto anterior, éste se quedó corto a nivel de costos, por lo que le resta confianza al costo presentado originalmente.

Por otra parte con respecto al resultado de los plazos, se puede ver en la figura 37 que se llegó a un plazo de 6 meses y como se indica en la figura 38, con la nueva programación, se obtuvo una duración de 6 meses y 2 semanas, lo cual al presentar una similitud bastante alta, de un 96% no genera un criterio suficiente para elegir cual está mejor programado, sin embargo, tanto en este aspecto como en el de costo final se puede ver que el método de cálculo empleado en la programación anterior, no fue realizado en un software especializado para esta labor, a diferencia del

desarrollado a partir de la Guía para MS Project la cual facilita el cálculo y elimina muchas fuentes de error provenientes del trabajo manual; por lo tanto se demuestra que con la nueva herramienta se solucionan muchas de las carencias que la empresa tenía en estos temas.

Con respecto al criterio que evalúa la capacidad de las herramientas, para facilitar el control de proyectos se tiene lo siguiente, según la figura 37, en el proyecto anterior se emplearon herramientas en la etapa de programación, que deberían de poder utilizarse en la etapa de control, sin embargo, el cronograma realizado anteriormente presenta una estructura muy rígida, que dificulta poder emplear ese mismo formato para realizar labores, como actualizar el cronograma y actualizar el flujo de caja; además de que carece de un diagrama de Gantt y de su respectiva ruta crítica, lo cual provoca que sea más difícil detectar atrasos durante la ejecución. Además, analizando el documento más detalladamente, se puede ver que no cuenta con una función que permita actualizar el porcentaje de avance por actividad, además que, desde el punto de vista del flujo de caja, este podría funcionar como un punto de partida para generar la tabla de pagos, sin embargo, también presenta el mismo problema que el cronograma, una falta de practicidad a la hora de actualizarlo conforme vaya avanzando el proyecto. Por lo tanto, la capacidad de la herramienta anterior para llevar un adecuado control del proyecto es deficiente.

Por el contrario, como se ve en las herramientas anteriores y las herramientas mostradas en las figuras 39-40, implementando el modelo, se obtuvieron resultados muy prácticos, al desarrollar documentos que sirven tanto para la programación como para el control, ya que se les puede actualizar con información recopilada en campo referente al avance del proyecto en plazos costos y calidad, esto debido a que el cronograma y el flujo de caja son un solo documento, lo cual genera que se refuerce la relación directa que existe entre uno y otro ya que, para realizar un control adecuado en todos los aspectos, no solo se debe actualizar el cronograma sino también el flujo de caja, no se puede actualizar uno sin actualizar el otro. Sin embargo, además, tienen una estructura que facilita dar trazabilidad durante la ejecución y poder mantener el proyecto lo más cercano posible a línea base.

En este apartado, se analizará la capacidad de ambos métodos para poder realizar un adecuado control, tanto de costos como de plazos, para esto, como se puede ver en la figura del (Apéndice S), el cronograma y el flujo de caja son un solo documento, lo cual genera que se refuerce la relación directa que existe entre uno y otro ya que, para realizar un control adecuado en todos los aspectos, no solo se debe actualizar el cronograma sino también el flujo de caja.

Ahora bien, este aspecto es uno de los que con la nueva herramienta, se logra una de las mayores mejorías, ya que como se ve en las figuras 42, 43, 44, la facilidad para actualizar el cronograma es muy alta ya que al estar hecho en el software MS Project y por medio de la guía de usuario que se generó, permite acceder a otras ventanas generadas automáticamente como el Gantt de seguimiento, el cual tiene la facilidad de contar con una columna para agregar el porcentaje de avance específico para cada tarea y se genera automáticamente el porcentaje de avance para la actividad a la que ésta tarea pertenece, además de que se actualiza el diagrama de Gantt y se pueden generar informes.

Estos informes son una ventaja respecto a la herramienta anterior ya que se puede generar el flujo de caja, junto con un gráfico para representarlo de una manera diferente, los cuales se pueden generar no solo al inicio del proyecto, para la parte de planeación de los costos y tablas de pagos, sino que también se pueden generar cada vez que se haga una actualización del avance del proyecto, presentando así, una diferencia y una mejora sustancial con respecto a lo que se hacía anteriormente; además entre más actualizada este la información con la que se lleva el control del proyecto, mejor será el resultado final.

Con respecto a las herramientas para el control en inspecciones, pese a que no se puede evaluar su implementación en el proyecto "Casa Naama Manor", si se puede desvelar cuales son los beneficios de emplear estas herramientas en futuros proyectos. Como se ve en la figura 43, con el formato para listas de chequeo de calidad, se lleva un mejor control de ésta, al identificar más fácilmente las inconsistencias con las normas que surjan durante las inspecciones y esto detectado a edades tempranas, facilita la gestión de los recursos y la toma de decisiones para poder subsanar estos incumplimientos, ya sea mano de obra extra, solicitando ordenes de cambio, negociando un aumento en los plazos de entrega o haciendo efectivas las garantías por parte de subcontratistas.

En referencia a la figura 44, se puede ver cómo hay una mejora en el control de calidad, al llevar un registro fotográfico que apoye y facilite las labores de reparaciones, solución de problemas constructivos, así como de acabados, todo esto en edades tempranas.

Ahora bien, con respecto a la figura 42, donde se muestra el formato para las listas de chequeo de plazos, se puede ver como mejora la recolección de insumos en campo, en materia de avance real del proyecto, obteniendo información de los plazos, las fechas de inicio y fin, en las que se están ejecutando las tareas que componen el proyecto.

Además, también es importante destacar que con la implementación de estas 3 herramientas finales, se facilita la retroalimentación directa y por escrito del profesional que realiza la inspección, sobre cómo se pueden subsanar las inconsistencias y el motivo por el que se está dando ya sea el atraso o el error, además de que se estandarizan los procesos de recolección de datos en campo y la manera en la que se realizan las inspecciones.

Finalmente, como se mencionó al inicio de la implementación, el modelo de programación entregado a la empresa (figura 28), se ve representado y evaluado en todos los criterios de implementación ya que con base en éste, fue que se diseñaron y se emplearon las herramientas, al seguir la serie de pasos y técnicas que ahí se encuentran recopiladas, llegando de esta forma, a dar por válida la implementación integral del modelo, para la programación y control de proyectos en términos de plazo, costo y calidad.

Conclusiones

- Se logró realizar un estudio apropiado de las necesidades que tenía la empresa, en cuanto a la programación y al control de sus proyectos, de esta forma se obtuvo un diagnóstico claro y específico de los problemas de la empresa.
- Se alcanzaron propuestas de solución y recomendaciones que se encuentran plasmadas en las matrices de análisis de brecha cualitativa. Por medio de la comparativa y el análisis de los métodos actuales de la empresa, versus la bibliografía y otras empresas del mercado.
- Con base en este estudio, a partir de la bibliografía apropiada, se logró proponer y generar la herramienta “Guía de Usuario para el uso básico de MS Project”, la cual satisface las necesidades de mejorar la programación y el control, tanto de plazos como de costos, para así medir el avance del proyecto.
- Se generaron formatos para realizar y dar seguimiento a los flujos de caja y a partir de estos poder generar una tabla de pagos, para mejorar así el control de costos.
- Se elaboró una plantilla que permite realizar presupuestos de una forma estandarizada, además de ofrecer las bases necesarias para mejorar el cálculo de los recursos para el proyecto y así poder realizarlo de una forma más detallada.
- A partir del análisis de brecha cualitativa, se generaron formatos para mejorar la recolección de datos en las inspecciones, como son las dos listas de chequeo, tanto para calidad como para el plazo, además de un formato para llevar el registro fotográfico.
- Con base en el análisis de resultados y las comparativas, entre los métodos y herramientas anteriores, contra las herramientas que componen el modelo de programación y control de proyectos, se logró cubrir con los requerimientos que tenía la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción, en estos temas, logrando así la validación, tanto de las herramientas como del modelo en general.

