



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MÉTODO CPM Y PERT COMO PROPUESTA EN LA
GESTIÓN DEL TIEMPO DE SISTEMAS DE MANEJO DE EDIFICIOS (BMS) EN UNA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

Josué Daniel Calanche Rodríguez

Asesorado por MBA. Lic. Carlos Leonel Corado Sosa

Guatemala, noviembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MÉTODO CPM Y PERT COMO PROPUESTA EN LA
GESTIÓN DEL TIEMPO DE SISTEMAS DE MANEJO DE EDIFICIOS (BMS) EN UNA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSUÉ DANIEL CALANCHE RODRÍGUEZ

ASESORADO POR MBA. LIC. CARLOS LEONEL CORADO SOSA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Angeles
EXAMINADOR	Inga. Ana María Navarro Orozco
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Sitaví Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MÉTODO CPM Y PERT COMO PROPUESTA EN LA GESTIÓN DEL TIEMPO DE SISTEMAS DE MANEJO DE EDIFICIOS (BMS) EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 26 de abril de 2022.

Josué Daniel Calanche Rodríguez



EEPFI-PP-0539-2022

Guatemala, 26 de abril de 2022

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

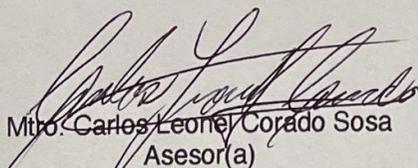
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MÉTODO CPM Y PERT COMO PROPUESTA EN LA GESTIÓN DEL TIEMPO DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE MANEJO DE EDIFICIOS (BMS) EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Planeación de proyectos**, presentado por el estudiante **Josue Daniel Calanche Rodriguez** carné número **201700796**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

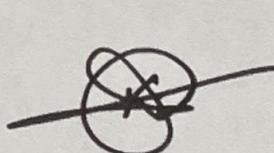
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

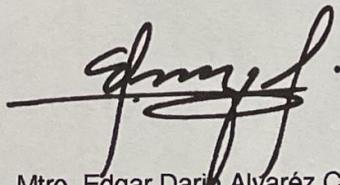
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Carlos Leonel Corado Sosa
Asesor(a)

Carlos Leonel Corado Sosa
LIC. EN ADMINISTRACIÓN
DE EMPRESAS
Colegiado No. 23,076


Mtro. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-0539-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MÉTODO CPM Y PERT COMO PROPUESTA EN LA GESTIÓN DEL TIEMPO DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE MANEJO DE EDIFICIOS (BMS) EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Josue Daniel Calanche Rodriguez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

The image shows a handwritten signature in black ink over a circular official stamp. The stamp contains the text: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", "DIRECCIÓN ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA", and "FACULTAD DE INGENIERIA".

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, abril de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.756.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MÉTODO CPM Y PERT COMO PROPUESTA EN LA GESTIÓN DEL TIEMPO DE SISTEMAS DE MANEJO DE EDIFICIOS (BMS) EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por: **Josué Daniel Calanche Rodríguez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, noviembre de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme terminar esta etapa de mi vida, dándome las aptitudes necesarias y el apoyo que necesite. Por todo el amor y cuidado que tiene conmigo y guiar mis pasos durante este tiempo.
- Mis padres** Julia Rodríguez y Luis Calanche, por su apoyo y su amor incondicional. Por enseñarme los valores de la paciencia y perseverancia que me permitieron conseguir este logro.
- Mis hermanos** Gabriela y Benjamín Calanche por ser parte fundamental de mi vida. Por darme su apoyo y cariño.
- Mi tío** Jesús Rodríguez (q. d. e. p.), en memoria de todo el esfuerzo que hizo y por ser un ejemplo para mí de superación y valentía.
- Mis amigos** Por su cariño, apoyo y motivación en el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me permitió aprender mi profesión. Por enseñarme a ser autodidacta, responsable y disciplinado.
Facultad de Ingeniería	Por darme las bases de la ingeniería mecánica eléctrica y darme una visión amplia de esta profesión.
Mis amigos de la Facultad	Celeste Cuellar, José Guillermo Pérez, Daniel Campos y demás amigos por su apoyo y amistad durante mi paso por la universidad. Gustavo Herrera y Sergio Fratti, por su apoyo durante los últimos años para poder aprender más de mi profesión y el campo laboral que tiene esta carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS.....	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	13
7. MARCO TEÓRICO.....	15
7.1. Manejo de edificios	15
7.1.1. Manejo energético de un edificio.....	15
7.1.2. Manejo del suministro de agua en un edificio.....	16
7.2. Sistemas para el manejo de edificios.....	16
7.2.1. Automatización de edificios.....	17

7.2.2.	Importancia de los sistemas para el manejo de edificios	18
7.3.	Gestión del tiempo del proyecto	19
7.3.1.	Etapas de la gestión del tiempo de un proyecto	19
7.4.	Modelos de planificación de red	21
7.4.1.	Método de la ruta crítica (CPM)	21
7.4.1.1.	Ruta crítica	22
7.4.2.	Técnica de revisión y evaluación de proyectos (PERT)	22
7.4.3.	Diferencia entre el método CPM y PERT	23
7.4.4.	Aplicación de CPM y PERT en la gestión de proyectos de sistemas de manejo de edificios.....	24
7.5.	Herramientas de gestión del tiempo de proyectos	24
7.5.1.	Diagrama de red.....	25
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	27
9.	METODOLOGÍA	29
9.1.	Características del estudio	29
9.2.	Unidades de análisis	30
9.3.	Variables	30
9.4.	Fases del estudio	31
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	35
11.	CRONOGRAMA	37
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	39

13. REFERENCIAS.....41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Cronograma de ejecución37

TABLAS

- I. Esquema de solución 14
II. Operacionalización de las variables31
III. Recursos necesarios para la investigación.....39

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Quetzales

GLOSARIO

Automatización	Ejecución de una serie de tareas repetitivas por un sistema que requiere de la menor cantidad de intervención de un usuario o persona.
<i>Building Managment</i>	Sistemas centralizados para el monitoreo y control de los equipos mecánicos y eléctricos de un edificio, con el fin de recopilar información del estado de los sistemas en tiempo real.
CPM	Es un método basado en la teoría de redes que se emplea para calcular el tiempo mínimo de la ejecución de un proyecto.
PERT	Es una herramienta empleada para la gestión de proyectos que analiza las actividades que se llevarán a cabo.

