

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



**ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA PARA RESPALDAR LA  
TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN EN MAQUINARIA DE TENDIDO DE  
CABLE ELÉCTRICO, EN EMPRESAS QUE PRESTAN SERVICIOS DE  
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS EN  
GUATEMALA**

**INGENIERO FERNANDO WILFREDO VELÁSQUEZ MIJANGOS**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2022**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



**ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA PARA RESPALDAR LA  
TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN EN MAQUINARIA DE TENDIDO DE  
CABLE ELÉCTRICO, EN EMPRESAS QUE PRESTAN SERVICIOS DE  
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS EN  
GUATEMALA**

Informe final de tesis para la obtención del Grado Académico de Maestro en Ciencias, con base en el Instructivo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

**ASESOR: DR. EDGAR LAUREANO JUÁREZ SEPÚLVEDA**

**AUTOR: ING. FERNANDO WILFREDO VELÁSQUEZ MIJANGOS**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2022**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán  
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales  
Vocal I: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez  
Vocal II: Dr. Byron Giovanni Mejía Victorio  
Vocal III: Vacante  
Vocal IV: Br. CC.LL. Silvia María Ovideo Zacarías  
Vocal V: P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS  
SEGÚN EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez  
Secretario: MSc. Tadeo René Castro Peralta  
Vocal: MSc. Armando Melgar Retolaza

**ACTA No. AF-JN-021-2021** **ACTA/EP No. 04119**

De acuerdo al estado de emergencia nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el campus central de la Universidad, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **22 de Mayo de 2021**, a las **16:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero **Fernando Wilfredo Velásquez Mijangos**, carné No. **200212698**, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Ciencias en Administración Financiera. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA PARA RESPALDAR LA TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN EN MAQUINARIA DE TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO EN EMPRESAS QUE PRESTAN SERVICIOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS EN GUATEMALA."**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **72** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 45 días calendario.

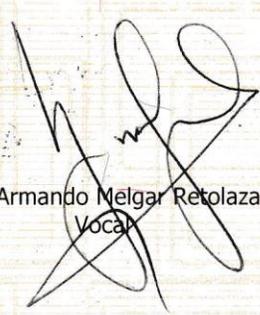
En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los 22 días del mes de Mayo del año dos mil veintiuno.



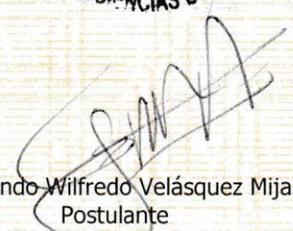
Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez  
Presidente



MSc. Tadeo René Castro Peralta  
Secretario



MSc. Armando Melgar Retolaza  
Vocal



Ing. Fernando Wilfredo Velásquez Mijangos  
Postulante

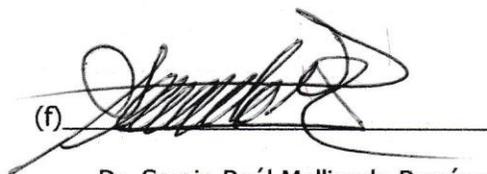


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

## ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Fernando Wilfredo Velásquez Mijangos, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 24 de junio de 2021.

(f) 

Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez  
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE  
CIENCIAS ECONÓMICAS  
Edificio "s-8"  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

J.D-TG. No. 1,032-2021  
Guatemala, 17 de noviembre del 2021

Estudiante  
Fernando Wilfredo Velásquez Mijangos  
Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estudiante:

Para su conocimiento y efectos le transcribo el Punto Quinto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 27-2021, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 10 de noviembre de 2021, que en su parte conducente dice:

**"QUINTO: ASUNTOS ESTUDIANTILES**

5.1 Graduaciones

5.1.1 Elaboración y Examen de Tesis y/o Trabajo Profesional de Graduación

Se tienen a la vista las providencias y oficios de las Escuela de Contaduría Pública y Auditoría y Estudios de Postgrado; en las que se informa que los estudiantes que se indican a continuación, aprobaron el Examen de Tesis y/o Trabajo Profesional de Graduación, por lo que se trasladan las Actas de los Jurados Examinadores y los expedientes académicos.

Junta Directiva acuerda: 1°. Aprobar las Actas de los Jurados Examinadores. 2°. Autorizar la impresión de tesis, Trabajo Profesional de Graduación y la graduación a los estudiantes siguientes:

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
Solicitudes de Impresión 2021, Maestrías en Ciencias, plan normal  
**Maestría en Administración Financiera**

	Nombre	Registro Académico	Título de Tesis
Ref. 68-2021	Fernando Wilfredo Velásquez Mijangos	200212698	ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA PARA RESPALDAR LA TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN EN MAQUINARIA DE TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO EN EMPRESAS QUE PRESTAN SERVICIOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS EN GUATEMALA

3°. Manifiestar a los estudiantes que se les fija un plazo de seis meses para su graduación".

"D Y ENSEÑAD A TODOS"  
LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES  
SECRETARIO



m.ch

## **AGRADECIMIENTOS**

- A DIOS:** Por darme sabiduría, bendiciones y permitirme aumentar conocimientos para desarrollo personal y profesional.
- A LA MEMORIA DE MI PADRE** Arturo Velásquez Hernández, cuya vida, esfuerzo y dedicación ha sido un ejemplo a seguir, que el Creador lo tenga en su Santa Gloria.
- A MI MADRE** María Mijangos Godínez, por su amor, apoyo y comprensión.
- A MI HERMANA** Sonia Criscelda, por su cariño, apoyo y estar siempre a mi lado.
- A MI HERMANO, CUÑADA Y SOBRINA** Edwin Geovani, Cindy Karina y Dulce María, por su estima y porque cada día es un aprendizaje a su lado
- A MI ASESOR:** Dr. Edgar Juárez Sepúlveda, por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A MI FAMILIA Y AMIGOS** Por su apoyo, estima y cada momento compartido.
- A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:** Por la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por la oportunidad de tener un desarrollo profesional.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	i
INTRODUCCIÓN .....	iii
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1 Antecedentes del sector eléctrico en Guatemala .....	1
1.2 Antecedentes de los entes reguladores del sector eléctrico en Guatemala .....	2
1.3 Antecedentes de las principales empresas que se dedican a prestar servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.....	3
1.4 Antecedentes de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas .....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Toma de decisiones.....	7
2.1.1 El proceso de la decisión.....	7
2.1.2 La teoría de la decisión .....	7
2.1.3 La teoría de la decisión y la dificultad de modelar la realidad.....	8
2.2 Estudio financiero.....	8
2.2.1 Viabilidad financiera .....	8
2.2.2 Viabilidad financiera de una inversión.....	9

2.2.3	Estimación de costos .....	10
2.2.4	Inversión inicial.....	10
2.2.5	Beneficios de la inversión.....	10
2.2.6	Flujos de caja .....	11
2.2.7	Costo de capital .....	11
2.3	Criterios de evaluación financiera.....	12
2.3.1	Valor actual neto .....	13
2.3.2	Tasa interna de retorno .....	14
2.3.3	Tasa interna de retorno modificada .....	14
2.3.4	Periodo de recuperación tradicional y descontado.....	15
2.3.5	Razón beneficio costo.....	17
2.4	Análisis de riesgo .....	17
2.4.1	Análisis de inversiones en condiciones de riesgo e incertidumbre ....	18
2.4.2	Simulación de Montecarlo .....	18
2.5	Estadística.....	20
2.5.1	Tipos de estadística.....	20
2.5.2	Probabilidad .....	21
2.5.3	Correlación.....	21
2.5.4	Análisis de regresión.....	22

<b>2.6</b>	<b>Energía Eléctrica.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.1</b>	<b>Red Eléctrica .....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Líneas aéreas .....</b>	<b>24</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Diferencia de potencial.....</b>	<b>24</b>
<b>2.7</b>	<b>Seguridad e higiene Industrial.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Medio de protección colectiva.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Medio de protección individual .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.3</b>	<b>Cinco reglas de oro .....</b>	<b>27</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Definición y delimitación del problema .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Objetivo general.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3</b>	<b>Hipótesis.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Especificación de variables .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4</b>	<b>Diseño de investigación.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Diseño utilizado .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Unidad de análisis .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Periodo histórico .....</b>	<b>33</b>

3.4.4	Ámbito geográfico de la investigación .....	34
3.5	Universo y tamaño de muestra.....	34
3.6	Instrumentos de medición aplicados.....	34
3.7	Técnicas de investigación aplicadas .....	35
3.7.1	Técnicas de investigación documental .....	35
3.7.2	Técnicas de investigación de campo.....	37
3.8	Resumen del procedimiento utilizado en el desarrollo de la investigación.....	39
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41
4.1	Definición de aspectos técnicos .....	41
4.1.1	Método de tendido de cable eléctrico .....	41
4.1.2	Aspectos relacionados a seguridad industrial .....	43
4.1.3	Máquinas de tendido de cable eléctrico .....	46
4.1.4	Funcionalidad de las máquinas en el tendido de cable eléctrico.....	49
4.1.5	Beneficios de la implementación .....	50
4.2	Establecer la situación financiera .....	51
4.2.1	Registros de operación .....	52
4.2.2	Evaluación de costos .....	54
4.2.3	Evaluación de ingresos y capital de trabajo .....	61

4.2.4	Resumen de inversión y parámetros a considerar .....	63
4.2.5	Flujos de caja .....	64
4.3	Evaluación de criterios de decisión para análisis de viabilidad financiera.....	67
4.3.1	Valor actual neto.....	67
4.3.2	Tasa interna de retorno tradicional y modificada .....	68
4.3.3	Periodo de recuperación tradicional y descontado.....	69
4.3.4	Razón beneficio costo.....	70
4.3.5	Análisis de riesgo aplicando el método de simulación de Montecarlo.....	72
4.4	Toma de decisión de la inversión .....	80
	CONCLUSIONES .....	81
	RECOMENDACIONES .....	83
	BIBLIOGRAFÍA .....	84
1.	Libros.....	84
2.	Consultas electrónicas.....	85
	ANEXOS .....	88
	Anexo 1: Guía de entrevista en el trabajo de campo .....	89
	ÍNDICE DE TABLAS.....	90
	ÍNDICE DE FIGURAS .....	92

## RESUMEN

En Guatemala el sector objeto de estudio son empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas y trabajan para instituciones tales como Empresa Eléctrica de Guatemala, Distribuidora de Electricidad de Oriente y Distribuidora de Electricidad de Occidente representadas por ENERGUATE, ingenios, generadores y transportistas de energía eléctrica. Dentro de las principales empresas que prestan el servicio se pueden mencionar Enérgica S.A., Nacional de Instaladores, Grupo Cobra e Instalaciones Electromecánicas de Guatemala, S.A.

El problema de investigación en el sector se refiere a la necesidad de adquisición de maquinaria moderna para el tendido de cable eléctrico debido al aumento en la demanda de infraestructura para líneas de transmisión y distribución por la expansión de la red eléctrica a nivel nacional, para respaldar la toma de decisiones es necesario previamente realizar un estudio y evaluación para determinar la viabilidad financiera de la inversión.

La propuesta de solución consiste en la realización de un estudio y evaluación para determinar la viabilidad financiera en comparación con seguir realizando el tendido de cable eléctrico por el método actual, con base en la determinación de las inversiones iniciales, costos, flujos de efectivo, fuentes de financiamiento, tasas de descuento, rentabilidad, así como la aplicación de criterios de evaluación financiera.

La presente investigación se realizó con base en la utilización del método científico, enfoque de investigación cuantitativo, secuencial y probatorio; consistió en desarrollar una idea de investigación, planteamiento del problema, revisión de literatura y desarrollo de marco teórico, elaboración de hipótesis y definición de variables, definición y selección de la muestra, recolección de datos, análisis de datos y elaboración del reporte de resultados los cuales sirvieron para determinar la viabilidad financiera.

Los resultados más importantes y principales conclusiones de la investigación realizada se presentan a continuación referente a definición de aspectos técnicos, método de tendido de cable eléctrico implementando maquinaria, aspectos de seguridad industrial, instalación y operación de las máquinas adecuadamente lo cual minimiza tiempos de respuesta, mantiene la calidad del servicio, mejora los procesos, mejora imagen ante el cliente y se obtiene tecnificación del personal.

En el análisis de situación financiera se tienen registros de operación de los años 2017, 2018 y 2019 de los resultados tabulados se obtiene una gráfica y se realiza regresión lineal para estimar despachos y proyectar ingresos, se establecieron costos y se tienen registros de sus aumentos en los años indicados, se obtiene una gráfica y regresión lineal que proyecta incremento de costos, se efectuó flujo de caja para los 15 años estimados de vida de la maquinaria según programa de mantenimiento y sirve para aplicar los criterios de decisión financiera.

Los resultados de la evaluación de criterios de decisión son: el valor actual neto indica que además de obtener la tasa esperada de 15% se obtienen Q214,677.25 adicionales, tasa interna de retorno de 17.45%, la tasa interna de retorno modificada de 16.09% siendo ambas superior a la tasa esperada, el periodo de recuperación tradicional es de 6.77 años y el periodo de recuperación descontado es de 12.19 años, siendo ambos menor a los 15 años de vida estimados, la relación beneficio costo de 1.23 indica que los ingresos son mayores a los egresos, con base a estos criterios se acepta la decisión de inversión.