Recomendaciones

- Se recomienda que las inspecciones se realicen con una frecuencia de 3 veces por semana y que se utilicen de forma correcta las herramientas destinadas para facilitar esta labor.
- La actualización de las herramientas de control a partir de la información obtenida en campo, es recomendable hacerla una o dos veces por semana.
- Cada vez que se actualice el avance del proyecto en el software de MS Project, se recomienda generar nuevos flujos de caja y gráficas, para tener estas herramientas siempre con el mismo nivel de actualización ya que están directamente relacionadas entre ellas.
- Al generar nuevos flujos de caja y gráficas actualizadas, se recomienda albergarlas en una base de datos, de manera que permita poder generar comparativas y análisis entre los documentos anteriores y los más actualizados.
- Se le propuso a la empresa el uso del software Microsoft 365, para que facilite el almacenamiento de información importante y así generar una base de datos con la información recopilada en cada proyecto, a partir de las herramientas desarrolladas, además de tener acceso a softwares como MS Project, dicha propuesta fue aceptada y actualmente se está aplicando.
- Se recomendó el uso del software Revit, para hacer más ágil el conteo de materiales y volúmenes de trabajo, para así poder estrechar la brecha entre la etapa de diseño y la presupuestación.
- Finalmente, se le recomienda a la empresa contratar un profesional que se enfoque en la gestión de los proyectos, además de

capacitar en esta área a los profesionales que ya son parte de la organización.

Apéndices

Apéndice A. Diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Apéndice B. Segunda parte del diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Apéndice C. Nuevo formato para la elaboración de presupuestos detallados.

Apéndice D. Formato para el adecuado desglose de actividades.

Apéndice E. Nuevo formato para el cálculo de Mano de Obra, subcontratos y equipo.

Apéndice F. Nuevo formato para el cálculo de materiales.

Apéndice G. Nuevo formato para la solicitud de cotizaciones o submittals.

Apéndice H. Guía de usuario para el uso básico de MS Project.

Apéndice I. Pasos 2 y 3 Guía de usuario para el uso básico de MS Project.

Apéndice J. Nuevo formato para la elaboración del flujo de caja.

Apéndice K. Gráfico para el control del flujo de caja.

Apéndice L. Nuevo formato para la elaboración de la tabla de pagos.

Apéndice M. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de calidad.

Apéndice N. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de plazo.

Apéndice O. Nuevo formato para la elaboración de registros fotográficos.

Apéndice P. EDT para la actividad techos.

Apéndice Q. Cálculo de mano de obra con la nueva herramienta.

Apéndice R. Cierre de presupuesto con la nueva herramienta

Apéndice S. Cronograma y Gantt de seguimiento por medio de la herramienta actual.

Apéndice T. Modelo para la programación y el control de proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción

Apéndice A

Diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción



Figura 1: Diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción. Fuente: Elaboración propia. Software: MS Visio.

Apéndice B

Segunda parte del diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción

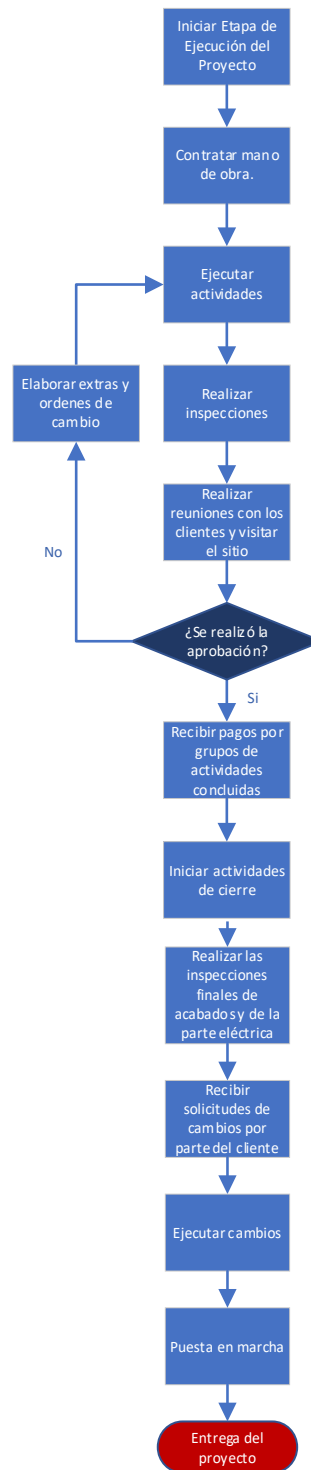


Figura 2: Segunda parte del diagrama de flujo de los proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Visio.

Apéndice C

Nuevo formato para la elaboración de presupuestos detallados.

CARLOS MATA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		PRESUPUESTO DETALLADO PARA PROYECTOS						FECHA: 09/11/2021		
INFORMACIÓN DEL PROYECTO										
PROPIETARIO:				ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	0 m ²					
UBICACIÓN DEL PROYECTO:				COSTO POR m ² :	0 0 m ²					
TIPO DE PROYECTO:				DURACIÓN DEL PROYECTO:	0.0 meses					
DESGLOSE DE OFERTA										
ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	TAREA / MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO				TOTAL TAREA	%
					MATERIALES		MANO OBRA	EQUIPO Y SUBCONTRATOS		
					UNITARIO	TOTAL				
1	OBRAS PRELIMINARES									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 1 :								0,000%
2	CIMENTACIONES									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 2 :								0,000%
3	OBRA GRIS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 3 :								0,000%
4	PAREDES									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 4 :								0,000%
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 6 :								0,000%
8	INSTALACIÓN MECÁNICA									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 8 :								0,000%
7	TECHOS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 7 :								0,000%
8	ELEMENTOS EN MADERA									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 8 :								0,000%
9	ACABADOS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 9 :								0,000%
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 10 :								0,000%
11	CIERRE DE PROYECTO									
		COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 11 :								0,000%
	CARGAS SOCIALES :									22,6%
										0,000%
		SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO :								0%
		GASTOS GENERALES (Elev. Agua, Alcantaril):						6%		
		GASTOS ADMINISTRATIVOS (Salarios, Impen):						6%		
		IMPREVISTOS :						12%		
		UTILIDAD :								
		SUB TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO :								
		IMPUESTOS :								
		COSTO TOTAL DEL PROYECTO :								

Figura 3. Nuevo formato para la elaboración de presupuestos detallados.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice D

Formato para el adecuado desglose de actividades

ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	TAREA / MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO				TOTAL TAREA	%
					MATERIALES		MANO OBRA	EQUIPO Y SUBCONTRATOS		
					UNITARIO	TOTAL				
7	TECHOS									
	7.1	CUBIERTA Y ELEMENTOS								
		7.1.1	Transporte de materiales		global					0,000%
		7.1.2	Traslado y acomodo de materiales		global					0,000%
		7.1.3	Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra		m ²					0,000%
		7.1.4	Techo tipo Decra - Clavadores de Tubo de 25 x 50 x 0,95 mm. @ 370 mm, c.a.c.		m					0,000%
		7.1.5	Techo tipo Decra - Botagoras del Sistema Decra		m					0,000%
		7.1.6	Tensores para Techo Cochera - Varrillas # 5 lisa		m					0,000%
		7.1.7	Tensores para Techo Cochera - Placas de 380 x 560 x 6 mm.		und					0,000%
		7.1.8	Cubierta de Polycril		m ²					0,000%

Figura 4. Formato para el adecuado desglose de actividades.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice E

Nuevo formato para el cálculo de Mano de Obra, subcontratos y equipo

COSTO DE MANO DE OBRA/HORA				Salarios mínimos por hora			
P	Peón	€	1.475,01	€	1.150,01	€	1.150,01
AY	Ayudante	€	1.500,36	€	1.217,20	€	1.217,20
OP	Operario	€	1.646,56	€	1.333,07	€	1.333,07
M.O.	Muestrero de obras	€	1.932,54	€	1.546,04	€	1.546,04