RESUMEN

En el presente informe, se muestra el análisis del proceso de gestión de tiempos, en la ejecución de proyectos de sistemas de manejo de edificios. El lector encontrará una descripción de las actividades que conforman el proceso de entrega del proyecto y como determinar la ruta crítica de este. Con el propósito de poder cumplir con los tiempos establecidos en la planificación de actividades.

En la primera parte se encontrará la teoría referente acerca de los sistemas de manejo de edificios, la importancia que han ido teniendo estos sistemas en la actualidad. Así mismo, los métodos de gestión de proyectos y diagramas para la representación de actividades. Siendo base fundamental para determinar las actividades que conforman la ruta crítica.

Posteriormente se realiza la selección del método que se adecue a las necesidades del proceso, el cálculo de los tiempos de las actividades que conforman el proceso y el tiempo total del proyecto.

Al finalizar el documento, se podrá establecer una herramienta de gestión del tiempo en proyectos de sistemas de manejo de edificios que se pueda utilizar, el personal que interviene y la importancia del seguimiento del proceso del proyecto a través de esta herramienta. Esto mediante el análisis de diagramas de red, cálculos matemáticos y diagramas de flujo, que se podrán encontrar en el mismo.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos es de suma importancia en las empresas y un componente primordial para darles un valor agregado; también ayuda a mejorar la calidad del producto o servicio que se esté prestando. Uno de los escenarios que analizará este trabajo, como problemática es la mala gestión del tiempo en la ejecución de proyectos y el atraso que genera. Como consecuencia de esto, se propone la implementación del método CPM y PERT para la gestión del tiempo como solución a la problemática descrita.

Al utilizar la técnica CPM y PERT, para la solución de este problema, se hará el diagnóstico a las actividades actuales del proyecto, se determinará la ruta crítica del proyecto, también se realizará una herramienta para el monitoreo de las actividades. Los aportes y beneficios del estudio serán la reducción de los atrasos en la entrega de proyectos, que a su vez aumentará la rentabilidad del proyecto. Con lo anterior, la empresa de telecomunicaciones estará satisfecha puesto que se mejorará la gestión del tiempo y recursos del proyecto, se reducirán los tiempos de entrega y se disminuirá el descontento del cliente final.

El enfoque del estudio propuesto es mixto, pues se utilizarán variables cuantitativas y cualitativas; el alcance será descriptivo apoyándose en la observación y el diseño será no experimental de tipo transversal. Este proyecto será un aporte viable en los ejes industrial y social que la Universidad de San Carlos de Guatemala que contiene en su plan estratégico, pues la realización de la presente investigación se justifica en la línea de investigación preparación y evaluación de proyectos.

Los recursos para realizar la investigación serán aportados por el estudiante investigador, por lo tanto, se considera que es factible su realización.

En los capítulos 1 al 7 se examinarán los aspectos teóricos del estudio. En los capítulos 8, 9 y 10 se presentará los resultados, la discusión de estos y la propuesta de solución. Finalmente se presentará las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

2. ANTECEDENTES

Gómez (2008), investigó en su trabajo de graduación de la Escuela de Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que existen distintas tecnologías para la automatización de edificios. Deseaba conocer los protocolos y diversos productos con el objetivo de controlar y automatizar las instalaciones eléctricas y mostrar una alternativa a las opciones de integración de servicios y sistemas. Concluyó que un sistema automatizado puede ser tan sencillo que únicamente utilice actuadores, alarmas y sensores.

González (2013) en su trabajo de investigación cuyo tema es, *Guía para la planificación y programación de la ruta crítica de un proyecto de urbanización en Guatemala, desde sus inicios hasta sus acabados finales*, presenta la implementación del método CPM en el proceso de gestión de proyectos de construcción. En este estudio se muestra una guía para futuros ingenieros civiles, útil al planificar y programar recursos en proyectos de urbanización. Así mismo, menciona los diferentes tipos de software que se utilizan en la realización de estos.

Pittol (2005), realizó la propuesta de un *Modelo de gestión de control y seguimiento de proyectos tecnológicos*, como trabajo de graduación para la Universidad Católica Andrés Bello. En este documento muestra las carencias que se tiene en el seguimiento de proyectos en el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. A través de la investigación propone la implementación de un modelo para continuar recibiendo la inversión de empresas o entidades extranjeras.

Este trabajo de graduación concluyó con la implementación de un modelo basado en la constante revisión del proyecto con los alcances iniciales, a través de reportes periódicos. Logrando así tener información exacta, del porcentaje de avance del proyecto y así poder tomar decisiones de ejecución. Este modelo propuesto, es una referencia del control que se debe seguir en la gestión de tiempo de un proyecto y muestra cómo una herramienta, puede funcionar tanto de manera física como de manera virtual.

La siguiente investigación realizada por Orbe (2012) cuyo tema es, *Diseño de un edificio inteligente*, tiene como objetivo definir las características principales de los sistemas de manejo de edificios y la automatización, de los procesos de medición de los parámetros más importantes en el control que se implementa. Estableció qué es lo que hace a un edificio ser llamado “Edificio inteligente” y qué ventajas generan estos sistemas. La investigación concluyó que un edificio automatizado, es la integración de las tecnologías de telecomunicaciones actuales en el monitoreo de los parámetros para un bien común.