El análisis de riesgo aplicando el método de simulación de Montecarlo indica que se tiene una probabilidad de 53.26% de obtener los ingresos mayores a los proyectados, una probabilidad de 54.50% de obtener costos menores a los proyectados, una probabilidad de 52.36% de obtener el valor actual neto mayor al estimado y una probabilidad de 55.60% de obtener tasa interna de retorno mayor a la tasa esperada de la inversión, con base al riesgo se tiene probabilidades favorables de éxito y se respalda la decisión la inversión.

## INTRODUCCIÓN

El sector objeto de estudio en la presente investigación son empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala y que trabajan para instituciones tales como Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), Distribuidora de Electricidad de Oriente y Distribuidora de Electricidad de Occidente representadas por ENERGUATE, ingenios, generadores y transportistas de energía eléctrica. Dentro de las principales empresas que prestan el servicio se pueden mencionar Enérgica S.A., Nacional de Instaladores (GAUSS), Grupo Cobra e Instalaciones Electromecánicas de Guatemala, S.A. (IEGSA), las cuales participan en un mercado muy competitivo y factores importantes para su desarrollo son la seguridad industrial, responsabilidad social y medio ambiente.

El problema de investigación de interés general que ha enfrentado el sector se refiere a la necesidad adquisición de maquinaria moderna para el tendido de cable eléctrico debido al aumento en la demanda de infraestructura para líneas de transmisión y distribución por la expansión de la red eléctrica a nivel nacional, para respaldar la toma de decisiones es necesario que previamente se realice un estudio y evaluación para determinar la viabilidad financiera de la inversión.

La propuesta de solución que se ha planteado, consiste en la realización de un estudio y evaluación para determinar la viabilidad financiera en comparación con seguir realizando el tendido de cable eléctrico por el método actual, con base en la determinación de la inversión inicial, costos de operación, costos relacionados con seguridad industrial, ingresos, financiamiento, tasa esperada de la inversión y flujos de caja, así como la aplicación de criterios de evaluación financiera: valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa interna de retorno modificada, periodo de recuperación tradicional y descontado, razón de beneficio costo y análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo.

La justificación de la presente investigación se demuestra por la importancia que tienen las redes eléctricas para dotar del servicio de energía eléctrica hacia los sectores industriales, comerciales, residenciales y la importancia de las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas; además, existe la necesidad técnica para determinar que la implementación de la maquinaria de tendido facilita y crea procesos eficientes. La necesidad financiera es para determinar costos de operación, proyectar ingresos y evaluar criterios de decisión para determinar la viabilidad financiera.

El objetivo general de la investigación relacionado con el problema principal, se plantea: aplicar un estudio y evaluación definiendo aspectos técnicos y realizando análisis financiero con la aplicación de criterios de decisión, para determinar la viabilidad financiera de la inversión para la adquisición de maquinaria en el tendido de cable eléctrico, en las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

Los objetivos específicos que sirvieron de guía para la investigación fueron: definir los aspectos técnicos con base en la adquisición de maquinaria y su funcionamiento en la realización del tendido de cable eléctrico para apoyar el estudio de inversiones y proyección de costos de operación; establecer la situación financiera con base en la información obtenida en la investigación de campo para determinar las inversiones iniciales, costos de operación, costos relacionados con seguridad industrial, ingresos, financiamiento, tasa esperada de la inversión y flujos de caja; evaluar los resultados financieros aplicando criterios de decisión para el análisis de viabilidad financiera de la inversión.

La hipótesis formulada expone la propuesta de solución al problema: el estudio y evaluación de la adquisición de maquinaria para la realización de operaciones de tendido de cable eléctrico en las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala permite determinar la viabilidad financiera de la inversión.

Aplicando los criterios de decisión financiera: valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa interna de retorno modificada, periodo de recuperación tradicional y descontado, razón beneficio costo, análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo y análisis de costos relacionados con seguridad industrial.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: el capítulo uno, antecedentes, expone los antecedentes del sector eléctrico, los entes reguladores y las principales empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas; el capítulo dos, marco teórico, contiene la exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación y la propuesta de solución al problema; el capítulo tres, metodología, contiene la explicación en detalle del proceso realizado para resolver el problema de investigación.

El capítulo cuatro, discusión de resultados, contiene la definición de aspectos técnicos tales como: método de tendido de cable eléctrico, aspectos relacionados a seguridad industrial, funcionalidad de las máquinas y beneficios de la implementación; establecer la situación financiera contiene: registros de operación, estimación de costos, estimación de ingresos, resumen de inversión y proyecciones, flujos de caja; la evaluación de criterios de decisión contiene: valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa interna de retorno modificada, periodo de recuperación tradicional y descontado, razón beneficio costo y análisis de riesgo aplicando el método de simulación de Montecarlo.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos de la investigación realizada, índice de tabla e índice de figuras.

## **1. ANTECEDENTES**

Los antecedentes establecen el origen del trabajo realizado, presentan el marco referencial teórico y empírico de la investigación relacionada con administración y evaluación financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en maquinaria de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

### **1.1 Antecedentes del sector eléctrico en Guatemala**

El sector eléctrico en Guatemala proviene del año 1870 donde se construyen las primeras plantas de generación y empresas de distribución, siendo todo privado y en su mayoría plantas hidráulicas, las tarifas son fijadas de forma privada, en 1894 se crea la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en 1927 se crea la primera empresa eléctrica estatal luego denominada “Santa María”, así como en 1956 se instaló una planta termoeléctrica en Amatitlán “La Laguna”. (CNEE, 2002).

En 1940 se crea el departamento de Electrificación Nacional del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, en 1959 se crea el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) adquiriendo plantas municipales y privadas, después se crea el sistema interconectado INDE-EEGSA, el INDE regula y compete en el mercado ejerciendo monopolio de generación y distribución. (CNEE, 2002).

En 1973 se inicia la estatización de la EEGSA, entre 1980 y 1990 generación, transmisión y distribución en manos del Estado, se invierte en estructura hidroeléctrica, las tarifas son subsidiadas, en 1980 condiciones macroeconómicas adversas en el sector por devaluación del Quetzal. Entre 1991 y 1993 se reconoce que el modelo estatal no es adecuado para el desarrollo del sector eléctrico, inicio de eliminación de subsidios y distorsiones tarifarias, entre 1993 y 1997 se mantiene una política de crecimiento privado de la oferta de energía eléctrica y la demanda sigue en crecimiento. (CNEE, 2002).

Entre 1993 y 1997 se prepara el marco regulatorio consensuado del sector, se confirman ajustes tarifarios, se desregula y desmonopoliza el sector, entra en vigencia la Ley General de Electricidad, se incrementa la participación privada, se crea la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). (CNEE, 2002).

En 1997 inicia la participación privada a la comercialización y distribución, entra en operación la CNEE y en 1998 entra en operación el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), como beneficio el mercado muestra resultados de eficiencia económica, la institucionalidad se consolida, se aplica la legislación del nuevo marco legal, con lo cual una misma institución no puede fungir como generador, transmisor, distribuidor o comercializador de energía eléctrica. (CNEE, 2002).

## **1.2 Antecedentes de los entes reguladores del sector eléctrico en Guatemala**

El Ministerio de Energía y Minas (MEM), su misión es ser la institución rectora del régimen normativo aplicable al fomento, producción, distribución y comercialización de la energía, hidrocarburos y la explotación de recursos mineros. Entre sus objetivos están la satisfacción de los requerimientos energéticos y mineros, promover la diversificación de la oferta energética. Entre sus funciones esta estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía, ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica. Dentro del MEM está la Dirección General de Energía, que es la dependencia que tiene bajo su responsabilidad el estudio, fomento, control, supervisión, vigilancia y fiscalización del uso técnico de la energía de conformidad con la ley de creación del MEM y la Ley General de Electricidad. (MEM, 2019).

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), tiene como misión velar por el cumplimiento de la Ley General de Electricidad y su reglamento, regulando a favor de la eficiencia, estabilidad y sostenibilidad del subsector eléctrico. Su objetivo es ser el regulador del subsector eléctrico de Guatemala. (CNEE, 2019).

Dentro de las funciones de CNEE esta cumplir y hacer cumplir la ley y su reglamento, velar por los derechos de los usuarios, prevenir prácticas abusivas de los adjudicatarios y concesionarios, definir las tarifas de transmisión y distribución, actuar como árbitro en controversias y emitir normas técnicas. (CNEE, 2019).

El Administrador del Mercado Mayorista (AMM), su misión es operar el sistema nacional interconectado y mercado mayorista manteniendo la continuidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica; velar por la garantía del cubrimiento de la demanda. Entre sus objetivos están la operación del sistema nacional interconectado y administrar el mercado mayorista con objetividad y máxima transparencia. Entre sus funciones están coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones y líneas de transporte, establecer precios de mercado de corto plazo para transferencias de potencia y energía entre generadores, comercializadores, distribuidores, importadores y exportadores; garantizar la seguridad y abastecimiento de la energía eléctrica. (AMM, 2019).

Estos son los principales entes a nivel nacional que regulan e interactúan con el sector eléctrico, mercado, regulación, normativa y todo lo relacionado para que las actividades involucradas se desarrollen dentro del orden establecido.

### **1.3 Antecedentes de las principales empresas que se dedican a prestar servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala**

A continuación, se presenta una descripción de las principales empresas de servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

#### **Enérgica**

Fue constituida en 1999 es una entidad privada con competencia y jurisdicción en el territorio nacional creada para brindar soluciones inmediatas a necesidades de diseño, montaje, construcción y mantenimiento de redes y conducciones.

Enérgica presta los servicios de construcción de líneas eléctricas desde 13.8 kilovoltios (kV) hasta 230 (kV), montaje de subestaciones eléctricas, diseño, construcción de redes aéreas y subterráneas, mantenimiento de líneas y subestaciones, arrendamiento de grúas y equipo especializado para tendido de líneas. (EEGSA, 2019).

### **Nacional de Instaladores (GAUSS)**

Es una empresa creada en 2005 dedicada a la ingeniería y desarrollo de redes y sistemas de telecomunicaciones y energía con sólida experiencia y conocimientos técnicos que le permiten proveer a sus clientes soluciones integrales de alto nivel, la división eléctrica tiene a su cargo variantes y diseño de líneas en media y baja tensión, cortes y reposición de servicio de suministro de energía eléctrica, construcción de extensiones de líneas de distribución de energía eléctrica, mantenimiento de arbolado en línea aérea, instalación de nuevas conexiones y colocación de equipo de medida, atención de averías en instalaciones de energía eléctrica y otros. (GAUSS, 2019).

### **Grupo COBRA**

Desde su creación en 1944 ha evolucionado con capacidad y determinación para desarrollar, crear y operar infraestructuras industriales que requieran un alto nivel de servicio sobre la base de la excelencia en integración, innovación tecnológica y solidez financiera con presencia en 60 países y ofrece una amplia gama de servicios a través de 600 delegaciones aportando valor a todo tipo de clientes desde particulares a grandes corporaciones, desarrolla actividades de construcción, instalación y mantenimiento de redes eléctricas de alta tensión, sistemas de telecomunicaciones, entre otros. (COBRA, 2019).

## **IEGSA**

La empresa Instalaciones Electromecánicas de Guatemala, Sociedad Anónima (IEGSA) fue fundada en 1973 con el objetivo de construir líneas de distribución para la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) y después de unos años amplió sus servicios a líneas de alta tensión, subestaciones y montajes electromecánicos e industriales expandiéndose a Centroamérica. Tiene experiencia prestando servicios a los sectores públicos y privados y fue a partir del año 2001 que se ha especializado en trabajos de líneas eléctricas energizadas desde 13.8 kV hasta 230 kV, así como mantenimientos de subestaciones, construcción de puentes, obras civiles, movimientos de terracería. (Observador, 2017).

### **1.4 Antecedentes de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas**

El informe de labores de la CNEE menciona los niveles de voltaje utilizados para transmisión y distribución en Guatemala siendo de 13.8 kilovoltios (kV), 34.4 kV, 69 kV, 138 kV y 230 kV lo cual dependerá de las distancias a las cuales haya que realizar el transporte de energía eléctrica, además, dependiendo del diseño se utilizan postes de concreto o metal de diferentes alturas y clases. (CNEE, 2002).

El cable conductor puede ser con aislamiento, trenzado o sin aislamiento, es un material usualmente en la forma de alambre, cable o barra capaz de conducir una corriente eléctrica. El conductor de línea abierta es un tipo de construcción de línea de suministro de energía eléctrica o de comunicación en el cual el conductor va desnudo, cubierto o aislado y sin pantalla aterrizada soportado a los aisladores y estructura, puede ser de diferente diámetros y aleaciones de materiales. (CNEE, 1999).

Regularmente en las líneas de transmisión y distribución para fines de construcción y mantenimiento se toman en cuenta aspectos de seguridad industrial por el nivel de voltaje y el riesgo que ello representa, de acuerdo con la necesidad se trabajan sin tensión o desenergizadas y con tensión o energizadas.

Hay ciertos procedimientos como “las 5 reglas de oro” que son desconectar con corte visible, bloquear y señalizar, comprobar ausencia de voltaje, puesta a tierra y delimitar zona de trabajo, además, permisos de trabajo, elementos de protección personal, distancias mínimas de seguridad y se comunica el trabajo a realizar a los involucrados para que todo el personal este enterado. (Dispac, 2015).