CÁLCULO DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y SUB CONTRATOS														
JORNADA EN HORAS:		9 horas												
ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	TAREA	CANTIDAD DE TRABAJO		EQUIPO			CUADRELLA		SUB CONTRATO		COSTOS		
			CANTIDAD	UNIDADES	CANTIDAD	HE	OP	AY	P	M.O.	RENDO HH	TOTAL HH	Precio unitario	Total
1	OBRAS PRELIMINARES											0,00 días	€	-
2	CIMENTACIONES											0,00 días	€	-
3	OBRA GRIS											0,00 días	€	-
4	PAREDES											0,00 días	€	-
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA											0,00 días	€	-
6	INSTALACIÓN MECÁNICA											0,00 días	€	-
7	TECHOS											0,00 días	€	-
8	ELEMENTOS EN MADERA											0,00 días	€	-
		8.1	ESTRUCTURA DE GRADAS INTERNAS											
		8.1.1	Transporte de materiales	global	-	-	1	1	1	1	0	0,0000	€	-
		8.1.2	Tratado y acomodo de materiales	global	-	-	0	1	2	2	0,4	0,0000	€	8 145,39
		8.1.3	Colocación de Muebles de Madera (17 unids.)	m²	-	-	0	1	2	2	0,3	0,0000	€	8 145,39
		8.1.4	Colocación de Varrillas # 4 para reforzar gradales	m	-	-	0	1	2	2	0,7	0,0000	€	8 145,39
		8.1.5	Cotacación Placas de 140 x 90 x 6 mm.	und	-	-	0	1	2	2	0,6	0,0000	€	8 145,39
		8.1.6	Cotacación de Tubo para Succión Sirendas (75 x 75 x 1,8 mm.)	m	-	-	0	1	2	2	0,7	0,0000	€	8 145,39
		8.1.7	Instalación de Barreretas de Sotones de 1,07 m de alto	m	-	-	0	1	2	2	1,1	0,0000	€	8 145,39
		8.2	MOBILIARIO											
		8.2.1	Acomodo e instalación de Mueblería Para cocina	global	-	-	0	2	1	1	3,9	0,0000	€	8 274,74
		8.2.2	Acomodo e instalación de Mueble para Lavamanos	und	-	-	0	2	1	1	2,0	0,0000	€	8 274,74
		8.2.3	Acomodo e instalación de Espejo (Lavamanos)	und	-	-	0	2	1	1	2,8	0,0000	€	8 274,74
		8.2.4	Acomodo e instalación de Cisterna	und	-	-	0	2	1	1	6,0	0,0000	€	8 274,74
		8.2.5	Acomodo e instalación de Mueble Fregadero y Desagüador	und	-	-	0	2	1	1	9,0	0,0000	€	8 274,74
9	ACABADOS											0,00 días	€	-
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS											0,00 días	€	-
11	CIERRE DE PROYECTO											0,00 días	€	-
											DURACIÓN DEL TOTAL DE ACTIVIDADES:	0 días		
												0 meses		
											PRECIO TOTAL DE MANO DE OBRA SIN (IC):	€	-	

Figura 5. Nuevo formato para el cálculo de Mano de Obra, subcontratos y equipo.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice F

Nuevo formato para el cálculo de materiales

CÁLCULO DE MATERIALES				CANTIDAD DE MATERIALES				COSTOS		
ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	MATERIAL	POR UNIDAD	UNIDADES	TOTAL	UNIDADES	TOTAL COMERCIAL	UNIDADES	Precio unitario	Total
1	OBRAS PRELIMINARES									€ -
2	CIMENTACIONES									€ -
3	OBRA GRIS									€ -
4	PAREDES									€ -
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA									€ -
6	INSTALACIÓN MECÁNICA									€ -
7	TECHOS									€ -
		7.1	CUBIERTA Y ELEMENTOS							
		7.1.1	Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra	m²		m²	0,00	m²	€ 12 500,00	€ -
		7.1.2	Techo tipo Decra - Clavadores de Tubo de 25 x 50 x 0,95 mm. @ 370 mm., c.a.c.	m		m	0,00	m	€ 1 335,00	€ -
		7.1.3	Techo tipo Decra - Botaguas del Sistema Decra	m		m	0,00	m	€ 4 500,00	€ -
		7.1.4	Tensores para Techo Cochera - Varrillas # 5 lisa	m		m	0,00	m	€ 1 250,00	€ -
		7.1.5	Tensores para Techo Cochera - Placas de 380 x 550 x 6 mm.	und		und	0,00	und	€ 8 500,00	€ -
		7.1.6	Cubierta de Polijort	m²		m²	0,00	m²	€ 22 000,00	€ -
		7.2	ESTRUCTURA							
		7.2.1	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 100 x 1,8 mm.	m		m	0,00	m	€ 5 500,00	€ -
		7.2.2	Estructuras de Techo - Tubos de 75 x 75 x 1,8 mm.	m		m	0,00	m	€ 3 333,33	€ -
		7.2.3	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 200 x 1,8 mm.	m		m	0,00	m	€ 9 333,33	€ -
		7.2.4	Estructuras de Techo - Tubos de 50 x 50 x 1,8 mm.	m		m	0,00	m	€ 2 500,00	€ -
		7.2.5	Estructuras de Techo - Ciencha CE-3 (0,80 x 13,95 m.) en tubo de 100 x 100 x 1,8 mm.	m		m	0,00	m	€ 5 500,00	€ -
		7.2.6	Escalierita p/ preclita en tubo de 25 x 25 x 1,5 mm. (0,40 x 13,75 m.)	m²		m²	0,00	m²	€ 1 295,00	€ -
		7.2.7	Escalierita p/ preclita en tubo de 25 x 25 x 1,5 mm. (0,25 x 4,00 m.)	m²		m²	0,00	m²	€ 1 295,00	€ -
		7.2.8	Escalierita p/ preclita en tubo de 25 x 25 x 1,5 mm. (0,10 x 7,55 m.)	m²		m²	0,00	m²	€ 1 295,00	€ -
8	ELEMENTOS EN MADERA									€ -
9	ACABADOS									€ -
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS									€ -
									COSTO TOTAL DE MATERIALES:	€ -

Figura 6. Nuevo formato para el cálculo de materiales.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice G

Nuevo formato para la solicitud de cotizaciones o submittals

CARLOS MATA ARCHITECTURE & CONSTRUCTION			COTIZACIÓN DE MATERIALES		FECHA: 09/11/2021
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS		
			UNITARIO	TOTAL	
Cemento de uso general		und	₡ -	₡ -	
Alambre negro		kg	₡ -	₡ -	
Bloques 15 x 20 x 40 cm.		und	₡ -	₡ -	
Bloques 20 x 20 x 40 cm.		und	₡ -	₡ -	
Cable 1/0 AWG		m	₡ -	₡ -	
Piedra cuartilla TMN 25 mm		m³	₡ -	₡ -	
Regla de Pino PINO 1X3 3.20MT 19X65MM		m	₡ -	₡ -	
Varilla de acero lisa #3 de 6 m		und	₡ -	₡ -	
Varillas de acero corrugada #3 de 6 m		und	₡ -	₡ -	
Varillas de acero corrugada #4 de 6 m		und	₡ -	₡ -	
			COSTO TOTAL	₡ -	

Figura 7. Nuevo formato para la solicitud de cotizaciones o submittals.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice H

Guía de usuario para el uso básico de MS Project



Figura 8. Guía de usuario para el uso básico de MS Project.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word

Apéndice I

Pasos 2 y 3 Guía de usuario para el uso básico de MS Project.