Koontz (2012) estableció a través del libro *Administración: Una perspectiva global y empresarial*, los principios de gestión y administración de empresas, en donde se muestra una introducción de las aplicaciones de estos principios a los problemas actuales. Adopta un punto de vista internacional de la administración y a través de la experiencia, el libro busca el poder incluir una perspectiva innovadora, a la práctica de la administración que no se encuentra tan fácilmente. Es de mucha utilidad debido a que explica con ejemplos, los distintos métodos de administración y evaluación que se pueden utilizar, estableciendo referencias con casos de éxito a nivel mundial.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es necesario evidenciar las distintas fases que posibilitan la realización de un proyecto BMS. La ejecución pronta de este tipo de proyectos es una de las estrategias más importantes al momento de buscar buena atención y fidelización con el cliente. El cliente desea tener el proyecto terminado de manera fácil y rápida, es por lo que las empresas de ejecución de proyectos tecnológicos buscan posicionarse a través de ejecuciones óptimas.

- Contexto general

En la actualidad, una buena gestión de proyectos es de vital importancia, es de hecho un elemento básico, para darle valor agregado a las empresas. Ayuda a mejorar la calidad del producto o servicio que esta brinda. Permite tener un mejor control de los edificios.

- Descripción del problema

La empresa que se desea analizar es una empresa que actualmente realiza una gran cantidad de proyectos. Los proyectos son orientados al sector de telecomunicaciones, sistemas de distribución, generación, respaldo energético y comunicaciones unificadas. El tipo de proyecto más importante es la integración de sistemas de manejo de edificios.

Un proyecto de integración de sistemas de manejo de edificios empieza desde, convocatorias para licitaciones hasta el documento final de entrega. Al inicio de estas negociaciones se establecen ciertas condiciones en las órdenes

de compra y se pactan tiempos de entrega que se deben cumplir, de lo contrario se sanciona a la empresa de telecomunicaciones. El atraso en entregas puede causar dichas sanciones, ocasionar pérdidas económicas y lograr que la empresa de telecomunicaciones sea tachada de la lista de proveedores del cliente.

En el proceso antes mencionado, intervienen tres grupos de trabajo como mínimo, los cuales se dividen en: área de compras, área de ingeniería, diseño y área de ejecución. Al ser grupos de trabajo diferentes, es muy complicado que puedan cumplir siempre el proceso en los tiempos establecidos. Por ende, los atrasos en este proceso no siempre son debido al mismo grupo de trabajo.

A pesar de que en cada grupo de trabajo ya exista un método de ejecución de proyectos, estos no son eficientes del todo. Esto puede ser causado por diferentes motivos, como la demora en subcontrataciones, una inadecuada planificación y programación con los técnicos y subcontratistas, entre otros. Debido a lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de gestionar de mejor forma el tiempo de ejecución de los proyectos.

- Formulación del problema

En el presente diseño de investigación se formularon las preguntas descritas a continuación.

- Pregunta central

¿Cuál es el método ideal para gestionar los proyectos de sistemas de manejo de edificios en una empresa de telecomunicaciones?

- Preguntas auxiliares
 - ¿Cuál es la situación actual del área de automatización, al realizar la gestión de tiempo de proyectos de sistemas de manejo de edificios?
 - ¿Cuál es la ruta crítica en los proyectos de sistemas de manejo de edificios?
 - ¿Qué herramienta de gestión del tiempo puede monitorear las actividades programadas y planificadas, de los proyectos de sistemas de manejo de edificios?

- Delimitación del problema

Las empresas de automatización industrial son empresas que diseñan e implementan aplicaciones automatizadas. La actividad principal de esta empresa es brindar soluciones de automatización industrial para quienes lo requieran, se encuentra localizada en la ciudad de Guatemala, en el municipio de Guatemala. La empresa de telecomunicaciones posee distintos departamentos, se busca realizar el estudio en el departamento de automatización de dicha empresa, desde el mes de abril hasta septiembre de 2022.

4. JUSTIFICACIÓN

Con el afán de poder mejorar la gestión del tiempo y evitar atrasos en la entrega de proyectos de integración de sistemas para el manejo edificios, se realiza el siguiente proyecto. En el cual se desea proponer el método CPM y PERT, en la gestión del tiempo de proyectos de sistemas de manejo de edificios actual. Esta investigación se justifica, desde los pasos que deben ser mejorados en términos de asignación de recurso humano, subcontrataciones para el cumplimiento de tiempos de entrega de los proyectos.

Esta propuesta se hace para brindar una solución aplicada a la necesidad de un método de gestión de proyectos, que ayude a minimizar tiempos de entrega en todos los grupos de trabajo que intervienen en este proceso. Los logros y fines que se pretenden alcanzar son, diagnosticar el problema más recurrente, que ocasiona el atraso en el proceso de gestión actual; determinar el método que más se adecua al proceso actual, proponer la implementación del método seleccionado al área de la empresa. Esto permitirá obtener mayores ganancias a esta unidad y servirá de referencia para las otras unidades de esta empresa o casos similares.

Este planteamiento tendrá relevancia social, porque las mejoras que se puedan implementar repercutirán en el mejoramiento de la satisfacción laboral y en la identificación con la empresa por parte de los trabajadores. Reducirá el gasto por imprevistos y atrasos. Así mismo, este estudio contribuirá indirectamente a incrementar la cantidad de edificios BMS en Guatemala, creando un país más automatizado.

Por último, el presente trabajo servirá como materia de estudio para estudiantes de la maestría de gestión industrial, como ejemplo de aplicación de métodos de planeación y control de proyectos. Esta investigación tomó como línea de investigación administración: preparación y evaluación de proyectos: ingeniería de proyectos aplicado al área de telecomunicaciones. A esta investigación se pueden relacionar cursos como gestión integrada de servicios, tecnologías de la calidad y sistemas de planeación industrial.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer la implementación del método CPM y PERT para gestionar el tiempo en proyectos de sistemas de manejo de edificios en una empresa de telecomunicaciones.