En la construcción y mantenimiento de redes eléctricas en específico para instalación o cambio de cables conductores se siguen ciertos procedimientos entre los que están planificación, reunir a todo el grupo de trabajo, seleccionar y verificar que todo el equipo a utilizar este en buen estado, delimitar el área de trabajo, colocar elementos de protección, crear una zona segura de trabajo, seguir normas de seguridad para trabajos en altura y trabajos con o sin energía, además, instalación de poleas, ubicación de máquinas de tendido de cable, preparar el carrete de cable, retiro o instalación de cable, amarrar el nuevo cable al soporte en la estructura, verificación de los trabajos realizados y retiro de la zona de trabajo. (Dispac, 2015).

El tendido de cable eléctrico dependiendo de la distancia a realizar y calibre de conductor utilizado; se ha realizado con el equipo instalado en los camiones linieros, poleas y tensiómetros, al implementar máquinas de tendido de cable se pueden tender distancias más largas y mayores calibres de conductor donde las maquinas van controlando la velocidad a la cual se realiza el trabajo y la tensión a la cual según diseño deberá quedar.

En el presente capítulo se presentaron los antecedentes relevantes, no limitativos, del sector eléctrico en Guatemala y como fue desarrollado desde sus inicios, cambios en estructura y legislación; entes reguladores tales como MEM, CNEE, AMM, además; se hizo mención de las principales empresas que prestan servicio de construcción y mantenimiento de redes eléctricas y que sirvieron de soporte para la investigación presentada, este sector es característico por su especialización y espera fortalecerse para un desarrollo sostenible.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico contiene la exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación relacionada con la administración financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en máquinas de tendido de cable eléctrico en empresas que se dedican a prestar servicios construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

### **2.1 Toma de decisiones**

En la vida de las organizaciones o del individuo siempre se presentan situaciones por resolver, las formas de solucionarlas son variadas y por lo general los recursos disponibles son escasos. (Vélez, 2003).

#### **2.1.1 El proceso de la decisión**

Cuando se identifica un problema o se debe tomar una decisión en la realidad se hace una abstracción o un modelo y se eliminan algunos aspectos poco importantes para hacer el análisis y encontrar una solución con mayor facilidad. Al resolver un problema básicamente se está tomando una decisión que no se puede identificar como una instancia única, es un proceso que consta de cuatro fases i) identificación y definición del problema, ii) búsqueda de alternativas, iii) evaluación de alternativas y iv) ejecución y control. (Vélez, 2003).

#### **2.1.2 La teoría de la decisión**

La división entre decisiones bajo certidumbre y bajo riesgo o incertidumbre es artificial, el propósito de presentar primero la toma de decisiones bajo certeza es introducir algunas ideas básicas sobre criterios de decisión basados todos en la maximización de algún beneficio sin pretender que el mundo es determinístico, aunque para propósitos didácticos se suponga lo contrario. (Vélez, 2003).

### **2.1.3 La teoría de la decisión y la dificultad de modelar la realidad**

Un problema real tiene muchas variables, restricciones, actores o afectados y los comportamientos de esas variables, actores y restricciones son impredecibles; muchas veces imposibles de modelar o medir y que no implica necesariamente cuantificar, por lo tanto, pretender concentrar en una sola cifra toda la complejidad de los elementos que componen la realidad es algo menos que ingenuo. (Vélez, 2003).

La teoría de la decisión, precisamente la teoría de la decisión racional, cuando analiza los problemas bajo un entorno no determinístico apenas pretende explicar o describir lo que hacen los seres humanos y a veces los animales para intentar lanzar teorías de carácter general. ¿Qué razones explícitas o implícitas tienen los que deciden para tomar las decisiones que toman, cuál es la secuencia lógica o ilógica que siguen para escoger una alternativa? Esta teoría no es normativa es descriptiva y como tal no define cursos de acción a tomar; a diferencia de métodos normativos como el valor actual neto (VAN) que indican la acción a seguir (si el VAN es mayor que cero acepte la alternativa). (Vélez, 2003).

## **2.2 Estudio financiero**

Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron otras etapas, elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación de la inversión y estudiar los antecedentes para determinar su rentabilidad. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### **2.2.1 Viabilidad financiera**

La viabilidad financiera busca definir mediante la comparación de los beneficios y costos estimados si es rentable la inversión que demanda su implementación. (Sapag Chain, 2011).

El concepto viabilidad financiera es utilizado en la disciplina de inversiones para expresar contenidos diversos, en los textos de autores con origen de enseñanza en la ingeniería o en la “ingeniería económica” se entiende la viabilidad como capacidad de una inversión de lograr un buen desempeño financiero, es decir una tasa de rendimiento aceptable. (Santiago, 2009).

El estudio de viabilidad pretende contestar la interrogante si es o no conveniente realizar una determinada inversión, esta recomendación sólo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión. Con este objetivo el estudio de viabilidad debe simular con el máximo de precisión lo que sucedería con la inversión si esta fuese implementada, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se logrará, de esta manera se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y por tanto pueden evaluarse. (Sapag C. & Sapag C., 2008).

### **2.2.2 Viabilidad financiera de una inversión**

Para recomendar la aprobación de una inversión es preciso estudiar un mínimo de tres viabilidades que condicionarán el éxito o el fracaso de una inversión: la viabilidad técnica, la legal y la financiera. Otras dos viabilidades no incluidas generalmente son la de gestión y la política, por otra parte, una viabilidad cada vez más exigida es la que mide el impacto ambiental. (Sapag Chain, 2011).

La viabilidad financiera de una inversión informa sobre la disponibilidad de recursos monetarios en los momentos en que la ejecución o la operación los necesita, para actores públicos o privados debe considerarse la magnitud de los fondos requeridos por la inversión en relación con las magnitudes habitualmente gestionadas por los entes respectivos, la profundidad de los análisis está relacionada con la complejidad y magnitud de las inversiones. Corresponde según el caso explorar las previsiones financieras realizadas, las formas habituales de gestión y disposición de los fondos, entre otros. (Santiago, 2009).

### **2.2.3 Estimación de costos**

El objetivo es exponer los elementos fundamentales de costos y sus aplicaciones al campo de estudio de inversión; aunque diversos términos, conceptos y clasificaciones se han desarrollado e incorporado a la contabilización de costos tradicionales a fin de que proporcionen información válida y oportuna para la toma de decisiones, los costos no contables siguen siendo los más utilizados. Mientras que los costos contables son útiles en ciertos campos de la administración financiera de una empresa o para satisfacer los requerimientos legales y tributarios, los costos no contables buscan medir el efecto neto de cada decisión en el resultado. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### **2.2.4 Inversión inicial**

El objetivo es analizar cómo debe ordenarse la información que provee investigación para definir la cuantía de las inversiones, con el fin de ser incorporada como un antecedente más en la proyección del flujo de caja que posibilite su posterior evaluación. Si bien la mayor parte de las inversiones debe realizarse antes de la puesta en marcha, pueden existir inversiones durante la operación para reemplazar activos desgastados o incrementar la capacidad productiva ante aumentos proyectados en la demanda. Asimismo, el capital de trabajo inicial requerido para una operación normal y eficiente puede verse aumentado o disminuido durante la operación. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### **2.2.5 Beneficios de la inversión**

En esta parte se analizan los beneficios que pueden asociarse a una inversión, generalmente estos son más significativos de lo que considera el común de los evaluadores en el proceso de preparación de los flujos de caja, no tanto por ignorancia sino por estimar que algunos solo influyen muy marginalmente en los resultados, lo que muchas veces no ocurre. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

Sin embargo, el estudio debe ser capaz de exhibir la mayor coherencia posible en los datos que explicarían el comportamiento futuro de los distintos componentes del flujo de caja. Una manera de hacerlo es identificando la totalidad de los beneficios de la inversión independientemente de su relevancia para el resultado final. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### **2.2.6 Flujos de caja**

La información básica para realizar la proyección del flujo de caja la proporciona el análisis realizado, al proyectar el flujo de caja será necesario incorporar información adicional relacionada con los efectos tributarios de la depreciación con la amortización del activo nominal, con el valor residual, con las utilidades y pérdidas, principalmente. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

El problema más común en la construcción de un flujo de caja es que existen diferentes fines: medir la rentabilidad de la inversión, medir la rentabilidad de los recursos propios y medir la capacidad de pago frente a los préstamos que ayudaron a su financiación o bien frente a la misma inversión realizada. También se producen diferencias cuando la inversión es financiada con deuda, leasing o mediante alguna otra fuente de financiamiento. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### **2.2.7 Costo de capital**

El costo de capital representa la tasa de retorno exigida a la inversión realizada para compensar el costo de oportunidad de los recursos asignados y el riesgo que deberá asumir, con ella se descontarán los flujos futuros proyectados para calcular el valor actual neto. Esto requiere determinar una tasa que pueda ser considerada como el equivalente de una tasa libre de riesgo y que sea representativa de la mejor opción a la que podría acceder el inversionista. Se tiene las opciones de financiamiento en su totalidad con capital propio y financiamiento con deuda y capital propio o varias fuentes de financiamiento. (Sapag Chain, 2011).

Para determinar la tasa de descuento con varias fuentes de financiamiento, se calcula el costo promedio ponderado del capital (CPPC) y sin ajustes de impuestos lo cuales quedan incorporados en el flujo de caja, se calcula por:

$$CPPC_t^{AT} = Ku_t = Ke_t \frac{E_{t-1}}{(E_{t-1} + D_{t-1})} + Kd \frac{D_{t-1}}{(E_{t-1} + D_{t-1})}$$

Donde CPPC es el costo promedio ponderado de capital antes de impuestos para el periodo t;  $Ku_t$  el costo promedio ponderado del capital para el periodo t;  $Ke_t$  el costo de capital patrimonial en el periodo t;  $E/(E+D)$  el porcentaje del patrimonio sobre el total de activos para el periodo (t-1);  $Kd$  el costo de capital de deuda u otra fuente de financiamiento; y  $D/(E+D)$  el porcentaje de deuda u otra fuente de financiamiento sobre el total de los activos para el periodo (t-1). (Sapag Chain, 2011).

### 2.3 Criterios de evaluación financiera

El objetivo es analizar las principales técnicas de medición de la rentabilidad de una inversión individual, en el estudio de las inversiones las matemáticas financieras son útiles puesto que su análisis se basa en la consideración de que el dinero solo por transcurrir el tiempo debe ser remunerado con una rentabilidad que el inversionista exigirá por no usarlo hoy y aplazar su consumo a un futuro conocido. En la evaluación de una inversión las matemáticas financieras consideran la inversión como el menor consumo presente y la cuantía de los flujos de caja en el tiempo como la recuperación que debe incluir una recompensa. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### 2.3.1 Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) plantea que la inversión debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual, el VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría una inversión para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

La tasa utilizada representa el nivel de riqueza compensatorio exigido por el inversionista por lo que el resultado del VAN entrega el cambio en el nivel de riqueza por sobre lo exigido en compensación de riesgo, pues mientras mayor sea el riesgo mayor será la rentabilidad exigida. El cálculo del VAN variará en función de la tasa de costo de capital utilizada para el descuento de los flujos, es decir el valor que se estime que generará una inversión cambiará si cambia la tasa de rendimiento mínimo exigido por la empresa, la formulación matemática de este criterio es de la siguiente manera: (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde BN<sub>t</sub> representa el beneficio neto del flujo en el periodo t, obviamente BN<sub>t</sub> puede tomar un valor positivo o negativo, lo es la inversión inicial en el momento cero de la evaluación, la tasa de descuento se representa mediante i. Al aplicar este criterio el VAN puede tener un resultado igual a cero indicando que produce justamente la renta que el inversionista exige a la inversión, cuando ello ocurre existe una compensación perfecta en el sentido de que la inversión no solo es capaz de financiar los costos de operación sino que además recupera lo invertido y genera como renta la tasa exigida. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### 2.3.2 Tasa interna de retorno

El criterio de la tasa interna de retorno evalúa la inversión en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual, la tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Donde  $r$  es la tasa interna de retorno, comparando esta ecuación con la del VAN puede apreciarse que este criterio es equivalente a hacer el VAN igual a cero y determinar la tasa que le permite al flujo actualizado ser cero. La tasa así calculada se compara con el costo de capital utilizado por la empresa o inversionista para el descuento de los flujos proyectados, si la TIR es igual o mayor que esta la inversión debe aceptarse; si es menor debe rechazarse. La consideración de aceptación de una inversión cuya TIR es igual a la tasa de descuento se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de una inversión cuyo VAN es cero. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

### 2.3.3 Tasa interna de retorno modificada

A pesar de la fuerte preferencia académica por el VAN hay estudios que indican que muchos ejecutivos prefieren la TIR, al parecer los gerentes encuentran en forma intuitiva que es más atractivo analizar inversiones en términos de tasas de rendimiento que en dinero de VAN. El método de la TIR supone que los flujos de efectivo se reinvierten con una tasa de rendimiento igual que la TIR lo cual en general se considera que no es realista. Se puede modificar la TIR y hacer que sea un mejor indicador de la rentabilidad relativa y mejor para usarla en la presupuestación de capital. (Besley & Brigham, 2009).