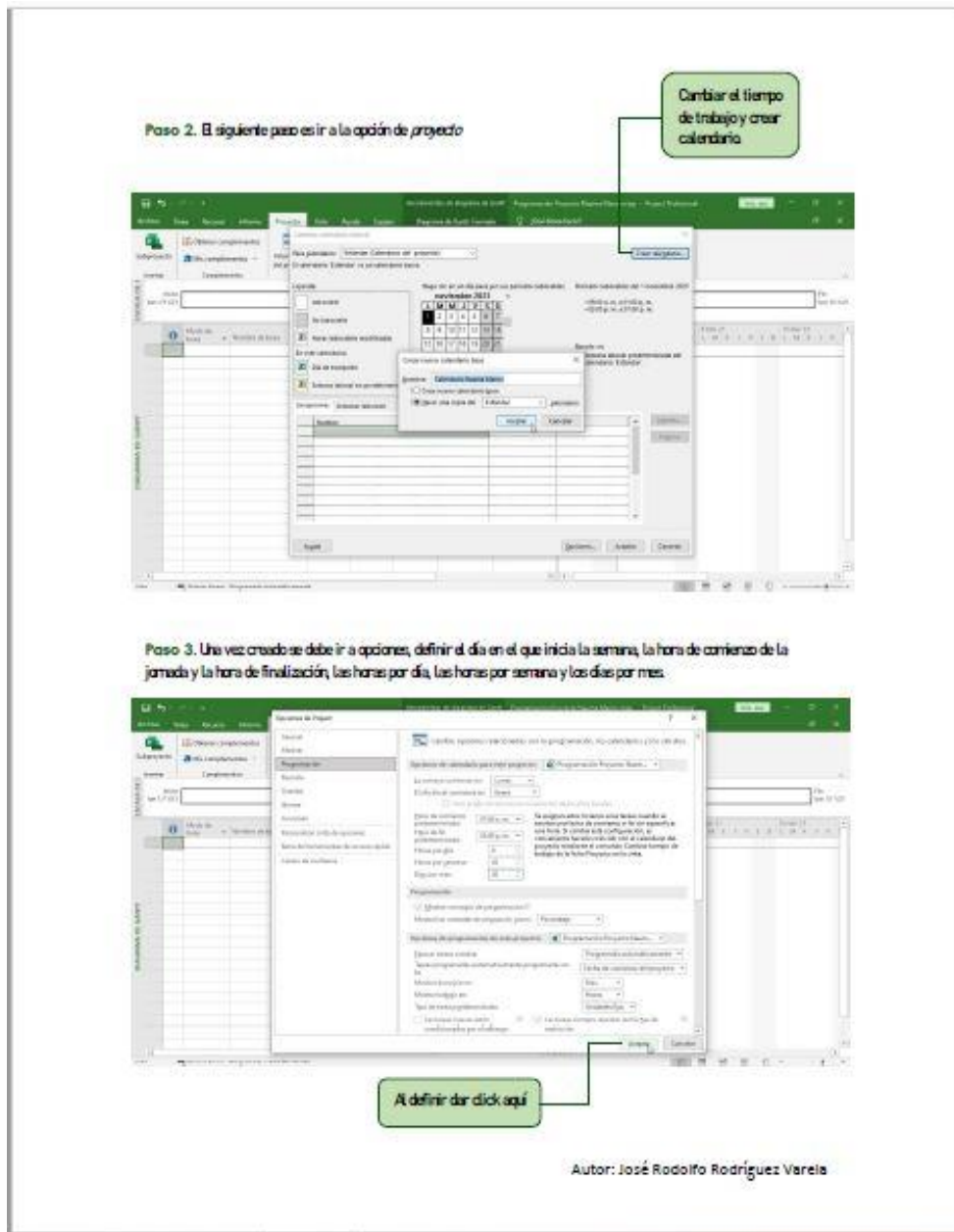


Figura 9. Pasos 2 y 3 Guía de usuario para el uso básico de MS Project.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word.

Apéndice J

Nuevo formato para la elaboración del flujo de caja

Costo			Año								Total general
			Trimestre		Trimestre1		Semana				
Tarea			2018				T3				
Tarea 1			Agrupar2				Agrupar6				
Tarea 2			Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 47	Semana 48	Semana 49	Semana 50	
Programación Proyecto Naama Manor	Programación Proyecto Naama Manor		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROYECTO NAAMA MANOR	PROYECTO NAAMA MANOR	1 899 314,52	1 899 314,52	1 899 314,52	1 881 921,66	1 899 314,52	1 899 314,52	1 899 314,52	1 899 314,52	46 885 951,64
		INICIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		OBRAS PRELIMINARES	1 513 087,20	-	-	-	-	-	-	-	1 513 087,20
		CIMENTACIONES	94 179,47	1 534 905,20	1 989 079,78	66 185,95	-	-	-	-	4 480 493,44
		OBRA GRIS	-	-	-	1 824 035,64	-	-	-	-	18 289 051,71
		PAREDES	-	-	-	-	-	-	-	-	10 683 009,35
		INSTALACIÓN ELÉCTRICA	-	-	-	-	-	-	-	-	8 279 490,34
		INSTALACIÓN MECÁNICA	-	-	-	-	-	-	1 099 929,59	-	9 808 781,76
		TECHOS	-	-	-	-	-	-	-	-	4 101 270,60
		ELEMENTOS EN MADERA	-	-	-	-	2 875 808,51	403,91	-	-	5 709 977,28
		ACABADOS	-	-	-	-	4 513 830,54	1 973 436,14	3 802 902,43	1 167 769,27	12 970 040,76
		OBRAS COMPLEMENTARIAS	-	-	-	-	-	5 224 256,44	115 457,31	-	5 339 713,75
		CIERRE DE PROYECTO	-	-	-	-	-	-	-	-	197 177,07
		FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total general			3 506 581,19	3 434 219,72	3 888 394,30	3 772 143,24	9 288 953,57	3 873 154,57	12 026 402,98	3 182 541,10	128 258 044,89

Figura 10. Nuevo formato para la elaboración del flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

Apéndice K

Gráfico para el control del flujo de caja

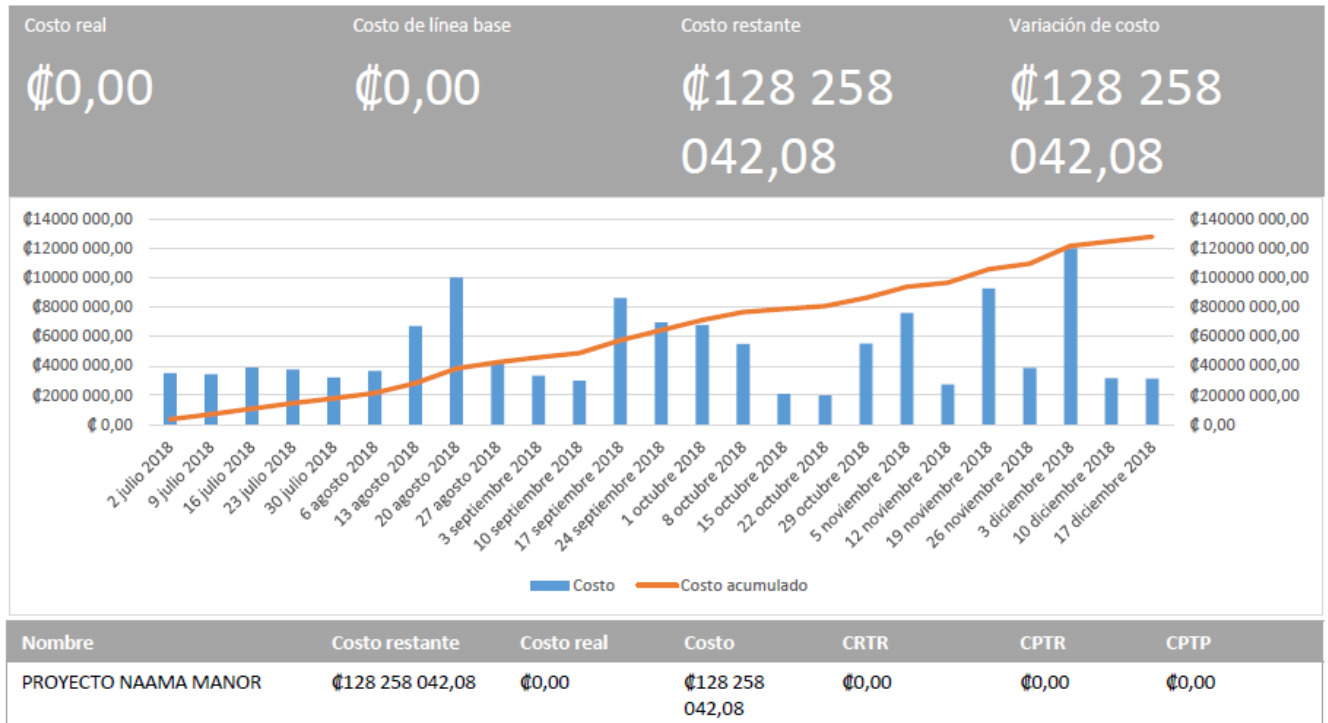


Figura 11. Gráfico para el control del flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

Apéndice L

Nuevo formato para la elaboración de la tabla de pagos

INGRESOS : 
 EGRESOS : 
 GANANCIA : 

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	SEMANA FINAL
PAGOS DEL CLIENTE	€ 14 601 338,45	€ 23 642 563,92	€ 19 232 590,06	€ 21 386 298,17	€ 17 888 008,75	€ 28 371 052,22	€ 3 136 193,32
PAGO DE COSTOS DIRECTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE PROVEEDORES							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE SUBCONTRATISTAS							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGOS DE EQUIPO							
FACTURA 1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FACTURA 5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE MANO DE OBRA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE COSTOS INDIRECTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GASTOS GENERALES							
PAGO DE LUZ	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
PAGO DE AGUA	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
ALQUILERES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GASTOS ADMINISTRATIVOS							
SALARIOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
INSPECCIONES	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
IMPREVISTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
DEDUCCIONES POR IMPUESTOS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
GANANCIA:	€ 14 601 338,45	€ 23 642 563,92	€ 19 232 590,06	€ 21 386 298,17	€ 17 888 008,75	€ 28 371 052,22	€ 3 136 193,32

Figura 12. Nuevo formato para la elaboración de la tabla de pagos.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice M

Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de calidad

CARLOS MATA ARQUITECTURA & CONSTRUCCIÓN		Inspecciones Carlos Mata Architecture & Construction		Número de Inspección: <input type="text"/>	
Nombre del proyecto:					
Fecha de Inspección:					
Profesional encargado de la Inspección:					
Llenado de la lista:		Usar [./]: Si se cumplen los lineamientos y las normas de calidad vigentes para cada tarea. Usar letras (A,B,...Z): Para denotar incumplimientos de calidad.			
ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD/TAREA	Normas, lineamientos técnicos y de calidad	Cumple	NO Cumple	
OBRAS PRELIMINARES					
	Limpieza de Terreno		✓		
	Colocación de medidor Provisional / Eléctrico		✓		
	Instalación Provisional / Paja de Agua		✓		
	Transporte de materiales		✓		
	Traslado y acomodo de materiales		✓		
	Armado de la bodega		✓		
	Trazo Preliminar				A
	Alquiler de Compactadora (por 5 H)		✓		
	Compactación General/Sustitución		✓		
	Alquiler de Backhoe (por H)		✓		
	Movimiento de Tierras / Corte		✓		
	Movimiento de Tierras / Relleno-Lastre		✓		
COMENTARIOS					
	Transporte de materiales		✓		
	Traslado y acomodo de materiales		✓		
	PLACA CORRIDA CC-1				
	Zanjeo (Material y Extracción)				B
	PLACA AISLADA CA-1				
	Zanjeo (Material y Extracción)		✓		
	PLACA CORRIDA CC-2				
	Zanjeo (Material y Extracción)		✓		
Notas y Observaciones:		A = Observación de baja calidad referente a ... B = Observación de baja calidad debido a ...			
_____ Firma del profesional responsable:					

Figura 13. Nuevo formato para la elaboración de listas de chequeo de calidad.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice O

Nuevo formato para la elaboración de registros fotográficos

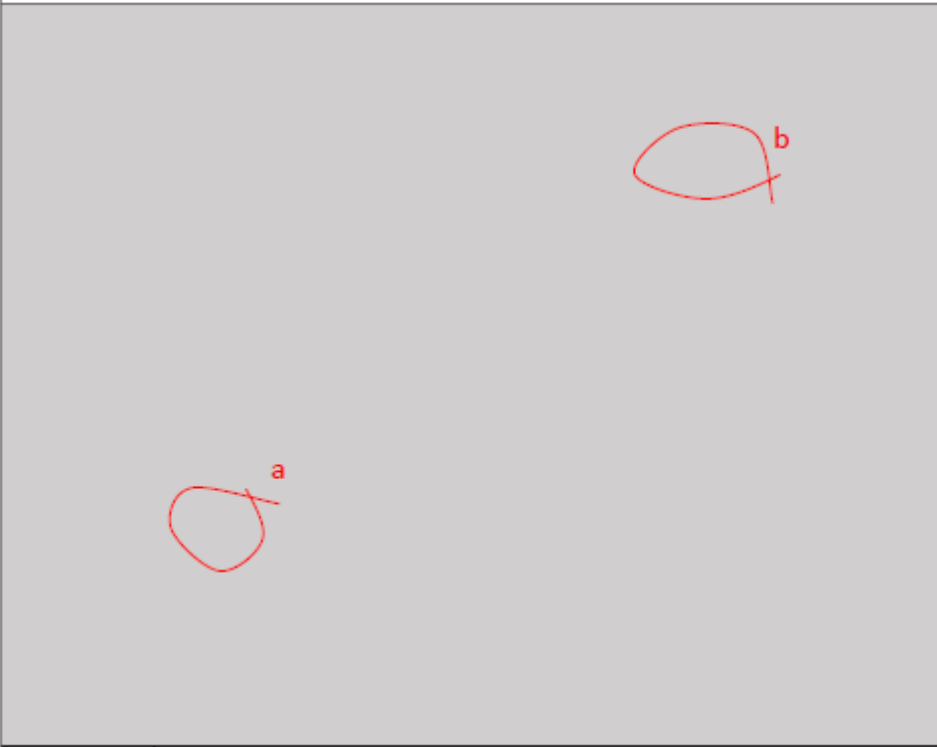
CARLOS MATA ARCHITECTURE & CONSTRUCTION		Inspecciones Carlos Mata Architecture & Construction		Número de inspección:
Nombre del proyecto:				
Fecha de inspección:				
Profesional encargado de la inspección:				
Llenado :		Marcar con círculos y letras (a,b,...z): Para denotar incumplimiento.		
FOTOGRAFÍA DE ELEMENTOS O TAREAS DEFECTUOSAS				
				
Notas y Observaciones:		a = Descripción de la observación de incumplimiento		b = Descripción de la observación de incumplimiento
_____ <i>Firma del profesional responsable:</i>				

Figura 15. Nuevo formato para la elaboración de registros fotográficos.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice P

EDT para la actividad techos

7 TECHOS										
7.1 CUBIERTA Y ELEMENTOS										
7.1.1	Transporte de materiales	1,00	global	-	-	-	-	10 000,00	10 000,00	0,011%
7.1.2	Trasado y acomodo de materiales	1,00	global	-	-	1 357,56	-	-	1 357,56	0,001%
7.1.3	Techo tipo Decra - Cubierta de Techo tipo Decra	151,90	m²	12 500,00	1 698 750,00	99 946,79	-	-	1 997 646,79	2,151%
7.1.4	Techo tipo Decra - Clavadores de Tubo de 25 x 50 x 0,35 mm. @ 370 mm., c.a.c.	435,58	m	1 335,00	608 199,30	124 448,67	-	-	732 647,97	0,795%
7.1.5	Techo tipo Decra - Botaguas del Sistema Decra	50,35	m	4 800,00	226 676,00	31 736,71	-	-	258 412,71	0,278%
7.1.6	Tensores para Techo cochera - Varillas # 5 lisa	10,68	m	1 250,00	13 350,00	4 039,49	-	-	17 389,49	0,019%
7.1.7	Tensores para Techo Cochera - Placas de 380 x 560 x 6 mm.	8,00	und	8 500,00	68 000,00	4 039,49	-	-	72 039,49	0,078%
7.1.8	Cubierta de Poyofiri	10,92	m²	22 000,00	240 240,00	4 589,18	-	-	244 829,18	0,264%
									3 334 276,18	3,590%
7.2 ESTRUCTURA										
7.2.1	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 100 x 1.8 mm.	123,10	m	5 900,00	677 050,00	22 352,28	-	-	699 402,28	0,753%
7.2.2	Estructuras de Techo - Tubos de 75 x 75 x 1.8 mm.	5,30	m	3 333,33	17 666,67	22 352,28	-	-	40 018,95	0,043%
7.2.3	Estructuras de Techo - Tubos de 100 x 200 x 1.8 mm.	21,20	m	8 333,33	176 666,67	22 352,28	-	-	199 018,95	0,214%
7.2.4	Estructuras de Techo - Tubos de 50 x 50 x 1.8 mm.	8,13	m	2 900,00	20 325,00	22 352,28	-	-	42 677,28	0,046%
7.2.5	Estructuras de Techo - Cercha CE-3 (0.50 x 13.95 m.) en tubo de 100 x 100 x 1.8 mm.	42,90	m	5 900,00	235 950,00	15 549,41	-	-	251 499,41	0,271%
7.2.6	Escalera p/ preinta en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (0.40 x 13.75 m.)	5,50	m²	1 295,00	7 122,50	1 850,18	-	-	9 032,68	0,010%
7.2.7	Escalera p/ preinta en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (0.25 x 4.00 m.)	1,00	m²	1 295,00	1 295,00	1 850,18	-	-	3 175,18	0,003%
7.2.8	Escalera p/ preinta en tubo de 25 x 25 x 1.5 mm. (0.10 x 7.55 m.)	0,76	m²	1 295,00	977,73	1 850,18	-	-	2 857,91	0,003%
									1 247 652,64	1,343%
COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD 7:									4 581 927,82	4,934%

Figura 16. EDT para la actividad techos.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice Q

Cálculo de mano de obra con la nueva herramienta

COSTO DE MANO DE OBRA/HORA				Sueldos mínimos por hora			
P	Ind.	€					
AF	Acidente	1.473,53	€	133,61			
OP	Obrero	1.609,28	€	137,29			
M.O	Muestr. de obra	1.645,96	€	139,57			
		1.951,94	€	166,04			