5.2. Específicos

- Identificar el estado actual de gestión del tiempo en proyectos de sistemas de manejo de edificios.
- Definir la ruta crítica en los proyectos de sistemas de manejo de edificios.
- Establecer una herramienta de gestión del tiempo en proyectos de sistemas de manejo de edificios.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Ante la falta de un sistema de asignación de nuevos proyectos, el retraso de los tiempos de importación y la mala gestión del tiempo de proyectos, se busca solucionar el problema de deficiencias en la gestión del tiempo de proyectos, de sistemas de manejo de edificios y esto logrará reducir los reclamos del cliente; permitirá obtener mayores ganancias a la unidad, disminuir los gastos por imprevistos. Utilizando el método CPM y PERT, los cuales fueron ideados para asistir en la coordinación de las actividades de un proyecto, realizar un calendario para éste de forma realista y observar el avance del proyecto. Servirá para determinar si es factible la implementación de la propuesta.

Las necesidades que el estudio de investigación cubrirá dentro de la empresa son: identificar los pasos, determinar responsables, determinar subprocesos, indagar sobre ruta crítica, revisión y análisis de la ruta crítica, realizar diagrama de red, revisar y validar diagrama.

A continuación, se presenta el esquema de solución en la siguiente tabla:

Tabla I. **Esquema de solución**

Resultados	Necesidades por cubrir	Indicadores	Metodología
Identificar el estado actual	Identificar los pasos	Identificar los pasos en un mes y realizar análisis 6M	Elaboración de diagrama causa y efecto.
	Determinar responsables. Determinar subprocesos.		
Ruta crítica	Indagar sobre la ruta crítica. Revisión y análisis de la ruta crítica.	Determinar la ruta crítica en un mes.	Actividades y precedencias.
Herramienta de gestión	Realizar diagrama de red. Revisar y validar	Diagrama elaborado y validado en dos meses	Diagrama de red.

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

A través de la ejecución de proyectos BMS, las empresas logran rentabilidad, dicha rentabilidad tiene como consecuencia estabilidad para la empresa y crecimiento a largo plazo. La ejecución adecuada de los proyectos es importante puesto que es la única acción que genera ingresos a la compañía. A través de ellos todos demás departamentos, como compras, cobran sentido.

7.1. Manejo de edificios

Actualmente se manifiesta de forma contundente una crisis energética en las principales ciudades, esto se debe a la falta de concientización de que los recursos de energía no son inagotables. Sin embargo, la tendencia general hacia un ambiente más limpio ha llevado al desarrollo y a la implementación de sistemas de manejo de edificios. Estos sistemas buscan poder monitorear, medir y corregir los distintos parámetros de un edificio, garantizando el buen funcionamiento de este, tanto para los usuarios como para el medio ambiente.

7.1.1. Manejo energético de un edificio

Uno de los desafíos más grandes que se tienen hoy en Díaz, en el manejo de edificios es la gestión energética. “Para alcanzar la eficiencia energética en una organización no es suficiente con la existencia de un plan de ahorro de energía obtenido de un diagnóstico. Es preciso contar con un sistema de gestión que garantice la mejora continua” (Pinzón, Corredor, Santamaría, Hernández y Trujillo, 2014, p 186). Por lo tanto, se debe tener un balance entre aportar calidad a los usuarios y procurar el menor impacto al medio ambiente.

El sistema eléctrico de un edificio debe ser monitoreado constantemente. Para ello debe cumplir distintas características como poder ser manipulado de manera remota en caso de que se necesite. Los distintos sistemas y funciones deben implementarse sin disminuir el confort y la seguridad al usuario final (Assaf, Casado, Schiller, Evans y Marchese, 2007).

7.1.2. Manejo del suministro de agua en un edificio

El manejo del agua en cualquier edificio del mundo es algo esencial para garantizar a los usuarios finales condiciones de salud y bienestar. Para asegurar condiciones inmejorables en las distintas áreas de un edificio, es necesario contar con un sistema de suministro de agua que posibilite el aprovechamiento óptimo del agua, la captación, el ahorro y el tratamiento, así como un posterior desecho correcto (Pahuara, 2020). La mayoría de los sistemas de suministro de agua son de difícil acceso y es muy probable que ocurran anomalías sin tener un aviso hasta que el incidente ya es importante.

Se han implementado sistemas aptos para el monitoreo de parámetros en el agua. Los parámetros más comunes que se monitorean son el caudal y la presión de los sistemas de tubería. El monitoreo permite saber el consumo de agua, su forma de desecho y la calidad de agua que se está brindando por parte de la administración del edificio.

7.2. Sistemas para el manejo de edificios

Actualmente los edificios comerciales o institucionales cuentan con un personal dedicado a garantizar su correcto funcionamiento. Sin embargo, la tarea de monitoreo puede requerir una alta cantidad de personal si no se tiene un sistema automatizado. Es por lo que, se recurre a sistemas de control para

generar información clave y alertas que ayuden al personal a realizar sus actividades diarias.

El sistema más utilizado actualmente es el sistema para el manejo de edificios (BMS). Los BMS consisten en sistemas de gestión, los cuales ejecutan una centralización de monitoreo y control de los equipos eléctricos y mecánicos dentro de un edificio. Un BMS recopila información importante y produce alertas críticas en tiempo real, permitiendo tomar acciones preventivas y correctivas.

7.2.1. Automatización de edificios

Recientemente ha surgido la necesidad de poder controlar en tiempo real el estado de un edificio. Es a partir de esta necesidad que sucede la creación de sistemas poco invasivos y controlados remotamente. Es aquí cuando se necesita de una automatización.

Automatizar edificios consiste, en lograr la integración de tecnología de manera centralizada o remota, que haga posible realizar tareas de monitoreo y control con la mínima participación de un operario. Su objetivo principal es poder ofrecer seguridad, mejoras en la gestión energética y comodidad (Guerrero y Molina, 2010). Debido a lo anteriormente expuesto, se han desarrollado sistemas de automatización para controlar distintas áreas de un edificio, las cuales en conjunto forman un sistema general

En la automatización de edificios existen distintos tipos. Los principales sistemas utilizados son: el sistema de automatización de edificios, un sistema de telecomunicaciones, una oficina del sistema de automatización y una computadora asistente para la fácil administración del sistema. Todos

contribuyen de distinta manera y logran añadir valor a los edificios según sus necesidades.