La nueva medida recibe el nombre de TIR modificada o TIRM y se define de la siguiente manera:

$$\sum_{t=0}^n \frac{FEE_t}{(1-r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n FIE_t (1+r)^{n-t}}{(1+TIRM)^{n-t}}$$

Donde FEE se refiere a los flujos de egreso o salida de efectivo y FIE se refiere a los flujos de ingreso o entrada de efectivo asociados a una inversión. El término de la izquierda de la segunda línea es el valor actual de los gastos de inversión (salida de efectivo) cuando se descuentan a una tasa de rendimiento requerida de la inversión  $r$ , y el numerador del término de la derecha es el valor futuro de los flujos de ingreso, suponiendo que los flujos de ingreso de efectivo se reinvierten a la tasa de rendimiento requerida de una inversión, el valor futuro de los flujos de ingreso de efectivo también se conoce como valor terminal (VT), la tasa de descuento que fuerza el valor actual del VT para que sea igual que el valor actual de los costos se define como la TIRM. (Besley & Brigham, 2009).

#### **2.3.4 Periodo de recuperación tradicional y descontado**

A muchos gerentes les gusta saber cuánto tiempo llevará recuperar la inversión inicial, por ello muchas empresas calculan el periodo de recuperación tradicional de la inversión, definido como el número de años esperado que se requiere para recuperar la inversión original. Es el método formal más simple y hasta donde se sabe el más antiguo para evaluar las inversiones de presupuestación de capital. Para calcular el periodo de recuperación de una inversión sólo se suman los flujos de efectivo esperados para cada año hasta que el valor acumulativo equivalga a la cantidad que se invirtió de manera inicial, el tiempo total incluyendo la fracción de año que toma recuperar la cantidad original invertida es el periodo de recuperación, es posible determinar el periodo de recuperación exacto mediante la siguiente formula: (Besley & Brigham, 2009).

$$\text{Periodo de recuperación (PR)} = \text{Número de años antes de la recuperación total de la inversión inicial} + \frac{\text{Cantidad de la inversión inicial no recuperada al principio del año de recuperación}}{\text{Flujo de efectivo total generado durante el año de recuperación}}$$

El uso de periodo de recuperación para tomar decisiones de inversión se basa en el concepto de que es mejor recuperar la inversión más pronto que más tarde, como regla general se considera que una inversión es aceptable si su periodo de recuperación es menor que el tiempo de recuperación máximo o apropiado que la empresa establece. (Besley & Brigham, 2009).

Para corregir el hecho de que el método de recuperación tradicional no considera el valor del dinero en el tiempo se puede calcular el periodo de recuperación descontado (PRD) para una inversión y determinar el tiempo que tomará al flujo de efectivo descontado recuperar el costo de la inversión. Si se utiliza el concepto de periodo de recuperación tradicional es posible calcular con facilidad cuánto tiempo tomaría recuperar la inversión inicial utilizando los flujos de efectivo descontados que se dan en la línea de tiempo del flujo de efectivo y sumarlos, a diferencia del cálculo de la recuperación tradicional el cálculo de periodo de recuperación descontado considera el valor del dinero en el tiempo, mediante el periodo de recuperación descontado una inversión se debe aceptar cuando su periodo descontado es menor que su vida esperada. (Besley & Brigham, 2009).

### 2.3.5 Razón beneficio costo

Otro criterio tradicionalmente utilizado en la evaluación de inversiones es la razón beneficio costo (RBC), cuando se aplica teniendo en cuenta los flujos no descontados de caja conlleva los mismos problemas ya indicados respecto al valor del dinero en el tiempo, estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados para ello simplemente se aplica la siguiente expresión:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

Donde Y son los ingresos, E son los egresos incluida la inversión I<sub>0</sub>, esta interpretación más lógica respecto de los beneficios (ingresos) y costos (egresos con I<sub>0</sub> incluida), cuando el VAN es cero la RBC es igual a uno y si el VAN es superior a cero la RBC será mayor que uno. Las deficiencias de este método respecto al VAN son que esta entrega un índice de relación en lugar de un valor concreto. (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

## 2.4 Análisis de riesgo

Los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación no miden con exactitud la rentabilidad de la inversión sino solo la de uno de los tantos escenarios futuros posibles, los cambios que casi con certeza se producirán en el comportamiento de las variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga la inversión implementada, por ello la decisión sobre la aceptación o el rechazo de una inversión debe basarse más que en el VAN positivo o negativo, en comprender el origen de la rentabilidad de la inversión y del impacto de la no ocurrencia de algún parámetro considerado en el cálculo del resultado. (Sapag Chain, 2011).

### **2.4.1 Análisis de inversiones en condiciones de riesgo e incertidumbre**

En evaluación de inversiones los conceptos de riesgo e incertidumbre se diferencian en que mientras el primero considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, el segundo enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad, en otras palabras, existe riesgo cuando los posibles escenarios y sus resultados se conocen y cuando hay antecedentes para estimar su distribución de frecuencia. (Sapag Chain, 2011).

Para el análisis de riesgo e incertidumbre se utiliza análisis de escenarios, análisis de puntos críticos y simulación que pueden a su vez clasificarse de dos formas: simulación determinista o simulación aleatoria, en referencia a la simulación determinista se denominan deterministas los procesos que ante un mismo cambio en el valor de las variables dan el mismo resultado, los modelos de análisis de escenarios y de cálculo de puntos críticos caen bajo esta categoría. Una simulación aleatoria es aquella donde no se puede predecir el resultado ya que depende de la distribución de probabilidades de cada variable y del valor probabilístico que asuma en cada análisis, es el caso del modelo de simulación de Montecarlo. (Sapag Chain, 2011).

### **2.4.2 Simulación de Montecarlo**

El modelo de simulación de Montecarlo genera numerosos resultados que puede tomar el VAN de la inversión si a cada factor que condiciona el flujo de caja se le asigna aleatoriamente un valor probable de ocurrencia. Al aplicar repetidas veces la selección de valores aleatorios para cada uno de los factores dentro de su propia distribución de probabilidad se logra obtener un número suficiente de resultados como para pronosticar la forma de la distribución del comportamiento probabilístico del VAN. (Sapag Chain, 2011).

La definición de la distribución de probabilidades asignada a la ocurrencia de cada uno de los factores se denomina supuesto de entrada, cuando se selecciona un valor para cada factor se obtiene una proyección para el VAN (o la variable que se desee simular), la que se denomina supuesto de salida o pronóstico. Al realizar muchas pruebas probabilísticamente posibles se puede observar la probabilidad con que se repite un VAN o la probabilidad de que su resultado sea negativo o positivo. Los supuestos de entrada no se aplican a aquellos factores que dependen del comportamiento de otros. (Sapag Chain, 2011).

La simulación de Montecarlo se puede realizar fácilmente recurriendo a uno de los tantos programas disponibles en el mercado los cuales pueden llevar a cabo miles de pruebas en pocos segundos, la simulación permite experimentar para observar los resultados que va mostrando el VAN especialmente cuando existen dudas del comportamiento de más de una variable a la vez; aunque no es un instrumento que busca su optimización sí cuenta con una herramienta de optimización y simulación simultánea que permite obtener resultados más precisos bajo un conjunto de restricciones. (Sapag Chain, 2011).

Para aplicar la simulación de Montecarlo se debe seguir un procedimiento que consta de las siguientes etapas:

1. Construir el flujo de caja referenciando las celdas a aquellas sobre las cuales se aplicará la simulación, cualquier software de simulación requiere que todos los valores del flujo que dependan del valor que asume aleatoriamente cada factor que servirá para hacer la prueba se modifiquen automáticamente en función del valor obtenido, por ejemplo si la prueba define un nuevo valor para las unidades a vender en forma automática deberán modificarse los ingresos proyectados para cada periodo, los costos o los impuestos, entre otros y obviamente el VAN. (Sapag Chain, 2011).

2. Definir el modelo para cada supuesto de entrada, elegir la distribución de probabilidades que mejor represente el comportamiento probabilístico de las variables elegidas. (Sapag Chain, 2011).
3. Definir el pronóstico de salida, el VAN u otro resultado que se quiera observar y el número de pruebas o alternativamente el nivel de confianza deseado. (Sapag Chain, 2011).
4. Ejecutar la simulación. (Sapag Chain, 2011).
5. Analizar la información gráfica y numérica resultante. (Sapag Chain, 2011).

## **2.5 Estadística**

La estadística se refiere a información numérica y a menudo se presenta en forma gráfica la cual es útil porque capta la atención del lector e incluye gran cantidad de información. Es la ciencia que recoge, organiza, presenta, analiza e interpreta datos con el fin de propiciar la toma de decisiones más eficaz. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

### **2.5.1 Tipos de estadística**

Por lo general el estudio de la estadística se divide en dos categorías: la estadística descriptiva que es el método para organizar, resumir y presentar datos de manera informativa; una masa de datos desorganizados resulta de poca utilidad y las técnicas de la estadística descriptiva permiten organizar esta clase de datos para darles significado. El segundo tipo es la estadística inferencial también denominada inferencia estadística cuyo principal interés tiene que ver con encontrar algo relacionado con la población a partir de una muestra de dicha población, siendo métodos empleados para determinar una propiedad de una población con base en la información de una muestra. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

La población es el conjunto de individuos u objetos de interés o medidas obtenidas a partir de todos los individuos u objetos de interés y a muestra es la porción de la población de interés. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

### **2.5.2 Probabilidad**

Probabilidad es un valor entre cero y uno inclusive que describe la posibilidad relativa, oportunidad o casualidad, de que ocurra un evento, es común que una probabilidad sea expresada en forma decimal como 0.70, 0.27 o 0.5, también se da en forma de fracción como  $7/10$ ,  $27/100$  o  $1/2$ , cuando más próxima se encuentre una probabilidad a 0 más improbable es que el evento suceda, cuando más próxima se encuentre la probabilidad a 1 más seguro es que suceda. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

En el estudio el estudio de la probabilidad se utilizan tres palabras clave, experimento que es el proceso que induce a que ocurra una y sólo una de varias posibles observaciones; resultado que es particular de un experimento; y evento que es conjunto de uno o más resultados de un experimento. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

### **2.5.3 Correlación**

El análisis de correlación es el estudio de la relación entre variables siendo un grupo de técnicas para medir la asociación entre dos variables, el coeficiente de correlación creado por Karl Pearson alrededor de 1900 describe la fuerza de la relación entre dos conjuntos de variables en escala de intervalo o de razón, puede adoptar cualquier valor de -1.00 a +1.00 inclusive; un valor cercano a 0 indica que hay poca asociación entre las variables, un valor cercano a 1 indica una asociación directa o positiva entre las variables, un valor cercano a -1 indica una asociación inversa o negativa entre las variables y si no hay ninguna correlación entre los conjuntos de variables el valor es cero. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

#### **2.5.4 Análisis de regresión**

El análisis de regresión consiste en elaborar una ecuación de regresión para expresar la relación lineal entre dos variables y proporcionar valores estimados de la variable dependiente con base a un valor seleccionado de la variable independiente. Al tener en una gráfica puntos muy dispersos y trazar con una regla una recta entre ellos tiene la desventaja que su posición se basa en el criterio de la persona que traza dicha recta, al emplear la recta de regresión con un método matemático denominado “principio de los mínimos cuadrados” se elimina el juicio subjetivo y este método proporciona lo que se conoce como recta del mejor ajuste. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

La forma general de la ecuación de regresión líneas es  $Y = a + bX$ , donde “Y” es el valor del estimado de la variable “Y” para un valor “X” seleccionado, “a” es la intersección en “Y” siendo el valor estimado de “Y” cuando  $X=0$ , “b” es la pendiente de la recta o el cambio promedio en “Y” por cada cambio de una unidad en la variable independiente “X”, y “X” es cualquier valor de la variable independiente que se seleccione. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

#### **2.6 Energía Eléctrica**

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, entre otros. La energía puede manifestarse de distintas formas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, entre otros, existiendo la posibilidad que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía “La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma”. (Schallenberg et al., 2008).

### 2.6.1 Red Eléctrica

La energía eléctrica no se puede almacenar tan fácilmente como el carbón o los barriles de petróleo, una vez producida en las centrales debe comenzar su viaje a través de las líneas de alta tensión hacia los centros de consumo. El sistema de suministro eléctrico está formado por el conjunto de elementos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, además de los mecanismos de control, seguridad y protección, a continuación se describe brevemente cada uno: (Schallenberg et al., 2008).

1. **Generación:** la electricidad se genera en las centrales eléctricas, el hecho de que la electricidad a nivel industrial no se pueda almacenar y se deba consumir en el momento en que se produce obliga a disponer de centrales con potencias elevadas para hacer frente a las puntas de consumo y que a su vez sean lo suficientemente flexibles como para adaptarse a la demanda. (Schallenberg et al., 2008).
2. **Transporte:** la red de transporte o transmisión es la encargada de enlazar las centrales con las redes de distribución uniando las centrales con las subestaciones de transformación. Las líneas de transmisión están interconectadas entre sí de manera que pueden transportar electricidad entre puntos muy elevados en cualquier sentido y con las menores pérdidas posibles. Debido a su voltaje las redes de transmisión se denominan también de alta tensión y pueden ser aéreas o subterráneas. (Schallenberg et al., 2008).
3. **Subestación de transformación:** son las encargadas de reducir la tensión (voltaje) de la electricidad desde la tensión de transporte a la de distribución. (Schallenberg et al., 2008).

4. Distribución: la red de distribución está constituida por las líneas que van desde las subestaciones hasta los centros de transformación, las líneas de la red de distribución pueden ser aéreas o subterráneas. (Schallenberg et al., 2008).
5. Centros de transformación: son los encargados de realizar la última transformación reduciendo el voltaje de distribución al voltaje de utilización denominado de baja tensión. (Schallenberg et al., 2008).