CÁLCULO DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y SUB CONTRATOS											
JORNADA EN HORAS:		9 Horas									
ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDAD	TAREA	CANTIDAD DE TRABAJO		EQUIPO			CUADRILLA		COSTOS	
			CANTIDAD	UNIDADES	CANTIDAD	HE	OP	AF	P	PRECIO UNITARIO	Total
1	OBRA PRELIMINARES									3,85 días	€ 521 732,65
2	CEMENTACIONES									25,04 días	€ 2 074 439,89
3	OBRA GRIS									55,98 días	€ 1 410 735,59
4	PAREDES									24,87 días	€ 1 823 478,47
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA									9,81 días	€ 459 744,26
6	INSTALACIÓN MECÁNICA									9,23 días	€ 625 983,79
7	TECHOS									5,02 días	€ 381 176,90
8	ELEMENTOS EN MADERA									0,07 días	€ 384 476,26
9	ACABADOS									47,66 días	€ 2 552 921,28
10	OBRA COMPLEMENTARIAS									4,69 días	€ 381 735,37
11	CIERRE DE PROYECTO									3,34 días	€ 339 284,85
										202 días	
										7 meses	
										€ 16 964 122,35	

Figura 17. Cálculo de mano de obra con la nueva herramienta.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice R

Cierre de presupuesto con la nueva herramienta

SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO :			₡ 92 870 940,62	100%
	GASTOS GENERALES (Luz, Agua, Alquiler):		₡ 200 000,00	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS (Salarios, Inspec):	5%	₡ 4 643 547,03	
	IMPREVISTOS :	5%	₡ 4 643 547,03	
	UTILIDAD :	12%	₡ 11 144 512,87	
SUB TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO :			₡ 20 631 606,94	
IMPUESTOS :			₡ 14 755 331,18	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO :			₡ 128 257 878,73	
			\$ 198 849,42	

Figura 18. Cierre de presupuesto con la nueva herramienta.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Excel.

Apéndice S

Cronograma y Gantt de seguimiento por medio de la herramienta actual

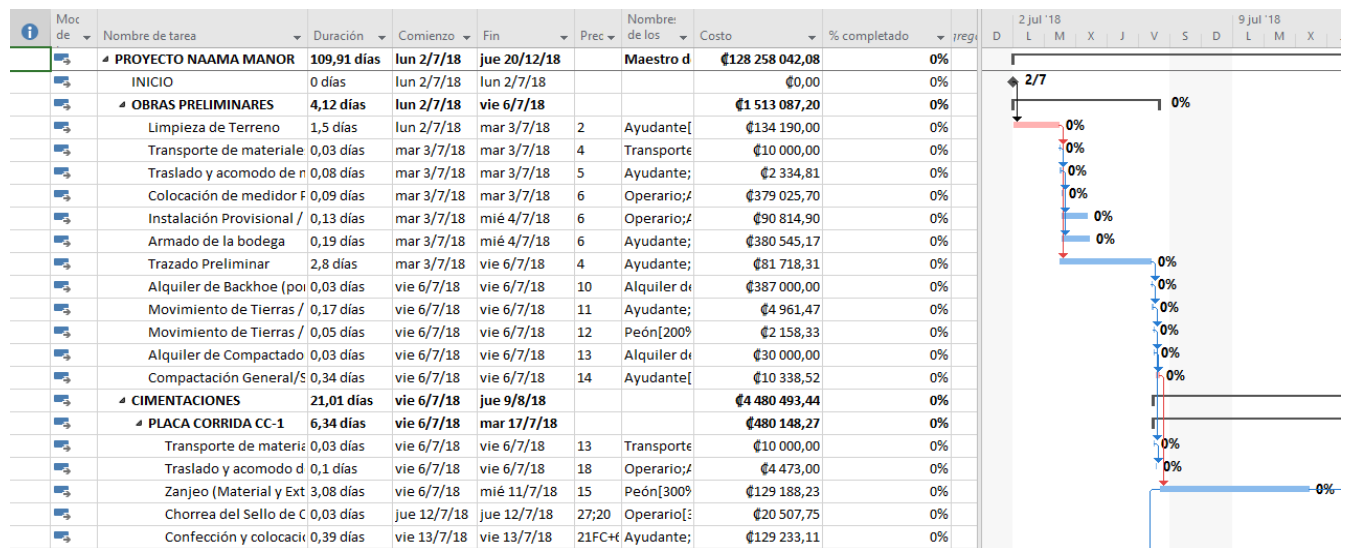


Figura 19. Cronograma y Gantt de seguimiento por medio de la herramienta actual.

Fuente: Elaboración propia. Software: MS Project.

Apéndice T

Modelo para la programación y el control de proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción



Figura 20. Modelo para la programación y el control de proyectos de la empresa Carlos Mata Arquitectura y Construcción.
Fuente: Elaboración propia. Software: MS Word

Anexos

Anexo A. Formato del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.

Anexo B. Formato de la sección final del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.

Anexo C. Formato para el cronograma de actividades de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.

Anexo D. Formato para el diagrama de Gantt de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.

Anexo E. Formato de flujo de caja Hotel Rancho Pacífico.

Anexo F. EDT para la actividad nivel 2 de Casa Naama Manor.

Anexo G. Cálculo de mano de obra original para Casa Naama Manor.

Anexo H. Cierre de presupuesto original para Casa Naama Manor.

Anexo I. Cierre de presupuesto original para Casa Naama Manor.

Anexo A

Formato del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico

** PRESUPUESTO DE MODULO DE VILLAS DUPLEX **								
Propietario : Dos Gitanos de Escaleras SA & Kalliste SA & RP Uvita				Area de Construccion	88 m2		Año 2018	
Localización : 5 KM al noreste del Centro de Uvita, Osa, Puntarenas				Plano Catastro Terreno	P-815194-2002		P-1302235-2008	
Actividad Constructiva y materiales	uni	Cantidad	Precio	Costo rubro	Detalle	Costo M.Obra	Duracion	Costo Total
Movimiento de Tierra					Realizador			Actividad
Limpieza	m2							
Corte del terreno	m3						Fecha inicio	
Relleno	m3						Fecha Termina	
Sub Total								
Trabajos preliminares					Realizador			Costo Total
Obras preliminares	global			0,00				
Demolicion de obras existentes	global	1	500 000,00	500 000,00				
Bodega	global	1	900 000,00	900 000,00			Fecha inicio	
Instalaciones provisionales	global			0,00			Fecha Termina	
Trazado / cordales reglas 1x3"x4 semidura	varas	200	550,00	110 000,00				
Sub Total				1 510 000,00				
Cimientos (Muro y excavacion placas)					Realizador			Costo Total
Excavacion y Zanjeos	m3	50	5 000,00	250 000,00				
Formaleta 1x12" x 4 varas semidura	pieza		7 000,00	0,00				
Formaleta reglas 1x4" x 4 varas semidura	pieza		2 300,00	0,00				
Sello concreto pobre fc' = 110 kg/cm2 1:3:5	m3			0,00				
Alambre negro construccion N.16	kg	65	700,00	45 500,00				
Varilla n.2 para aros de columnas	uni		800,00	0,00	130 sacos		Fecha inicio	
Varilla n.3 (3/8") aros placa y acero horizontal	uni	165	2 000,00	330 000,00	10 m3 arena		Fecha Termina	
Varilla n.4 (1/2") acero vertical @ 15cm	uni	155	3 500,00	542 500,00	17 m3 piedra			
Varilla n.5 (5/8") para columnas estructurales	uni		5 500,00	0,00				
Concreto fc' = 210 kg/cm2 placa y espiga muro	m3	18	95 000,00	1 710 000,00				
Sub Total				2 878 000,00				

Figura 1: Formato del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo B

Formato de la sección final del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico

SUB- TOTAL MATERIALES	57 206 250	SUB-TOTAL	12 585 375
Imprevistos 3% del material	858 093,75		
Gastos Acarreos y otros 3%	858 093,75	CCSS 30%	
Gastos Alquiler equipo y otros	572 062,50	Costo Electricidad	3 000 000
Total de Materiales	59 494 500	Total M.O	15 585 375
Colones			
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	75 079 875	Colones	134 071 Dolares
% Acordado			
STO SERVICIOS PROFESIONALES (Diseño, Planos, Copias, Direccion)		10,50	
COSTO PAGO POLIZA RIESGOS DEL TRABAJO INS			
COSTO PAGO CFIA Y PERMISO DE CONSTRUCCION MUNICIPALIDAD			
COSTO TOTAL GENERAL DEL PROYECTO			
Presupuestista / Inspeccion de obra	Codigo / Registro Colegio	Fecha de Realizacion	
Ing.Civil - Gabriel G. Hernández Vargas.	IC-8854		

Figura 2: Formato de la sección final del Presupuesto de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo C

Formato para el cronograma de actividades de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico

CUADRO DE PROGRAMACION DE OBRA ** VILLAS DUPLEX **							
N°	Etapa Constructiva	Tiempo Dias	Realizador de la etapa	Tiempo Actividad		Costo de la demora etapa	Dias Atraso
				Fecha Inicio	F. Conclusion		
1	Limpieza del terreno y demolicion piscina	4					
2	Construccion e instalacion de bodega	4					
3	Trazado de la obra de suites / villas	1					
4	Excavacion y zanjeo de placa corrida de muro	5					
5	Confección y colocación de armadura de placa corrida	3					
6	Colocación de formaleta y chorrea de placa corrida	3					
7	Confección y colocación de armadura espiga muro	4					
8	Colocación de formaleta y chorrea de pantalla muro	10					
9	Excavacion y zanjeo de placas corrida paredes	3					
10	Excavacion de huecos y armadura para micropilotes	4					
11	Chorrea de los micropilotes	3					
12	Confección y colocación de armadura placa / paredes	3					
13	Colocación de formaleta y chorrea de placas corridas	3					

Figura 3: Formato para el cronograma de actividades de las villas para el proyecto Hotel Rancho Pacífico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo E

Formato de flujo de caja Hotel Rancho Pacifico

RANCHO PACIFICO ACCOUNT										
(del día de cancelación)										
Fecha	Factura	Vendedor	Detalle	Exch. rate	DEPOSITS	PAYMENTS		TOTAL ACUMULADO		
					Dollars	Colones	Dollars	Colones		
20180718	257317 PRF	Aceros Carazo	Vigas WF	570						
20180718	14243 PRF	Lisso	Panelex	561			-17 036,40	-9557420,4		
20180723			DEPOSITO	561,25	30 000	16837500				30000,00
20180722		Mano de obra	Alimentacion Primera quincena	561			222,82	125 000		29777,18
20180722		Mano de obra	Viaticos Arturo	561			133,69	75 000		29643,49
20180725	257317 PRF	Aceros Carazo	Vigas WF	570			27 016,13	15 399 194,10		2627,36
20180727			DEPOSITO	560	40 587,43	22728961				43214,79
20180728		Mano de obra	1er pago mano de obra Arturo	560			3437,5	1 925 000		39777,29
20180801		Mano de obra	2do pago mano de obra Arturo	561			6996,43	3 925 000		32780,86
20180802		SUBC. Pernos	1er 50% pernos	561			490,20	275 000		32290,66
20180803		SUBC. Soldadura	1er Pago 40% Taller Marco R	560			6 689,60	3746176		25601,06
20180807		ZIRUMA	Enchape verde india y Lava Cortan	561			5891,51	3305137,11		19709,55
20180807		DEKORA	Enchape baños y piso de suites	561			4 573	2 565 245		15136,92
20180810		KENIS	Back hoe, Vagoneta y material al 9/Ag	561			5137,25	2 882 000		9999,67
20180810		Aceros Carazo	Devolucion de diferencia vigas	560	7 805,68	4371180,8				17805,35
20180723		ADMINISTRACION	Administracion de construccion	561			2350	1318350		15455,35
20180810		Iguana Verde	ABONO al 6 Ag/ hasta la FAC 369137	561			5 000	2 805 000		10455,35
20180814			DEPOSITO	561	91 225,82	51177685				101681,17
20180814		Mano de obra	Tercer pago quincenal de mano de obra	561			6996,43	3 925 000		94684,73
20180814		SUBC. Pernos	2do 50% pernos	561			490,20	275 000		94194,54
20180817		Lisso	Avance 60% Travertino 353m2	560			11 733,51	6570765,6		82461,03
20180819		ADMINISTRACION	Administracion de construccion	561			2350	1318350		80111,03
20180820		ALUMASYSTEMS	1er mes	562			3 576,42	2009948,04		76534,61
20180820		Transporte el Llanero	Transporte Vigas PZ-Rancho P	562			619,22	348 000		75915,39
20180821		Transporte Rana	Transporte vigas Uvita-Rancho P	562			284,70	160 000		75630,69
20180821		JAIRO	Transporte vigas Uvita-Rancho P	562			341,64	192 000		75289,06
20180821		SUBC. Soldadura	2do Pago 40% Taller Marco R	562			6 689,60	3759555,2		68599,46
20180827		Iguana Verde	ABONO al 20 Ag	562			9 000	5058000		59599,46
20180827		Ferromax	Vigas Ferromax	562			2404,41	1 351 278		57195,05
20180827		ExpoCeramica	60% piso apartamento	563			414,11	233 146,68		56780,93

Figura 5: Formato de flujo de caja Hotel Rancho Pacifico.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo F

EDT para la actividad nivel 2 de Casa Naama Manor

CTVO	OBRA	Cantidad	Unidad	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
78	Estructura de Paredes - Perfiles de H.G. Cal. # 25, Stud 50 x 100 mm.	281,08	m2	€ 5 500,00	€ 1 545 912,50
79	Forro en Paredes de Gypsum, láminas de Yeso Cemento de 13 mm.	385,53	m2	€ 5 500,00	€ 2 120 415,00
80	Forro en Paredes de Láminas de Panelex	122,26	m2	€ 16 500,00	€ 2 017 290,00
81	Estructura de Paredes - Columnas de Tubos de 100 x 100 x 1.8 mm. (48 unids)	221,40	ml	€ 5 000,00	€ 1 107 015,00
82	Estructura de Paredes - Vigas Tapichel e Intermedias, tubo de 100 x 100 x 1.8 mm.	169,72	ml	€ 5 000,00	€ 848 605,00
83	Estructura de Paredes - Placas p/cols. 15 x 15 x 0.6 cm. Y anclas 2 # 3 x 30 cm.	48,00	unidad	€ 8 500,00	€ 408 000,00
84	Pergolas 20 x 7.6 cm - Estructura en tubos de 50 x 50 x 1.8 mm.	87,63	ml	€ 2 500,00	€ 219 075,00
85	Pergolas 20 x 7.6 cm - Forro de Gypsum de 13 mm.	20,30	m2	€ 5 500,00	€ 111 650,00
86	Barandales de Balcones de 1.07 m de alto	23,25	ml	€ 45 000,00	€ 1 046 355,14
87	Acabado de Pisos - Lujado	78,04	m2	€ 8 500,00	€ 663 297,50
88	Acabado de Pisos - Azulejos en duchas	3,16	m2	€ 14 500,00	€ 45 820,00
89	Enchape de Azulejo en Paredes.	10,72	m2	€ 14 500,00	€ 155 440,00
90	Acabado de Cielos - Gypsum de 13 mm. (Incluye Aleros)	124,88	m2	€ 8 500,00	€ 1 061 480,00
91	Rodapie	61,50	m2	€ 3 800,00	€ 233 700,00
92	Pasta-Pintura-Paredes Internas	364,63	m2	€ 3 500,00	€ 1 276 205,00
93	Pasta-Pintura-Paredes Externas	20,90	m2	€ 3 500,00	€ 73 150,00
94	Pintura-Cielos (Incluye Aleros)	124,88	m2	€ 3 500,00	€ 437 080,00
95	Pintura-Precintas	1,76	m2	€ 3 500,00	€ 6 160,00
96	Pintura-Pergolas	20,30	m2	€ 3 500,00	€ 71 050,00

Figura 6. EDT para la actividad nivel 2 de Casa Naama Manor.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo G

Cálculo de mano de obra original para Casa Naama Manor

	CTVO	OBRA	Cantidad	Unidad	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Obras Complementarias	209	Enzacatado				₡ -
	210	Acceso vehicular		m2		₡ -
	211	Aceras		m2		₡ -
	212	Cortes de Agua		m3		₡ -
	213	Mano de Obra Contratada	244,25	m2	₡ 135 000,00	₡ 32 973 750,00

Figura 7. Cálculo de mano de obra original para Casa Naama Manor.

Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo H

Cierre de presupuesto original para Casa Naama Manor

Subtotal Costos Directos				₡ 102 768 708,42
Imprevistos			2,00%	₡ 2 055 374,17
Utilidad			10,00%	₡ 10 276 870,84
Consultoría				
Estudios Preliminares		Global	₡	-
Anteproyecto			₡	-
Planos y especificaciones técnicas			₡	-
Dirección Técnica			₡	-
Tramites y permisos				
			₡	-
			₡	-
			₡	-
Subtotal Costos Indirectos				₡ -
TOTAL DE CONSTRUCCIÓN				₡ 115 100 953,43

Figura 8. Cierre de presupuesto original para Casa Naama Manor.

Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Anexo I

Cierre de presupuesto original para Casa Naama Manor

CRONOGRAMA Y FLUJO CASA NAAMAR.											
ITEM	TABLA DE PAGOS			MESES							
	CASA NAAMAR	MONTO	(%)	1				6			
	LISTA DE ACTIVIDADES			SEMANAS							
				1	2	3	4	21	22	23	24
1	Medidor Provisional / Eléctrico	€375 000,00	0,33%	€375 000,00							
2	Caseta Sanitaria Movil	€591 600,00	0,51%	€98 600,00				€98 600,00			
3	Instalación Provisional / Paja de Agua	€85 000,00	0,07%	€85 000,00							
4	Bodega	€375 000,00	0,33%	€375 000,00							
5	Trazo Preliminar	€125 000,00	0,11%	€125 000,00							
6	Movimiento de Tierras / Corte	€337 500,00	0,29%	€168 750,00	€168 750,00						
7	Movimiento de Tierras / Relleno-Lastre	€362 500,00	0,31%	€181 250,00	€181 250,00						
8	Compactación General/Sustitución	€78 750,00	0,07%	€78 750,00							
9	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Zanjeo (Material y Extracción)	€522 040,00	0,45%	€174 013,33	€174 013,33	€174 013,33					
10	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Sello de Concreto Pobre (5 cm.)	€74 250,00	0,06%	€74 250,00							
11	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Concreto de Cimientos (210 KG/cm2)	€420 750,00	0,37%	€140 250,00	€140 250,00	€140 250,00	€140 250,00				
12	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Paredes Bloques 15 x 20 x 40 cm.	€757 350,00	0,66%	€252 450,00	€252 450,00	€252 450,00	€252 450,00				
13	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Mortero de Relleno en Bloques 15 x 20 x 40 cm.	€264 100,00	0,23%	€88 033,33	€88 033,33	€88 033,33	€88 033,33				
14	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Mortero de Relleno en Columnas o Mochetas	€136 250,00	0,12%	€34 062,50	€34 062,50	€34 062,50	€34 062,50				
15	Placas corridas CC-1 y CC-2 - Viga Coronas 15 x 20 cm.	€143 750,00	0,12%	€34 062,50	€34 062,50	€34 062,50	€34 062,50				
16	Placas Aisladas CA-1 y CA-2 - Zanjeo (Material y Extracción)	€526 150,00	0,46%	€175 383,33	€175 383,33	€175 383,33	€175 383,33				
17	Placas Aisladas CA-1 y CA-2 - Sello de Concreto pobre (5 cm)	€13 650,00	0,01%	€13 650,00							
18	Placas Aisladas CA-1 y CA-2 - Concreto de Placas y Pedestales (210 Kg/cm2)	€120 190,00	0,10%	€60 095,00	€60 095,00	€60 095,00	€60 095,00				
19	Vigas de Amarre (Asísmicas) - Zanjeo (Material y Extracción) (0.40 x 1.70)	€939 250,00	0,82%	€469 625,00	€469 625,00	€469 625,00	€469 625,00				
20	Vigas de Amarre (Asísmicas) - Sello de concreto Pobre (5 cm)	€20 750,00	0,02%	€20 750,00							
21	Vigas de Amarre (Asísmicas) - Concreto de Vigas (210 Kg/cm2)	€103 750,00	0,09%	€51 875,00	€51 875,00	€51 875,00	€51 875,00				
22	Jardínera Terraza - Zanjeo (Material y Extracción)	€125 400,00	0,11%	€62 700,00	€62 700,00	€62 700,00	€62 700,00				
23	Jardínera Terraza - Sello de Concreto Pobre (5 cm)	€12 562,50	0,01%	€6 281,25	€6 281,25	€6 281,25	€6 281,25				
24	Jardínera Terraza - Concreto de Cimiento (210 Kg/cm2)	€50 175,00	0,04%	€25 087,50	€25 087,50	€25 087,50	€25 087,50				
25	Jardínera Terraza - Bloques 12 x 20 x 40 cm.	€52 920,00	0,05%	€26 460,00	€26 460,00	€26 460,00	€26 460,00				
52	Escaleras de Madera - Tubo para fijación tirantes (75 x 75 x 1.8 mm.)	€63 000,00	0,05%								
166	Tanque Septico de 1.00 x 1.80 x 1.47 m. interiormente.	€145 000,00	0,13%	€6 304,35	€6 304,35	€6 304,35	€6 304,35	€6 304,35	€6 304,35	€6 304,35	
IMPREVISTOS				€2 055 374,17	1,79%	€85 640,59	€85 640,59	€85 640,59	€85 640,59	€85 640,59	€85 640,59
UTILIDAD DE CONTRATISTA				€10 276 870,84	8,93%	€428 202,95	€428 202,95	€428 202,95	€428 202,95	€428 202,95	€428 202,95
MONTO TOTAL DE LA OBRA:				€115 100 953,43	100,00%						
				Monto Semanal Colonos	€6 162 424,69	€4 115 531,32	€5 401 155,07	€6 517 087,74	€6 926 331,40	€2 508 414,65	€2 508 414,65
				Monto Semanal Dolares	\$10 849,34	\$7 245,65	\$9 509,08	\$11 473,75	\$12 194,25	\$4 416,22	\$3 807,27
				Porcentaje Semanal	5,35%	3,58%	4,69%	5,66%	6,02%	2,18%	2,18%

Figura 9. Cronograma original para Casa Naama Manor.
Fuente: Carlos Mata Arquitectura y Construcción.

Referencias

- Álvarez, L. (2017). *Modelos de Gestión* (F. editorial Areandino (ed.); Primera).
- Ing Enrique Barreda Lizano, Ms., Ing Carlos Brenes Mena, M., & Ing Oscar Luis Vega Antonini, M. (2020). *Guía para la Gestión Integrada de Proyectos de Ingeniería, Arquitectura y Construcción*. 9, 35.
- Mubarak, S. (2015). *Construction Projects Scheduling and Control Saleh Mubarak*.
- Peña, M. (2019). *Guía de referencia para la optimización, control y supervisión de costos y tiempos en los condominios Valle Ilios, durante la fase de ejecución*. 53(9), 1689–1699.
- PMI. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute. In *Project Management Institute, Inc* (Vol. 1).
- Rivera Esteban, V. M. (2015). Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil, en la República de Guatemala. *Universidad de SAan Carlos de Guatemala*, 1, 87. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3615/1/Víctor-Manuel-Rivera-Esteban.pdf>
- Ruiz, X. (2015). ANÁLISIS DE BRECHAS. *Universidad Nacional de Colombia . Sede Bogotá*, 1.
- Gladys Gbegnedji. (2015). 7. Gestión de los Costos del Proyecto - Project Management. Retrieved March 26, 2021, from Project Management | Gladys Gbegnedji website: <https://www.gladysgbegnedji.com/gestion-de-los-costos-del-proyecto/>
- Ortega, K. (2021) Como se realizan los procedimientos de control de obras en la empresa CEGA S.A. Comunicación personal.
- Ramírez, S. (2021) Como realizan la programación de proyectos en la empresa IDECO Ingeniería, Desarrollo y Construcción S.A. Comunicación personal.
- La Neurona. (2019). ¿Por qué necesito un MODELO DE GESTIÓN en MI PYME? con Mikel Eguiazu [Video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=XX55wv1QZ_w
- Z_w
- Gladys Gbegnedji. (2015). 7.4. Controlar los Costos del Proyecto - Project Management. Retrieved March 26, 2021, from Project Management | Gladys Gbegnedji website: <https://www.gladysgbegnedji.com/controlar-los-costos-del-proyecto/>
- Gladys Gbegnedji. (2016). 6.7. Controlar el Cronograma - Project Management. Retrieved March 26, 2021, from Project Management | Gladys Gbegnedji website: <https://www.gladysgbegnedji.com/controlar-el-cronograma-del-proyecto/>
- Gladys Gbegnedji. (2016). 8.3. Realizar el Control de Calidad - Project Management. Retrieved March 26, 2021, from Project Management | Gladys Gbegnedji website: <https://www.gladysgbegnedji.com/realizar-el-control-de-calidad/>
- Gladys Gbegnedji. (2016). 8. 1. Planificar la Gestión de la Calidad - Project Management. Retrieved March 26, 2021, from Project Management | Gladys Gbegnedji website: <https://www.gladysgbegnedji.com/planificar-la-gestion-de-la-calida>
- Iván Martínez Lima. (2020). Qué es la CURVA “S” y cómo me ayuda a CONTROLAR mejor mis PROYECTOS- Método del VALOR GANADO [Video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ZKhxFas7XIA>
- Calvo, R. (2007). Rendimientos de mano de obra por horas-hombre en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora Mavacon. 103.