7.2.2. Importancia de los sistemas para el manejo de edificios

Recientemente el incremento de los proyectos de edificios en Guatemala ha creado la necesidad de brindar comodidad y seguridad a sus usuarios. Por esta razón muchos proyectos, han decidido invertir en sistemas de automatización para un mejor control de las condiciones. De esta manera se han logrado reducir distintos costos, como el costo de mantenimiento del edificio y el consumo energético.

Al presentar datos del comportamiento de todos los equipos y sistemas en el edificio, un BMS facilita la toma de decisiones para dar un uso más eficiente y sostenible a los recursos. Logra controlar parámetros en tiempo real, a través de reportes y controladores gráficos que advierten cuando un parámetro está lejos de su valor deseado. Por ende, la integración de un sistema BMS supone un valor agregado para cualquier proyecto.

La integración de BMS ha incrementado considerablemente en la última década debido a sus múltiples usos y beneficios. Una de las ventajas es la mejora las condiciones de vida de las personas, gracias a la combinación de la última tecnología con el día a día de los habitantes. Debido a ello los sistemas de manejo de edificios, han dejado de ser un lujo y se han convertido en una excelente inversión.

7.3. Gestión del tiempo del proyecto

La gestión del tiempo de un proyecto consiste en reconocer todas las fases requeridas para gestionar la finalización en plazo de determinado proyecto. La importancia de la gestión del tiempo de proyecto radica en cumplir con las fechas ofrecidas a los clientes y permite crear una relación a largo plazo, o fortalecer las relaciones existentes con el cliente. El cumplimiento de los plazos posibilita gestionar los recursos de la empresa de una mejor forma.

7.3.1. Etapas de la gestión del tiempo de un proyecto

La gestión del tiempo del proyecto incluye diversas etapas. Para una adecuada gestión se debe tomar en cuenta el orden de dichas etapas las cuales se realizan para lograr el objetivo principal. De acuerdo con lo antes mencionado, las etapas se detallan a continuación.

- Definir las actividades: la definición de actividades es el proceso más importante ya que marca el inicio de la gestión del tiempo de un proyecto. Consiste en el proceso de detallar e identificar las actividades específicas que se deben ejecutar para obtener los entregables de un proyecto. La definición de las actividades se puede realizar mediante la descomposición, planificación gradual o juicio de expertos.
- Secuenciar las actividades: secuenciar las actividades constituye un proceso importante puesto que permite establecer un orden. Es la acción de detallar e identificar las relaciones que existen entre las actividades de un proyecto. Con la finalidad de secuenciar las actividades, es viable utilizar distintas técnicas entre las cuales se encuentran el método de

diagramación por precedencia, la determinación de todas las dependencias y el método de adelantos y retrasos.

- Estimar los recursos de las actividades: estimar recursos es un proceso vital puesto que es necesario saber los recursos que se necesitarán para una óptima ejecución. Es un proceso en el que se estima las cantidades de materiales, personal, equipos y suministros requeridos para llevar a cabo las actividades del proyecto. Al estimar los recursos de las actividades se pueden tomar distintos caminos, uno de ellos es mediante el análisis de alternativas, mediante datos publicados de estimaciones o por estimación ascendente.
- Estimar la duración de las actividades: la duración de las actividades constituye la fase más compleja debido a que existe variabilidad. Es el proceso de identificar los períodos de trabajo, así como la cantidad de períodos necesarios para terminar las actividades tanto individuales como grupales con los recursos estimados. Con el objetivo de estimar la duración de las actividades es posible utilizar los siguientes enfoques: estimación análoga, estimación paramétrica, estimación por tres valores o técnicas grupales de toma de decisiones.
- Desarrollar el cronograma: la creación del cronograma es la culminación del proceso. Ejemplifica el proceso a seguir para analizar secuencias de actividades, tiempo de actividades, demanda de recursos y limitaciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto. Con el objetivo de desarrollar el cronograma se puede utilizar los siguientes métodos: análisis de la red del cronograma, el método de la ruta crítica, método de la cadena crítica, técnica de revisión y evaluación de proyectos.

- **Controlar el cronograma:** El establecimiento de un proceso de control es necesario para brindar la retroalimentación necesaria. Consiste en el proceso de monitorear el avance de las actividades del proyecto lo que permite el poder gestionar los cambios a la línea base del cronograma con el propósito de cumplir con el plan. “Cuando se necesite controlar el cronograma es posible hacerlo mediante revisiones del desempeño, software de gestión de proyectos, técnicas de optimización de recursos y técnicas de modelado” (Project Management Institute, 2013).

7.4. Modelos de planificación de red

Los modelos de planificación de red son modelos que permiten visualizar la interrelación de las actividades que conforman un proyecto. La red se compone de un conjunto de nodos unidos por arcos (también llamados ramas o flechas), lo cual da lugar a dos formas de representación, red con actividades en las flechas (AEF) y red con actividades en los nodos (AEN). Los modelos de red conocidos y utilizados por la mayor cantidad de personas son el método de la ruta crítica y la técnica de revisión y evaluación de proyectos (Taha, 2012).

7.4.1. Método de la ruta crítica (CPM)

El método de la ruta crítica, también llamado CPM por sus siglas en inglés que corresponden a *Critical Path Method*, este es un método para relacionar actividades. Se utiliza una sola estimación de tiempo porque se hace la suposición de que se conocen los tiempos de la actividad. El CPM es usado en proyectos cuya duración se conoce con exactitud, un ejemplo de dónde puede aplicarse es en proyectos de construcción (Jacobs y Chase, 2014).