A partir de su generación la electricidad inicia su viaje por los tendidos de las líneas de alta, media y baja tensión, cuando se conecta un aparato se obtiene trabajo útil como luz, calor, movimiento, entre otros. (Schallenberg et al., 2008).

### **2.6.2 Líneas aéreas**

Son líneas aéreas aquellas donde los conductores van por encima del suelo, para poder mantener los conductores a una distancia de seguridad según reglamento se utilizan apoyos de acero hormigón o madera. Sobre estos apoyos se colocan otros soportes llamados crucetas en posición horizontal donde se montarán los distintos herrajes y elementos que han de sostener y asilar al cable, estos conductores podrán ir desnudos sin ningún material aislante o mediante una cubierta exterior. (Consulting, 2010).

### **2.6.3 Diferencia de potencial**

La diferencia de potencial, tensión eléctrica o voltaje, entre dos puntos es la energía que hay que dar a una carga positiva para desplazarla desde un punto a otro, la unidad de medida es el voltio (V). Es debido al voltaje que los electrones se mueven dentro de un conductor saltando de un átomo a otro. Para diferentes escalas o rangos de voltaje, también están los múltiplos y submúltiplos del voltio, simplificando el resultado de algunas mediciones: kilovoltio (kV), voltio (V), milivoltio (mV), entre otros. (Conjura, Castañeda, & Hándal, 2016).

## **2.7 Seguridad e higiene Industrial**

En todos los tiempos y espacios el hombre siempre ha estado en la búsqueda de su seguridad, los pueblos y sus organizaciones tratan por todos los medios de mejorar bajo condiciones propicias el desarrollo de sus actividades económicas para asegurar de esta manera el empleo, generando bienestar a sus habitantes y por tanto seguridad. El nacimiento de la fuerza industrial, revolución industrial, y el de la seguridad en el trabajo no fue simultáneo. (Chamochumbi, 2014).

Seguridad e higiene industrial es el conjunto de medidas técnicas, económicas, psicológicas, entre otros, que tienen como meta ayudar a la empresa y a sus trabajadores a prevenir los accidentes controlando los riesgos propios de la ocupación, conservando los locales, la infraestructura industrial y sobre todo los ambientes naturales, entre sus fundamentos están: proteger la vida y la salud de los trabajadores, salvaguardar y proteger las instalaciones industriales, las personas lesionadas traen como consecuencia pérdidas. (Chamochumbi, 2014).

### **2.7.1 Medio de protección colectiva**

La protección colectiva es el dispositivo o la instalación cuyo fin es proteger a un conjunto de personas de uno o varios riesgos, las ventajas de la protección colectiva frente a la individual es que protege de forma eficaz a varias personas sin la incomodidad de que supone el uso de equipos de protección individual. Entre los equipos de protección colectiva (EPC) para riesgo eléctrico se pueden destacar: (Consulting, 2010).

1. Materiales de señalización y delimitación: barreras extensibles, cintas de delimitación, entre otros. (Consulting, 2010).
2. Protectores aislantes: rígidos o flexibles cuya función es evitar los contactos accidentales del operario con puntos en tensión o masas, así como la posibilidad de cortocircuito. (Consulting, 2010).

3. Banquetas aislantes y alfombras aislantes: las alfombras aislantes de goma sirven para cubrir el piso donde se sitúa el trabajador consiguiendo con ello su aislamiento de tierra. (Consulting, 2010).
4. Dispositivos y accesorios: materiales de apoyo que forman parte de los medios y elementos necesarios para el desarrollo del trabajo, entre otros: cuerdas aislantes, separadores de cable, pinzas aisladas, escaleras aisladas, comprobador de guantes, detector de tensión. (Consulting, 2010).

### **2.7.2 Medio de protección individual**

En muchas ocasiones la utilización de protecciones colectivas no es suficiente o no se pueden aplicar las mismas para garantizar la seguridad de los trabajadores por lo que se debe recurrir a la utilización de equipos de protección individual o personal (EPP), que no elimina ni controla una situación de riesgo solo minimiza sus consecuencias. Los trabajadores deben seguir las instrucciones que se le han dado sobre la utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual, además; informar de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier defecto o daño apreciable, entre los más utilizados están: (Consulting, 2010).

1. Casco aislante: protege el cráneo del operario frente a los riesgos de choques, golpes, caídas o proyecciones de objeto y contactos eléctricos, su utilización es obligatoria en todo caso. (Consulting, 2010).
2. Protección de la vista: se realiza mediante gafa o pantalla facial que protege de impacto con partículas o cuerpos sólidos, proyección o salpicadura de metales fundidos, radiaciones ultravioletas. (Consulting, 2010).
3. Guantes aislantes: están fabricados de caucho de alta calidad y son la principal protección de las manos para realización de los trabajos con tensión y deben adaptarse a la tensión de las instalaciones o equipos, existen diferentes clases según sus características eléctricas. (Consulting, 2010).

4. Calzado: es el que menos fiabilidad presenta por efecto de envejecimiento y por las condiciones severas a las que normalmente se ve sometido en fases de movimiento del trabajador, en especial en momentos de desplazamiento. Cuando se utilicen no deben llevar ningún elemento metálico, en el caso que exista riesgo de caída de objeto al pie debe llevar puntera de material aislante adecuado. (Consulting, 2010).
5. Ropa de trabajo: para trabajos en tensión, en proximidad de tensión y maniobras se deberá hacer uso de ropa ignifuga certificada contra el arco eléctrico y está prohibido el uso de pulseras, collares y anillos por el riesgo de contacto accidental que contienen. (Consulting, 2010).

### **2.7.3 Cinco reglas de oro**

Como medidas preventivas a aplicar para evitar un riesgo eléctrico previamente se realizará un estudio del espacio, ubicación, pasillo, puerta de acceso y proximidad de elemento en tensión si los hubiese, es obligatoria la aplicación de las cinco reglas de oro que se describen a continuación: (Consulting, 2010).

1. Desconectar: deben ser abiertos todos los interruptores, seccionadores, extraer fusibles, abrir puentes, mediante los cuales dicha instalación se pueda conectar a las fuentes de alimentación conocidas. (Fremap, 2014).
2. Prevenir cualquier posible alimentación: los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo y deberá colocarse una señalización para prohibir la maniobra. (Fremap, 2014).

3. Verificación de ausencia de tensión: se debe realizar antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en el lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones es obligatorio comprobar el correcto funcionamiento del equipo verificador de ausencia de tensión antes y después de realizar la citada verificación. (Fremap, 2014).
4. Poner a tierra y en cortocircuito: deben ponerse a tierra y en cortocircuito antes de comenzar los trabajos cuando exista el riesgo de ponerse accidentalmente en tensión durante el desarrollo de los trabajos, sobre todo en líneas aéreas construidas con conductores desnudos debe realizarse con garantías de seguridad. (Fremap, 2014).
5. Delimitar la zona de trabajo: si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión se procederá a la colocación de elementos protectores, se señalarán los límites de la zona de trabajo y realizar una separación entre la zona segura donde se realizan los trabajos sin tensión y la zona de proximidad, en la cual no se debe entrar salvo se tomen las medidas correspondientes. (Fremap, 2014).

En el presente capítulo se presentó teoría relevante, no limitativa, para el desarrollo de la investigación considerando la toma de decisiones y componentes para su efectiva aplicación, estudio financiero con principios considerados en su estructuración, criterios de evaluación financiera que sirvieron de base para el análisis de los resultados y tomar decisiones concretas sobre la viabilidad del estudio presentado, análisis de riesgo que presenta la toma de decisiones de inversión, respaldado por los diversos criterios de evaluación, además, conceptos técnicos sobre energía eléctrica y seguridad industrial que sirven para conceptualización del contexto presentado.

### **3. METODOLOGÍA**

El presente capítulo contiene la metodología de investigación que explica en detalle de qué y cómo se hizo para resolver el problema de la investigación relacionado con la administración financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en máquinas de tendido de cable eléctrico, en empresas que se dedican a prestar servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

El contenido del capítulo incluye: la definición y delimitación del problema; objetivo general y objetivos específicos; hipótesis y especificación de las variables; diseño utilizado; unidad de análisis; periodo histórico; ámbito geográfico; universo y muestra; instrumentos de medición aplicados, en general la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

#### **3.1 Definición y delimitación del problema**

En Guatemala las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas trabajan para instituciones tales como Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), Distribuidora de Electricidad de Oriente y Distribuidora de Electricidad de Occidente representadas por ENERGUATE, ingenios, generadores y transportistas de energía eléctrica, su función consiste en montaje y mantenimiento de toda la infraestructura como dispositivos de protección, postes, herrajes y cables para que el sistema eléctrico a nivel de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica este interconectado para comercializar y brindar el servicio al usuario final.

Dentro de las principales empresas que prestan el servicio se pueden mencionar Energica S.A., Nacional de Instaladores (GAUSS), Grupo Cobra e Instalaciones Electromecánicas de Guatemala S.A. (IEGSA), las cuales participan en un mercado muy competitivo cuyos factores importantes para su desarrollo son la seguridad industrial, responsabilidad social y medio ambiente.

El problema de investigación financiero de interés general que ha enfrentado el sector se refiere a la necesidad adquisición de maquinaria para el tendido de cable eléctrico, debido al aumento en la demanda de infraestructura para líneas de transmisión y distribución por la expansión de la red eléctrica, para respaldar la toma de decisiones de inversión es necesario que previamente se realice un estudio y evaluación para determinar la viabilidad financiera de la inversión.

La propuesta de solución teórica que se ha planteado al problema de investigación financiero consiste en la realización de un estudio y evaluación para determinar la viabilidad financiera con base en la determinación de inversiones iniciales, costos de operación, costos relacionados con seguridad industrial, beneficios y flujos de efectivo, fuentes de financiamiento, tasas de descuento, rentabilidad; así como la aplicación de criterios de evaluación financiera: valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa interna de retorno modificada, periodo de recuperación tradicional y descontado, razón de beneficio costo y análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo.

## **3.2 Objetivos**

Los objetivos constituyen los propósitos o fines de la presente investigación, en la que se plantean objetivos generales y específicos relacionados con la administración y evaluación financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en maquinaria de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

### **3.2.1 Objetivo general**

Aplicar un estudio y evaluación definiendo aspectos técnicos y realizando análisis financiero con la aplicación de criterios de decisión, para determinar la viabilidad financiera de la inversión para la adquisición de maquinaria en el tendido de cable eléctrico, en las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

### **3.2.2 Objetivos específicos**

1. Definir los aspectos técnicos con base en la adquisición de la maquinaria y su funcionamiento en la realización del tendido de cable eléctrico, para apoyar el estudio de inversiones y proyección de costos de operación.
2. Establecer la situación financiera con base en la información obtenida en la investigación de campo para determinar la inversión inicial, costos de operación, costos relacionados con seguridad industrial, ingresos, financiamiento, tasa esperada de la inversión y flujos de caja.
3. Evaluar los resultados financieros aplicando criterios de decisión para el análisis de viabilidad financiera de la inversión.

### **3.3 Hipótesis**

Hi: el estudio y evaluación de la adquisición de maquinaria para la realización de operaciones de tendido de cable eléctrico en las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala, permite determinar la viabilidad financiera de la inversión aplicando los criterios de decisión financiera: valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa interna de retorno modificada, periodo de recuperación tradicional y descontado, razón beneficio costo, análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo y análisis de costos relacionados con seguridad industrial.

#### **3.3.1 Especificación de variables**

La especificación de variables de la hipótesis, es la siguiente:

##### **Variable Independiente**

1. Evaluación financiera de la inversión.

### **Variables dependientes**

1. Valor actual neto
2. Tasa interna de retorno
3. Tasa interna de retorno modificada
4. Periodo de recuperación tradicional y descontado
5. Razón beneficio costo
6. Análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo.
7. Viabilidad financiera de la inversión

### **3.4 Diseño de investigación**

El método científico es el fundamento de la presente investigación relacionada con administración y evaluación financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en maquinaria de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

Para la aplicación del método científico se emplea el enfoque de investigación cuantitativo que es secuencial y probatorio, cada etapa precede a la siguiente y no se puede eludir pasos, el orden es riguroso aunque desde luego se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y una vez delimitada se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica, de las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas y se miden las variables; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos y se extrae conclusiones respecto de las hipótesis, en los siguientes párrafos se describen brevemente las fases. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La fase 1 consiste en idea de la investigación que representa el primer acercamiento a la realidad que se investigará. La fase 2 consiste en el planteamiento cuantitativo del problema una vez que encuentra en condiciones de plantear. La fase 3 consiste en revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico que radica en sustentar teóricamente el estudio. La fase 4 consiste en elaboración de hipótesis y definición de variables, las hipótesis se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La fase 5 consiste en definición y selección de la muestra una vez que se ha definido cuál será la unidad de muestreo o análisis se procede a delimitar la población. La fase 6 consiste en la recolección de datos una vez seleccionado el diseño de investigación y la muestra adecuada. La fase 7 consiste en análisis de los datos una vez que los datos se han codificado y limpiado los errores. La fase 8 consiste en la elaboración del reporte de resultados, se ha llevado a cabo una investigación cuantitativa, se generaron resultados y es necesario comunicarlos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

#### **3.4.1 Diseño utilizado**

No experimental, enfoque cuantitativo, alcance causal, perspectiva teórica administración financiera.