7.4.1.1. Ruta crítica

Una lista de actividades y un diagrama de red adecuado son elementos eficaces para representar las relaciones de precedencia de las actividades de un proyecto. En un proyecto complejo existirán diversas rutas, que llevan del nodo de inicio al nodo de terminación. Para obtener una predicción del tiempo mínimo de la duración del proyecto total, se debe encontrar lo que se conoce como ruta crítica en la red.

La ruta crítica de un proyecto es un camino formado por actividades críticas. Las actividades críticas son las actividades que no poseen holgura. Por ende, la ruta crítica establece la duración mínima del proyecto, debido a que las actividades que la integran no se pueden tener variación de tiempo.

7.4.2. Técnica de revisión y evaluación de proyectos (PERT)

El método PERT es un método a través del cual se logra la programación de proyectos. A través de la técnica PERT es posible conocer las probabilidades de terminación del proyecto en determinado tiempo, si es probable terminarlo antes o si es probable terminarlo después. Desde su desarrollo ha sido utilizado ampliamente en distintas organizaciones, desde industriales hasta de servicios.

PERT tiene diferentes aplicaciones. Supone que los tiempos del proyecto siguen una distribución de probabilidad por lo tanto los tiempos son variables aleatorias (UNIT, 2009). Por lo tanto, es utilizado en la planificación de proyectos grandes.

7.4.3. Diferencia entre el método CPM y PERT

La principal diferencia entre CPM y PERT es que CPM es un método determinístico, considera que los tiempos de las actividades se conocen y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados. Durante el avance del proyecto, los estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso. Considera la duración normal y duración límite de una determinada actividad, según la cantidad de recursos aplicados en la misma.

Por otro lado, PERT es un modelo probabilístico. La variable tiempo es desconocida, solo se tienen datos estimados, supone que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes. Considera tres tiempos estimados: el más probable, tiempo optimista, tiempo pesimista (Rojas y Reyes, 2019).

En 1950, se desarrollaron dos técnicas de investigación de operaciones basadas en redes, PERT y CPM, con el objetivo de ayudar a los directores de proyectos a cumplir con sus responsabilidades. Estas técnicas fueron ideadas para asistir en la coordinación y planeación de las distintas actividades de un proyecto, realizar un calendario para éste de forma realista y posteriormente observar el avance del proyecto después de su inicio. A través de los años, las mejores características de estas dos técnicas han tendido a fusionarse en algo que actualmente se conoce de manera común como método PERT y CPM (Hillier y Lieberman, 2006).

7.4.4. Aplicación de CPM y PERT en la gestión de proyectos de sistemas de manejo de edificios

El principal objetivo de CPM y PERT es proyectar herramientas útiles para programar las actividades. Primero se definen las actividades del proyecto, las relaciones de precedencia y los requerimientos de tiempo, luego es necesario modelar las relaciones de precedencia entre actividades como una red, el tercer paso consiste en realizar cálculos específicos para elaborar el cronograma. Durante la fase de ejecución real, es posible que la ejecución de las actividades no suceda como se planeó, en el sentido de que algunas de las actividades pueden demorarse.

En los proyectos de sistemas de manejo de edificios (BMS) se distinguen cinco fases principales: propuesta, diseño, recepción de materiales, ejecución y entrega. Dichas fases constituyen la base para la implementación de un proyecto de sistemas de manejo de edificios. Por lo tanto, el método CPM y PERT es aplicable a la gestión del tiempo de proyectos de sistemas de manejo de edificios.

7.5. Herramientas de gestión del tiempo de proyectos

La gestión del tiempo de proyectos involucra que, a todas las actividades del proyecto, se les imponga una secuencia y se les asigne un tiempo de ejecución. En esta etapa los gerentes decidirán cuánto tiempo llevará realizar cada actividad y calcularán cuántas personas y materiales serán necesarios para la realización del proyecto. También crearán gráficas, para programar separadamente las necesidades del recurso humano según tipo de habilidad y necesidades de material.

Quizá la más grande ventaja al utilizar herramientas especializadas, en administración de proyectos es que se logra un seguimiento al avance del proyecto. Al respecto, existen herramientas que tienen demasiadas características para dar seguimiento a las actividades individuales en lo relacionado a tiempo, costo, uso de recursos, etcétera. Existe una gran variedad que pueden ser de utilidad para los gerentes al manejar las distintas situaciones problemáticas que se presenten (Render y Heizer, 2014).

7.5.1. Diagrama de red

Un diagrama de red consiste en una representación esquemática formada por una sucesión de nodos y arcos mediante, los cuales puede recorrer determinado flujo. Es utilizado para representar las relaciones entre distintas actividades. Puede tener distintas aplicaciones, entre ellas la gestión de tiempos de proyectos.

En un diagrama de red, todas las actividades están representadas por una flecha, que se conoce como rama o arco. El inicio y el fin de cada actividad se muestran mediante un círculo, llamado nodo. El término evento es usado en conexión con los nodos, un evento simboliza la finalización de las actividades que llegan a un nodo (Eppen, 2000).

En el diagrama de red teórico se trabaja con información aproximada, con respecto a la duración de las actividades. Se debe considerar que el diagrama de red incluye la ruta crítica, por lo que si los tiempos se atrasan lo suficiente es posible que la ruta crítica cambie. Por lo tanto, el diagrama de red teórico cambia con respecto al real.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Manejo de edificios

1.1.1. Manejo energético de un edificio

1.1.2. Manejo del suministro de agua de un edificio

1.2. Sistema para el manejo de un edificio

1.2.1. Automatización de edificios

1.2.2. Importancia de los sistemas para el manejo de edificios

1.3. Gestión del tiempo del proyecto

1.3.1. Etapas de la gestión de tiempos de proyectos

1.4. Modelos de planificación de red

1.4.1. Método de la ruta Crítica CPM

1.4.2. Técnica De Revisión Y Evaluación De Proyectos

PERT

1.4.1.1. Ruta Crítica

- 1.4.1.2. Dependencias
 - 1.4.1.3. Tiempos de finalización
 - 1.4.3. Diferencia entre el método CPM y PERT
 - 1.4.4. Aplicación de CPM Y PERT en la gestión de proyectos de sistemas de manejo de edificios
- 1.5. Tecnicas para el diagnóstico de un proceso
 - 1.5.1. Diagrama de red

2. SITUACIÓN ACTUAL DE GESTIÓN DEL TIEMPO EN PROYECTOS

3. DESARROLLO DE CPM Y PERT

4. HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL TIEMPO EN PROYECTOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este estudio es necesario concretar una metodología. La metodología es el conocimiento del método, estudia, analiza, ayuda para la descripción, el análisis y la valoración crítica de los métodos (Morán y Alvarado, 2010). Por tal motivo, es necesario presentar la metodología que describe la manera en que se efectuó esta investigación.

9.1. Características del estudio

Se propone un enfoque mixto para el estudio, puesto que emplea técnicas cuantitativas y cualitativas. Se utilizarán valores numéricos y censos lo que lo convierte en cuantitativo. Es un estudio cualitativo puesto que se empleará la técnica de entrevista a través de un cuestionario, posteriormente se hará una revisión documental para dar fidelidad al contenido del estudio.

El alcance planteado para el estudio es descriptivo. Los estudios descriptivos sirven para analizar cómo es y cómo se muestra un fenómeno y sus unidades, permiten describir el fenómeno estudiado mediante la medición de uno o más de sus atributos (Behar, 2008). Se ejecutará un diagnóstico que muestre la realidad del problema, el atraso en la entrega en los proyectos de sistemas de manejo de edificios.

Se plantea un diseño no experimental, a este diseño también se le llama observacional. Se plantea la realización del diseño de investigación del método CPM y PERT como propuesta en la gestión del tiempo de proyectos de sistemas de manejo de edificios (BMS) en una empresa de telecomunicaciones, cuya

información se analizará en su estado original. Asimismo, será transversal ya que se estudiará el fenómeno mediante única medición de las variables.

9.2. Unidades de análisis

Los proyectos de sistemas de manejo de edificios en una empresa de telecomunicaciones serán parte de la población de estudio. Esta población es de tamaño reducido, por lo tanto, no fue necesario usar fórmulas para calcular el tamaño de muestra. El muestreo que se utilizará será no probabilístico de selección intencional, en estas muestras el investigador elige razonada e intencionalmente las categorías que cree representativas del fenómeno a estudiar (Muñoz, 2015).

9.3. Variables

En este estudio se han registrado variables tanto independientes como variables dependientes, las cuales parten del análisis del marco lógico. Se analizarán variables de tipo cualitativo de escala ordinal y variables de tipo cuantitativo continuas. Es preciso describir las variables a utilizar en el estudio:

Tabla II. **Operacionalización de las variables**

Variable	Tipo	Definición teórica	Definición operativa
Cantidad de actividades	Independiente	Es preciso determinar la cantidad de actividades que existirán para los proyectos BMS.	Medición cuantitativa discreta.
Tiempos de actividades	Dependiente	El tiempo para realizar cada una de las actividades es una variable que se debe medir para conocer la duración total del proyecto.	Medición cuantitativa continua.
Cantidad de actividades en la ruta crítica	Dependiente	Es preciso medir la cantidad de actividades que contiene la ruta crítica.	Medición cuantitativa discreta.

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

En este apartado se representa el proceso a través del cual se realizará el estudio. Se utilizarán varias técnicas cuantitativas como la recolección de datos mediante cuestionario, estas métricas complementan el problema bajo estudio. A continuación, se presentan las etapas que componen el proceso de este estudio.

Fase 1: revisión de literatura

Esta fase integra la distribución del marco teórico. Se desea investigar sobre documentación específica del problema y de la definición de variables. Se

realizará una exploración en libros y determinadas bases de datos en internet sobre el método CPM y PERT que se incluyen en investigaciones y tesis.

Fase 2: diagnóstico, gestión y recolección de la información

El diagnóstico de la situación existente del problema se ejecutará mediante la utilización de técnicas para la recogida de datos. Se recopilará la información con actividades de entrevistas y cuestionarios. Se definirán los participantes que intervienen en el proceso haciendo una comunicación pronta.

Fase 3: análisis de información

Todos los datos recabados serán analizados para convertirse en información. Se utilizarán aplicaciones de Office 2016 para su correcto análisis. Se elaborará un diagrama de Ishikawa para determinar las causas del atraso en la ejecución de proyectos, posteriormente se identificarán todas las actividades, se definirán precedencias y tiempos, finalmente se realizará el método CPM y PERT.

Fase 4: interpretación de información

De nuevo se recurrirá a las diferentes actividades para la interpretación de información. Esta fase será orientada a la priorización de acciones preventivas y correctivas que serán elementales en el diseño de investigación del método CPM y PERT como propuesta en la gestión del tiempo de proyectos de sistemas de manejo de edificios (BMS). Se interpretará la información obtenida del método CPM y PERT, específicamente la ruta crítica.

Fase 5: integración de la propuesta

De las deliberaciones y enseñanzas obtenidas será prioridad mostrar una propuesta. Se planteará una herramienta de uso de diagrama de red para la mejora en la gestión de tiempo de proyecto para la empresa donde se realizará el estudio. Quedará a discreción de la empresa la implementación de la propuesta planteada.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En esta sección se muestran todas las técnicas que logran que los datos obtenidos se conviertan en información. Las técnicas hacen referencia desde sus principios a la elaboración de cosas, a hacer algo, a la destreza para hacer cosas, que involucra un conocimiento empírico de cómo hacerlas (Tamayo, 2003). Las técnicas de análisis de información utilizadas en el estudio se presentan a continuación.