#### **3.4.2 Unidad de análisis**

Empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

#### **3.4.3 Periodo histórico**

Dimensión temporal transversal, de los años 2017, 2018 y 2019.

#### **3.4.4 Ámbito geográfico de la investigación**

República de Guatemala

#### **3.5 Universo y tamaño de muestra**

El universo son las empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala y la muestra son las tres empresas relevantes del mercado que según información recopilada tienen en promedio de distribución el 68.42% del mercado y de transmisión el 52.50% lo cual es fluctuante dependiendo de la disponibilidad y capacidad de respuesta que tengan en su momento, además, influyen precios ofertados en licitaciones.

La escala de medición es de razón del tipo de estadístico descriptiva, se eligió porque se recolecta información numérica, se describen y resumen resultados en forma gráfica.

#### **3.6 Instrumentos de medición aplicados**

Los instrumentos de medición aplicados en la presente investigación fueron:

1. Cuestionario de entrevista presentado en el anexo 1, dirigido a las empresas seleccionadas de la muestra para determinar el método de tendido de cable eléctrico, aspectos de seguridad industrial, experiencia del personal, funcionalidad de las máquinas de tendido, beneficios de su implementación, cantidad de despachos mensuales y costos, dirigido a personal técnico y administrativo que colaboró en la recopilación de información documental.
2. Criterios de evaluación financiera: valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa interna de retorno modificada, periodo de recuperación tradicional y descontado, razón beneficio costo.
3. Análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo.

### **3.7 Técnicas de investigación aplicadas**

Las técnicas son reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos en la aplicación del método de investigación científico, las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación se refieren a las siguientes:

#### **3.7.1 Técnicas de investigación documental**

La investigación documental a través de diversas técnicas de lectura analítica se efectuó subrayado, realizando fichas, entre otros, que permitió consultar y revisar la literatura disponible la cual debió ser segmentada de acuerdo con el tema planteado, siendo base para la construcción de los antecedentes y el marco teórico del plan de investigación.

En el desarrollo de la perspectiva teórica se utilizó como base las etapas definidas por Hernández et al. (2014) para el desarrollo de investigación cuantitativa que comprende dos etapas: la revisión analítica de la literatura correspondiente y la construcción del marco teórico, la revisión de la literatura implicó detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que fueron útiles para los propósitos del estudio, de donde se tuvo que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar el problema de investigación.

Esta revisión debió ser selectiva puesto que cada año se publican en el mundo miles de artículos en revistas académicas y periódicos, libros y otras clases de materiales sobre las diferentes áreas del conocimiento, en ocasiones se revisaron referencias de estudios tanto cuantitativos como cualitativos, sin importar el enfoque planteado porque se relacionaban de manera estrecha con los objetivos y preguntas. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La revisión de la literatura se inició directamente con el acopio de las referencias o fuentes primarias, es recomendable iniciar la revisión de la literatura consultando a uno o varios especialistas en el tema y buscando en internet fuentes primarias en centros o sistemas de información y bases de referencias o datos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Una vez obtenidas las referencias de interés se procedió a consultarlas, el primer paso consistió en seleccionar las que serían de utilidad para el marco teórico específico y desechar las que no servían, en ocasiones una fuente primaria puede referirse a el problema de investigación pero no ser útil porque no enfoca el tema desde el punto de vista que se pretende establecer, se han realizado nuevos estudios que han encontrado explicaciones más satisfactorias que han invalidado sus resultados o que han desaprobado sus conclusiones, se detectaron errores de método o bien se realizaron en contextos completamente diferentes al de nuestra investigación, entre otros. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Las fuentes primarias más consultadas y utilizadas para elaborar el marco teórico fueron libros y documentos de sitios web, a veces se extrajo una sola o varias ideas y otras una cifra, un resultado o numerosos comentarios. También se empezó a generar resúmenes de los artículos y documentos más relevantes y la extracción de ideas, cifras y comentarios, estos resúmenes e información se combinaron posteriormente para construir el marco teórico. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Una vez extraída y recopilada la información de interés de las referencias pertinentes para el problema de investigación se pudo empezar a elaborar el marco teórico, el cual se basó en la integración de la información recopilada. Un paso previo consistió en ordenar la información recopilada de acuerdo con uno o varios criterios lógicos y adecuados al tema de la investigación, algunas veces se ordenó cronológicamente y otras por subtemas, por teorías, entre otros. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

### 3.7.2 Técnicas de investigación de campo

Las técnicas de investigación de campo fueron la base para la recolección de datos cuantitativos relacionados con las empresas que se dedican a prestar servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas, así como aspectos de información administrativa, operativa, técnica y financiera para el análisis y cumplimiento de objetivos específicos y la comprobación de la hipótesis de investigación.

Para el proceso de recolección de datos se utilizó la metodología establecida por Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, para un enfoque de investigación cuantitativa y para la investigación financiera se aplicaron técnicas especiales utilizando como base flujos de caja, herramientas de criterios de decisión financiera, análisis de riesgos por medio de simulación de Montecarlo de acuerdo con Sapag Chain, 2011.

El proceso para la recolección de datos implicó: definir la forma idónea de recolectar los datos de acuerdo con el planteamiento del problema y las etapas previas de la investigación, seleccionar y elaborar uno o varios instrumentos o métodos para recolectar los datos requeridos, aplicar los instrumentos o métodos, obtener los datos, codificar los datos, archivar los datos y prepararlos para su análisis por computadora. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Se midieron los datos que significó asignar números o valores a las propiedades de objetos o eventos de acuerdo con reglas, desde luego no se asignaron a los objetos sino a sus propiedades. Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

En la investigación se dispuso de múltiples tipos de instrumentos para medir las variables de interés y en algunos casos llegaron a combinarse varias técnicas de recolección de los datos, a continuación se describen brevemente las técnicas que se utilizaron. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Método de observación, este método de recolección de datos consistió en el registro sistemático válido y confiable de comportamientos y situaciones observables a través de un conjunto de categorías y subcategorías, es el método más utilizado por quienes se orientan conductualmente. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Método de datos secundarios recolectados por otros investigadores, implicó la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Métodos estadísticos para recoger, organizar, presentar, analizar e interpretar datos con el fin de propiciar la toma de decisiones más eficaz, los analistas dedicados a la investigación evalúan muchas facetas de determinadas acciones antes de hacer una recomendación de compra o venta, antes de hacer recomendaciones también consideran otros factores como la demanda prevista de los productos de la compañía, la fuerza de la competencia, entre otros. (Lind, Marchal, & Wathen, 2008).

Método de estudio de viabilidad financiera, la decisión de emprender una inversión como todo proceso decisional tiene cuatro componentes básicos: 1) el decisor y puede ser un inversionista, 2) las variables controlables por el decisor que pueden hacer variar el resultado de una misma inversión dependiendo de quién sea él, 3) las variables no controlables por el decisor y que influyen en el resultado de la inversión y 4) las opciones que se deben evaluar para solucionar un problema o aprovechar una oportunidad para aplicar criterios de evaluación financiera que ayuden al decisor a elegir la mejor opción. (Sapag Chain, 2011).

### **3.8 Resumen del procedimiento utilizado en el desarrollo de la investigación**

La investigación se realizó evaluando posibles mejoras en empresas que se dedican a prestar servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala, se encontró la oportunidad de analizar el método de tendido de cable eléctrico con la implementación de máquinas de tendido, actualmente no todas las empresas cuentan con maquinaria moderna que haga más eficiente sus procesos, se investigaron los antecedentes del sector para tener un panorama general de su procedencia y de las empresas que prestan el servicio.

Detectado el problema de investigación se decidió aplicar administración y evaluación financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en máquinas de tendido de cable eléctrico, definiendo el marco teórico que contiene el respaldo científico para realizar la investigación y se estableció la metodología que sirvió de guía para la investigación de campo, recopilación de información, tabulación y análisis de los resultados, la siguiente fase fue planificar como se realizaría la investigación de campo con los métodos elegidos para la recopilación de información técnica y financiera.

Se procedió a recopilar información con las tres empresas más representativas del sector objetivo; obteniendo información variada debido a que no todas están anuentes a compartir información muy propia de sus procesos, argumentando que puede ser utilizada para otros fines o puede reflejar sus fortalezas o debilidades internas, se decidió después de obtener la información analizarla y validar que los datos sirvieran para realizar la presente investigación y que contribuyeran a obtener una proyección que se ajustará al sector, se determinó que era información suficiente para proceder con el desarrollo del contenido presentado.

En el análisis de aspectos técnicos todas las empresas contribuyeron a brindar información y se realizó integración para obtener un resultado homogéneo y presentar aspectos que sirvan para estandarizar procesos, indiquen la funcionalidad y beneficios de implementación, con la información financiera las empresas fueron muy conservadoras; pero se obtuvo la información necesaria que sirvió para realizar los cálculos correspondientes.

Al tener la información financiera se realizó el análisis tabulando los registros de operación para determinar los días de despacho necesario por mes y por año; además, esos datos sirvieron para graficar y obtener una ecuación para proyectar despachos, se establecieron costos, ingresos e inversión; se realizó un flujo de caja donde se integran los datos y proyecciones estimadas, se aplicaron criterios de decisión para el análisis de viabilidad financiera y estos criterios dieron resultados favorables que sirvieron para realizar conclusiones de la inversión.

Se realizó un análisis del riesgo aplicando el método de simulación de Montecarlo, se obtuvo probabilidades de ingresos, costos, valor actual neto y tasa interna de retorno, los cuales se consideran pueden ser los datos de entrada y salida más significativos y variables que pueden impactar en las proyecciones y flujo de caja obtenido, finalmente se presentan los resultados en el siguiente capítulo.

## **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El presente capítulo expone los resultados de la investigación relacionados con administración y evaluación financiera para respaldar la toma de decisiones de inversión en maquinaria de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

### **4.1 Definición de aspectos técnicos**

Los aspectos técnicos a definir están relacionados con la metodología de tendido de cable eléctrico, aspectos relacionados a seguridad industrial, máquinas de tendido, funcionalidad de las máquinas y los beneficios que traerán; además, estos aspectos impactan en lo técnico y financiero, esta parte de la investigación se realizó por observación y entrevistas con personal operativo.

#### **4.1.1 Método de tendido de cable eléctrico**

El personal que se requiere para realizar estos trabajos es muy especializado y no existe una institución que imparta enseñanza directa siendo denominados “Linieros”, lo más cercano es un “Técnico Electricista”; sin embargo, las instituciones que se dedican a ese rol de negocio tienen su propia escuela lo cual ha venido funcionando desde hace aproximadamente cinco años y actualmente existe una iniciativa para ser reconocidos por una institución educativa nacional.

Hay personal que tiene más de 30 años de experiencia y por su conocimiento tan especializado se han ido convirtiendo en supervisores de campo que contribuyen a la gestión administrativa y desarrollo adecuado de planes. El método para tendido de líneas de distribución y líneas de transmisión es similar, a continuación, se describe la metodología general:

Método general para tendido de cable:

1. Preparar herramienta

2. Preparar materiales
3. Colocar máquinas de tendido, una de tiro en un extremo y otra de freno en otro extremo
4. Colocar escaleras en los postes
5. Subir a los postes
6. Colocar equipo auxiliar
7. Colocar el cable a tender en las máquinas
8. Pasar el cable por el equipo auxiliar
9. Rematar el cable en el extremo
10. Tensar provisionalmente el cable
11. Subir otra persona al poste de remate
12. Tensar y nivelar los cables
13. Rematar los cables en las grapas
14. Retirar equipo auxiliar y amarrar el cable en postes intermedios
15. Hacer conexiones necesarias
16. Bajar de los postes
17. Retirar escaleras de los postes
18. Retirar máquinas de tendido
19. Limpiar y guardar herramienta y equipo

## Herramienta y equipo

1. Equipo de protección personal: casco, guantes, botas de seguridad, chaleco reflectivo, entre otros.
2. Herramienta personal: llaves, martillo, alicate, caimanetes, entre otros.
3. Equipo: dinamómetro, escaleras, vara de cuchillas, líneas de mano, entre otros.

### **4.1.2 Aspectos relacionados a seguridad industrial**

La seguridad industrial es una cultura de vida y mitiga situaciones que pueden convertirse en fatalidades; por ello es importante tomar en cuenta estos aspectos en el desarrollo del tendido de cable eléctrico y se pueden dar varias situaciones, pero tomando las debidas precauciones y siguiendo procedimientos de trabajo se puede tener un control adecuado.