- Entrevista

Se ejecutarán entrevistas apropiadamente estructuradas con ayuda del instrumento cuestionario, en el entorno de aplicaciones de Google. La entrevista es una interacción experta que se convierte en una aproximación basada en el interrogatorio metódico y la escucha con la intención de conseguir conocimiento comprobado (Kvale, 2008). Será dirigida a los técnicos del área de automatización en una empresa de telecomunicaciones, así como al vendedor de preventa y supervisor.

- Análisis 6M

Es muy importante analizar la información para determinar las causas y efectos, que ayudan a identificar el estado de la situación actual. Se empleará un diagrama de Ishikawa como instrumento, que se encarga de relacionar las dificultades clave del desempeño con sus posibles causas, ayudando a crear una relación entre los errores y los puntos donde estos se originan. En esta investigación se utilizará el diagrama de Ishikawa con el objetivo de visualizar de

forma ordenada todas las posibles causas de la inadecuada gestión del tiempo de proyectos.

- El CPM y PERT

CPM y PERT son técnicas que se emplean en investigación cualitativa y actualmente se han expandido hasta utilizarse en estudios con enfoque mixto, se empleará el instrumento Microsoft Excel. Son técnicas relacionadas entre sí, se usan para evaluar la secuencia de un proyecto, planear, controlar y contribuir a la toma de decisiones referentes a proyectos grandes y complicados (González, 2003). Por lo tanto, estas son las técnicas más importantes para el desarrollo de la presente investigación.

11. CRONOGRAMA

Un cronograma detalla las fechas en las que se realizarán distintas actividades. Ha sido necesario utilizar una herramienta para la organización del tiempo del estudiante de maestría en gestión industrial. Debido a lo expuesto anteriormente se especifica el siguiente cronograma.

Figura 1. **Cronograma de ejecución**

Actividad	Abril				Mayo				Junio			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Fase 1: Revisión de literatura.	■	■										
Fase 2: Gestión, recolección de la información y diagnóstico.			■	■								
Fase 3: Análisis de información.					■	■						
Fase 4: Interpretación de información.							■	■	■			
Fase 5: Diseño de propuesta.										■	■	■

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Este trabajo de investigación se ejecutará, con recursos otorgados por el estudiante de maestría en gestión industrial. La investigación es descriptiva, por lo que se tendrán en cuenta los siguientes recursos:

Tabla III. **Recursos necesarios para la investigación**

Recurso	Costo
Depreciación de vehículo	Q 1,000.00
Movilización	Q 1,500.00
Impresión	Q 1,100.00
TOTAL	Q 3,600.00

Fuente: elaboración propia.

Puesto que los recursos asignados para la realización de este estudio son suficientes, se considera que es factible.

13. REFERENCIAS

1. Assaf, L. O., Casado, J. C., Schiller, S., Evans, J. M., Marchese, R. A. (2007). *Una propuesta para la calificación energética de edificios públicos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11, 79-86. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/93091>
2. Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Editorial Shalom.
3. Eppen, G. D. (2000). *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa* Quinta edición. D.F. México: PRENTICE-HALL
4. Gómez, V. (2008). *Tecnología para automatización de edificios* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0706_EA.pdf
5. González, A. (2003). *Manual práctico de investigación de operaciones I*. Barranquilla, Colombia: Ediciones Uninorte.
6. González, O. (2013). *Guía para la planificación y programación de la ruta crítica de un proyecto de urbanización en Guatemala, desde sus inicios hasta sus acabados finales* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3609_C.pdf

7. Guerrero, I. y Molina, M. (2010). *Ingeniería conceptual básica y de detalle para el sistema de automatización de un edificio comercial de gran superficie* (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7046/tesis491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Hillier, F. y Lieberman, G. (2006). *Introducción a la investigación de operaciones* Octava edición. D.F., México: McGRAW-HILL
9. Jacobs, F. y Chase, R. (2014). *Administración de operaciones. producción y cadena de suministros* Decimotercera edición. D. F, México: McGRAW-HILL.
10. Koontz, H. (2012). *Administración: Una perspectiva global y empresarial*. D.F., México: McGraw-Hill.
11. Kvale, S. (2008). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Madrid, España: Ediciones Morata
12. Morán, G. y Alvarado D. (2010). *Métodos de investigación*. Atlacomulco, México: Pearson Educación.
13. Muñoz, C. (2015). *Metodología de la investigación*. D.F., México: Oxford University Press.
14. Orbe, M. (2012). *Diseño de un edificio inteligente* (Tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2575?locale=es>

15. Pahuara, F. (2020). *Diseño e Implementación de Sistema Automatizado en Cuarto de Bombas para el Suministro de Agua Potable en Edificio Torres Paz* (Tesis de Licenciatura). Universidad Tecnológica del Perú, Perú. Recuperado de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3608/Franks%20Pahuara_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Pinzón, J., Corredor, A., Santamaría, F., Hernández, J. y Trujillo, C. (2014). Implementación de indicadores energéticos en centros educativos. *Revista EAN*, 1, 77-78. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-81602014000200010&script=sci_arttext&tlng=es
17. Pittol, F. (2005). *Modelo de gestión de control y seguimiento de proyectos tecnológicos* (Tesis de maestría). Universidad católica Andrés Bello, Venezuela. Recuperado de biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ5968.pdf
18. Project Management Institute. (2013) *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
19. Render, B. y Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones* Novena edición. Atlacomulco, México: Pearson Educación.
20. Rojas, G. y Reyes, S. (2019). *Aplicación del PERT CPM para reducir el tiempo de ciclo del cierre de proyectos en la empresa semi Perú*

montajes S.A.C. (Tesis de licenciatura). Universidad Ricardo Palma, Perú. Recuperado de <https://1library.co/document/yr39djoy-aplicacion-reducir-tiempo-cierre-proyectos>

21. Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones* Novena edición. Atlacomulco, México: Pearson Educación.
22. Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica incluye evaluación y administración de proyectos de investigación*. D. F., México: Editorial Limusa
23. UNIT. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Montevideo, Uruguay: Instituto uruguayo de Normas Técnicas.