Regularmente se dan las siguientes capacitaciones cada año:

1. Trabajos en altura
2. RCP, resucitación cardiopulmonar
3. Trabajos en líneas con tensión y líneas sin tensión
4. Manejo defensivo
5. Distancias de seguridad eléctrica
6. Equipo de protección personal y colectivo
7. Exámenes médicos de rutina

El equipo de protección personal es revisado periódicamente para evaluar su cambio y si en algún momento un técnico considera que su equipo puede estar dañado, tiene la obligación y compromiso personal de acercarse a la unidad de Seguridad Industrial para determinar el estado de su equipo, dentro el equipo de protección personal esta:

1. Casco y barbiquejo
2. Botas de seguridad
3. Guantes protectores
4. Guantes dieléctricos
5. Mangas dieléctricas
6. Gafas de protección
7. Ropa ignifuga, para personal que trabaja en líneas con tensión
8. Cinturón o arnés
9. Chaleco o camisa reflectiva

Dentro del equipo de protección colectiva esta:

1. Juego de puestas a tierra
2. Pértigas o varas de seguridad
3. Voltímetro de gancho
4. Equipo de señalización, para delimitar el área de trabajo
5. Entre otros

Adicionalmente para las máquinas de tendido de cable eléctrico se necesita:

1. Mallas de puesta a tierra
2. Varillas para aterrizaje
3. Cables para anclar las máquinas
4. Intercomunicadores tipo radio, entre máquinas y supervisor que dirige el tendido

#### Personal

1. Personal certificado para el uso de las máquinas
2. Supervisor de seguridad industrial
3. Supervisor técnico
4. Jefe de trabajos

Las líneas de transmisión para fines de mantenimiento por el nivel de voltaje y el riesgo que representa se trabajan sin tensión o desenergizadas, para lo cual hay ciertos procedimientos denominados “Las 5 reglas de oro”, “descargo”, charlas previas al efectuar el trabajo, para que todo el personal este enterado de lo que se va a realizar. Se involucran varios personajes como el Supervisor Técnico, Supervisor de Seguridad Industrial, Gestor asignado por el cliente, un representante que tiene control a distancia para realizar maniobras donde se garantice que la línea esta sin tensión y para la construcción de una línea nueva se utilizan los mismos procedimientos, la diferencia es que no hay red existente donde todo se instala nuevo.

### **4.1.3 Máquinas de tendido de cable eléctrico**

El fabricante recomienda que las máquinas deben ser utilizadas únicamente por personal capacitado el cual debe leer el manual y estar familiarizado con cada uno de sus componentes; además, debe ser utilizada únicamente para los usos por los cuales fue fabricada y no debe utilizarse para otras actividades como elevar postes, jalar maquinaria, entre otros. Poner especial atención que su instalación está prevista para ambientes abiertos, necesita circulación de aire natural para su enfriamiento. (Omac, 2014).

El mantenimiento debe ser programado de acuerdo a su uso, siendo básico como un vehículo de motor Diesel y para mantenimientos especiales se recomienda contactar al proveedor para que indique como proceder y los repuestos a instalar los cuales deben ser importados debido a que no es un mercado común en este país, no se recomienda instalar repuestos que no sean originales o alterar las máquinas en su estructura natural.

Para el uso de las máquinas de tendido de cable eléctrico se procede de la siguiente manera:

1. Informar al personal el trabajo a realizar
2. Trasladar las máquinas al lugar de trabajo
3. Elegir un terreno firme y nivelado o realizar movimiento leve de tierra para crear condiciones adecuadas
4. Descargar las máquinas
5. Anclar las maquinas en contra del movimiento a realizar, sea de tiro o frenado
6. Delimitar el área de trabajo de las máquinas restringiendo el paso a personal no autorizado

7. Armar los componentes necesarios como cables, carretes, tensores, aterrizajes
8. Realizar maniobras necesarias adicionales y propias al área de trabajo del tendido de cable eléctrico
9. Preparar el conductor en los carretes
10. Realizar prueba operativa de tensado, menor a la potencia o fuerza a aplicar
11. Hacer pruebas de intercomunicadores tipo radio entre máquina de tiro, máquina de frenado y supervisor que guiará el tendido
12. Realizar la operación de tendido de cable eléctrico con las medidas de seguridad industrial y físicas correspondientes
13. Al estar el cable tendido en su recorrido tensar con las máquinas de acuerdo al diseño propio de la línea de transmisión o distribución de energía eléctrica
14. Rematar las líneas del tendido de cable eléctrico
15. Desenganchar las máquinas del cable eléctrico
16. Desarmar los componentes necesarios como cables, carretes, tensores, aterrizajes
17. Desanclar las máquinas
18. Limpiar el área de trabajo
19. Regresar al centro de operaciones

Las máquinas de tendido varían en sus características en tamaño y capacidad, tienen entre otras las siguientes:

1. Tipo de máquina: freno-cabrestante hidráulico
2. Modelo
3. Tipo de motor: Diesel
4. Código de manual
5. Masa en kilogramos (kg)
6. Potencia en kilowatts (kW) y revoluciones por minuto (rpm)
7. Tiro máximo en kilo Newton (kN)
8. Velocidad máxima en kilómetros por hora (km/h)
9. Frenado máximo en kilo Newton (kN)
10. Enfriamiento: agua
11. Voltaje sistema eléctrico interno: voltios en corriente directa (DC)

Para su traslado se requiere un camión con la capacidad adecuada al tipo y peso de cada máquina, siendo necesario un camión para la máquina de frenado y un camión para la máquina de tendido y por sus dimensiones no se pueden trasladar en uno mismo, si se quisiera realizar en un mismo vehículo se tendría que considerar una plataforma lo cual complicaría la operación, se deben programar mantenimiento a las máquinas y camiones y tenerlas en condiciones óptimas para su operación.

#### **4.1.4 Funcionalidad de las máquinas en el tendido de cable eléctrico**

La funcionalidad de las máquinas en el tendido de cable eléctrico se evidencia en la operación, al no tener estas máquinas el trabajo se vuelve lento, ineficiente, se requiere mayor recurso humano, lo cual impacta en tiempos de entrega y en los costos de operación. No se puede realizar tendidos prolongados porque la capacidad para tender se minimiza y para tensar los cables se utiliza dinamómetros y micas de cadena manuales para llegar a la tensión mecánica de diseño.

En las líneas de distribución si los tramos a tender son menores de seis puede realizarse sin máquinas de tendido, no es impactante la cantidad de personal necesario porque las estructuras tipo postes no son superiores a los 12 metros, pero si los tramos son mayores a seis resulta ineficiente por la distancia y tiempo que llevaría tensar las líneas y se debería realizar por tramos pequeños aumentando los remates de las líneas.

Para líneas de transmisión se utilizan postes de 18 metros en adelante y los tramos son mayores en distancia comparados con las líneas de distribución y la cantidad de tramos son variables, pero se vuelve ineficiente la operación si se realiza sin máquinas de tendido porque subir personal a cada poste lleva más tiempo por la altura o requiere más equipo como camiones con canasta, aumentando los costos de operación.

Al utilizar máquinas de tendido en líneas de transmisión se pueden tender tramos por ejemplo de dos kilómetros donde se debe subir personal a cada estructura, pero una vez se comienza a tender el cable el tiempo de la operación se minimiza, no se realizan remates de línea más que los necesarios, se tensa mecánicamente a la fuerza de diseño de acuerdo a la operación de las máquinas y se realizan los remates con mayor confiabilidad.

#### **4.1.5 Beneficios de la implementación**

Los beneficios de la implementación de las máquinas de tendido de cable eléctrico se listan, entre otros:

1. Recurso personal, maquinaria y equipo óptimo
2. Mejora en el control de la operación
3. Mayor productividad
4. Reducción de los costos de operación
5. Inversión en tecnología
6. Cumplimiento de normativas de seguridad industrial
7. Aumento en la satisfacción de los clientes
8. Mejora en la imagen de las empresas especializadas
9. Mejora de los procesos
10. Oportunidad para la expansión del negocio

Es necesario estar a la vanguardia de la tecnología los métodos de trabajo utilizados por décadas han quedado obsoletos, los clientes requieren trabajos en tiempo y calidad, técnicamente la implementación de las máquinas de tendido de cable eléctrico mejora la gestión. Con lo descrito en los aspectos técnicos se tiene información para definir inversiones y costos de la operación, se observó que el método de tendido de cable eléctrico requiere personal con experiencia que no es de escasos años sino llevan incluso décadas dedicándose a este tipo de trabajo, existen roles definidos lo cual implica cuantificar un grupo de trabajo especializado considerando salarios y prestaciones de ley, siendo incluido en las proyecciones financieras.

En lo referente a seguridad industrial contempla personal que cumpla con funciones administrativas y operativas para programación de capacitaciones, suministro, control y revisión de equipo de protección personal y equipo de protección colectivo, además; equipo necesario en las máquinas de tendido de cable eléctrico para su adecuada operación. La cultura de seguridad industrial conlleva capacitación continua al personal involucrado, procesos de trabajo que impactan en tiempos de producción pero que mitiga impactos en la salud de los trabajadores, maquinaria e instalaciones de los clientes.

La adquisición de las máquinas de tendido mejora la operación y optimizan tiempos de entrega, la calidad y tecnificación del servicio impacta positivamente en el sector eléctrico de construcción y mantenimiento de redes eléctricas, se debe considerar el costo de inversión, mantenimientos, equipos adicionales como camiones para su traslado, equipamiento de seguridad industrial para el cuidado del personal y máquinas, considerado el tiempo de recuperación de la inversión.

Desde el punto de vista técnico las máquinas son funcionales y optimizan el recurso humano involucrado tecnificándolo, los tiempos de entrega son moderados y eficientes, costos de operación minimizados, satisfacción e imagen ante el cliente con percepción positiva. Se tienen los insumos necesarios, no limitativos, para realizar el estudio de inversiones y proyección de costo de operación que permitan apoyar la toma de decisiones de inversión propuesta.

#### **4.2 Establecer la situación financiera**

Para establecer la situación financiera se toman en cuenta los registros de operación para determinar la demanda, estimación de costos e ingresos, definición de la inversión inicial y se proyectan los flujos de caja. Esta parte de la investigación se realizó por entrevistas con personal administrativo.

#### 4.2.1 Registros de operación

Para determinar la cantidad de veces por mes que será necesario el uso de las máquinas de tendido de cable eléctrico se tomó en cuenta el promedio de los registros de operación de los años 2017, 2018 y 2019, en la tabla 1 se presentan los datos obtenidos:

**Tabla 1**

*Registros de operación, cifras en días despacho por mes*

<b>Mes</b>	<b>Año 2017</b>	<b>Año 2018</b>	<b>Año 2019</b>
Enero	6	4	5
Febrero	5	7	6
Marzo	7	7	5
Abril	4	8	8
Mayo	6	7	4
Junio	7	9	11
Julio	10	12	14
Agosto	14	14	15
Septiembre	15	10	10
Octubre	13	12	14
Noviembre	11	10	12
Diciembre	7	8	6
<b>Totales</b>	<b>105</b>	<b>108</b>	<b>110</b>

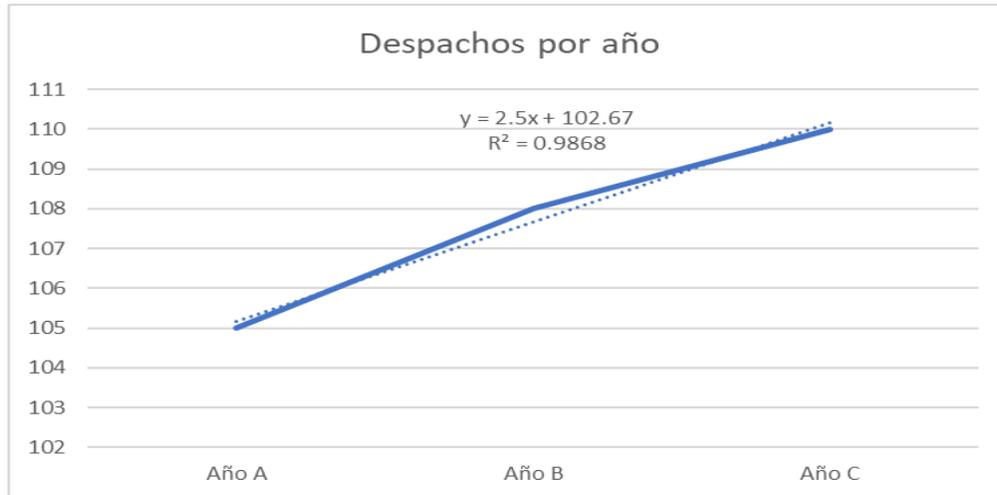
Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

El término despacho se utiliza para identificar la necesidad de operación, con base en estos datos se realizaron las siguientes proyecciones por mes: año 2017 8.75 despachos, año 2018 9.00 despachos y año 2019 9.17 despachos; además promedio anual de 107.67 despachos, con base en los resultados obtenidos se determina en promedio: 9 despachos por mes y 108 despachos anuales.

En la figura 1, se presenta la tendencia de despachos por año y la ecuación para proyectar despachos en los próximos 15 años:

**Figura 1**

*Tendencia de despachos para 15 años*



Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

La ecuación  $y=2.5x + 102.67$  determina la proyección de despachos, donde “y” es la cantidad de despachos/año y “x” es el año en el que se realiza la proyección, el año cero se toma como referencia el año en que se realiza el presente estudio y se mantendrán 108 despachos en promedio los siguientes 5 años, al sustituir en la fórmula para el año 6 se tendrán aproximadamente 118 despachos/año y para el año 11 se tendrán aproximadamente 130 despachos/año, se utilizarán:

1. Del año 1 al 5: 108 despachos por año
2. Del año 6 al 10: 118 despachos por año
3. Del año 11 al 15: 130 despachos por año

De los datos obtenidos en la tabla 1 y la tendencia de la figura 1 se proyecta habrá flujo de trabajo para las máquinas de tendido de cable, la red eléctrica está en constante expansión por la demanda y conexión de nuevos usuarios que se estima incremento anual del 5% y la red de transmisión contempla para los próximos años crecimiento de infraestructura, la tendencia es a la alza dependiendo de las condiciones futuras del mercado, a continuación se presenta el costeo para el análisis financiero.

#### **4.2.2 Evaluación de costos**

Para determinar los costos se consideran precios del mercado, en el rubro de maquinaria y equipo será necesario comprar las máquinas de frenado y tendido, equipo y herramienta y los camiones para trasladar las máquinas. En el rubro de obras físicas no se realizarán, se consideraron únicamente costos fijos como papelería y equipo, entre otros. En el rubro de personal se determinó el recurso humano óptimo para la operación tomando en cuenta experiencia, atribuciones, además; los insumos básicos para el funcionamiento del equipo.

Localmente no se tiene proveedor de las máquinas y se deben importar, se considera equipo con especificaciones técnicas básicas, la inversión inicial es alta, el tiempo de vida del equipo es aceptable y puede prolongarse con uso adecuado y mantenimiento continuo según necesidad, se incluye entrenamiento o capacitación para el técnico operario lo cual garantiza el respaldo del proveedor, los camiones pueden ser adquiridos localmente o negociar con el proveedor el suministro de máquinas y camiones a precio favorable, en la tabla 2 se muestra el resumen de costos del rubro maquinaria y equipo:

**Tabla 2***Maquinaria y equipo, cifras en miles de quetzales*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Máquinas de tendido y frenado de 77 kN	2	Q 293,003.20	Q 586,006.39
Brazo rebobinador	1	Q 69,119.46	Q 69,119.46
Alza bobinas hidráulico de 7 Toneladas	1	Q 21,037.65	Q 21,037.65
Motor hidráulico para control de rotación	1	Q 16,525.36	Q 16,525.36
Prensa Hidráulica de 70 Toneladas	1	Q 29,300.33	Q 29,300.33
Central Hidráulica para prensa	1	Q 22,326.81	Q 22,326.81
Cable guía de acero trenzado	1	Q 26,527.27	Q 26,527.27
Pluma de aleación ligera para izaje	1	Q 45,576.64	Q 45,576.64
Equipo de seguridad industrial y herramienta	1	Q 121,294.92	Q 121,294.92
Entrenamiento un técnico (3 días) en obra	1	Q 6,592.57	Q 6,592.57
Camiones 4x4 Diesel con chasis p/máquina	2	Q 150,322.63	Q 300,645.25
<b>Total</b>			<b>Q 1,244,952.66</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Se estima vida útil de 15 años, valor de rescate del 20% equivalente a Q248,990.53, se deprecia linealmente en sus años de vida con depreciación por día de despacho de Q768.49 tomando en cuenta que son 9 despachos por mes.

Obras físicas no se realizarán, la maquinaria es para apoyo de la gestión y se utilizará la infraestructura física existente que es utilizada para las otras líneas de negocio ya desarrolladas y que actualmente funcionan, únicamente se cargarán porcentajes estimados de costos fijos como arrendamiento de las instalaciones, energía eléctrica, telefonía, entre otros, de acuerdo a la tabla 3 que se muestra a continuación:

**Tabla 3***Costos fijos*

<b>Descripción</b>	<b>Valor mensual</b>	<b>% asignación</b>	<b>Subtotal</b>
Papelería y equipo	Q 35,323.50	2.0%	Q 706.47
Arrendamiento físico	Q 75,143.12	3.0%	Q 2,254.29
Energía eléctrica	Q 10,235.24	1.0%	Q 102.35
Agua potable	Q 8,323.55	1.0%	Q 83.24
Telefonía	Q 12,344.21	5.0%	Q 617.21
Uniformes y equipo seguridad industrial	Q 3,541.67	18.0%	Q 637.50
	Mensual		Q 4,401.06
	<b>Total anual</b>		<b>Q 52,812.74</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Del total mensual se divide dentro de los 9 días de despacho por mes obteniendo un valor de Q489.01 por despacho. Para el cálculo de salarios se realizó la proyección presentada en la tabla 4, donde se asignan porcentajes para que cada año se cumpla con el 100% de todas las prestaciones; por ejemplo, aguinaldo se asigna mensual el 8.33%, del resultado hay un factor fijo entre el sueldo ordinario y las prestaciones que es de 43.23% con el fin realizar las provisiones.

**Tabla 4***Proyección sueldo con prestaciones*

<b>Porcentaje</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
100.00%	Sueldo ordinario	Q 8,500.00
8.33%	Aguinaldo	Q 708.33
8.33%	Bono 14	Q 708.33
9.72%	Indemnización	Q 708.33
4.17%	Vacaciones	Q 354.45
12.67%	IGSS, Irtra, Intecap	Q 1,076.95
	<b>Total mensual</b>	<b>Q 12,174.27</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Del análisis anterior se construye la tabla de cargos o puestos de trabajo, número de puestos óptimos para la ejecución de trabajos con sueldos que incluyen prestaciones, no se asigna un 100% del tiempo a la actividad de tendido debido a que el personal no está únicamente en esta actividad, considerando la demanda mensual se proyecta que habrá 9 despachos por mes y considerando un mes promedio con 22 días hábiles de lunes a viernes se tendrá un factor de  $9/22 = 40.91\%$  de asignación mensual, los resultados se muestran en la tabla 5:

**Tabla 5**

*Cargos y sueldos*

<b>Cargo</b>	<b>No. de puestos</b>	<b>Sueldo mensual</b>	<b>% asignado</b>	<b>Subtotal 1</b>
Supervisor técnico	1	Q 13,606.53	40.91%	Q 5,566.31
Supervisor de seguridad industrial	1	Q 12,174.27	40.91%	Q 4,980.38
Jefe de cuadrilla	2	Q 12,174.27	40.91%	Q 9,960.76
Liniero de primera	2	Q 9,309.73	40.91%	Q 7,617.05
Liniero de segunda	2	Q 6,445.20	40.91%	Q 5,273.35
Liniero de tercera	2	Q 5,442.61	40.91%	Q 4,453.05
	Mensual			Q 37,850.90
<b>Total anual</b>				<b>Q 454,210.82</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

La proyección de la tabla anterior no considera tiempo extraordinario y en la ejecución se presentan desvíos en la planificación como suministro de materiales, circulación de vehículos como grúas y camiones limitada en ciertos horarios, traslado de personal, entre otras, el tiempo es estimado y variable lo cual dependerá de la dirección y planificación global donde las máquinas y operarios se ajustan al requerimiento, como respaldo por eventualidades que se puedan presentar en la tabla 6 se consideran 2 horas extras por cargo:

**Tabla 6***Sueldos con horas extras*

<b>Cargo</b>		<b>Subtotal 1</b>		<b>HE previstas</b>		<b>Subtotal 2</b>
Supervisor técnico	Q	5,566.31	Q	118.75	Q	5,685.06
Supervisor de seguridad industrial	Q	4,980.38	Q	106.25	Q	5,086.63
Jefe de cuadrilla	Q	9,960.76	Q	212.50	Q	10,173.26
Liniero de primera	Q	7,617.05	Q	162.50	Q	7,779.55
Liniero de segunda	Q	5,273.35	Q	112.50	Q	5,385.85
Liniero de tercera	Q	4,453.05	Q	95.00	Q	4,548.05
		Mensual			Q	38,658.40
		<b>Total anual</b>			<b>Q</b>	<b>463,900.82</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

De la tabla anterior considerando 9 despachos por mes se tendrá un valor por día de Q4,295.38 a incluirse en la estimación del precio por despacho. Del rubro insumos se considera combustible y mantenimiento, se cuenta con registro de Q7,413.00 de mantenimiento anual, en la tabla 7 se muestran los resultados:

**Tabla 7***Insumos y mantenimiento*

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
Diesel (galón)	75	Q 25.00	Q 1,875.00
Mantenimiento	12	Q 617.75	Q 7,413.00
	Mensual		Q 9,288.00
	<b>Total anual</b>		<b>Q 111,456.00</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Para 9 despachos por mes da un valor por día de Q1,032.00, las máquinas de tendido utilizan combustible únicamente cuando están operando y para su traslado son los camiones los que consumen el combustible ambos siendo motores Diesel.

En la tabla 8 se presenta un resumen de los costos de operación anual:

**Tabla 8**

*Total costos de operación anual*

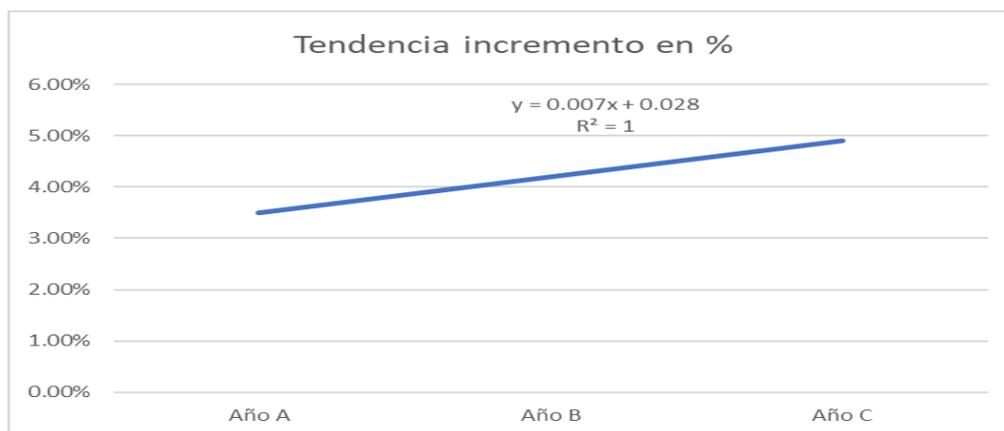
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Costos fijos	Q 52,812.74
Personal	Q 463,900.82
Insumos	Q 111,456.00
<b>Total</b>	<b>Q 628,169.57</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

De la información obtenida en los años analizados los costos han registrado incrementos en promedio de: año 2017 3.5%, año 2018 4.2% y año 2019 4.9%, tomando el año cero como el año en que se realiza el presente estudio en la figura 2 se presentan la ecuación de tendencia que se utilizará para la proyección de costos en el tiempo de vida estimado involucrando diferentes factores tanto del mercado como precios de insumos o internos como temas salariales:

**Figura 2**

*Tendencia incremento de costos para 15 años*



Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

La ecuación  $y=0.007x + 0.028$  determina la proyección de costos, donde “y” representa el porcentaje de incremento y “x” es el año en el que se realiza la proyección, se estima que los costos se conservarán fijos en los próximos 5 años donde al sustituir en la fórmula para el año 6 se tendrán aproximadamente 7.00% de incremento en costos y para el año 11 se tendrán aproximadamente 10.50% de incremento, se resume en la tabla 9:

**Tabla 9**

*Proyección de costos anuales*

<b>Años</b>	<b>% incremento</b>	<b>Costos</b>
Del 1 al 5	0.00%	Q 628,169.57
Del 6 al 10	7.00%	Q 672,141.44
Del 11 al 15	10.50%	Q 742,716.29

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Los costos involucran temas de seguridad industrial como uniforme, botas de seguridad, casco dieléctrico, guantes, lentes de protección, equipo de protección colectiva en las máquinas de tendido para que el operario este salvaguardado, además, un supervisor de seguridad industrial que su función es impartir charlas previas a iniciar el trabajo para que todos tengan el contexto y alcance general, durante el desarrollo diario del trabajo tiene la responsabilidad de verificar que todo el personal cuente con su equipo de seguridad, realice procesos establecidos, reporta constantemente el avance y presenta informes.

El incremento de los costos tiende al alza por diversos factores del mercado como variación precios del combustible, costo de repuestos, costo de uniformes y equipo de seguridad industrial, aumentos salariales, inflación, entre otros. Además, se refleja el valor de dinero y no se espera tener una guerra de precios sino establecer un precio que sirva de guía para toma de decisiones objetivas que contribuya al sector eléctrico y que cumpla con expectativas de inversión.

### 4.2.3 Evaluación de ingresos y capital de trabajo

La tasa esperada se calcula por medio de CPPC donde las tres empresas figuran como fuentes de financiamiento aportando partes iguales de capital y con tasas de 13%, 15% y 17% según información recopilada, tasa impositiva 19% siendo 12% IVA y 7% ISR respecto a ingresos, en la tabla 10 se presentan los resultados:

$$\text{CPPC} = \frac{13\%(\text{Q}414,984.22)}{\text{Q}1,244,952.66} + \frac{15\%(\text{Q}414,984.22)}{\text{Q}1,244,952.66} + \frac{17\%(\text{Q}414,984.22)}{\text{Q}1,244,952.66} = 15\%$$

**Tabla 10**

*Precio por despacho*

<b>%</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo día</b>	
	Equipo y maquinaria	Q	768.49
	Costos fijos	Q	489.01
	Personal	Q	4,295.38
	Insumos y mantenimiento	Q	1,032.00
	<b>Total de costos</b>	<b>Q</b>	<b>6,584.87</b>
15%	Tasa esperada	Q	1,162.04
19%	Impuestos	Q	1,471.91
	<b>Precio por despacho</b>	<b>Q</b>	<b>9,218.82</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Se incluyen incrementos porcentuales al precio en similitud a los incrementos de los costos cada 5 años, en la tabla 11 se muestra la proyección de ingresos:

**Tabla 11**

*Proyección de ingresos anuales*

<b>Años</b>	<b>Precio/despacho</b>	<b>Despachos/año</b>	<b>Ingresos</b>
Del 1 al 5	Q 9,218.82	108.00	Q 995,632.97
Del 6 al 10	Q 9,864.14	118.00	Q 1,163,968.70
Del 11 al 15	Q 10,899.88	130.00	Q 1,416,983.93

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

El precio por despacho varia cada cinco años y no en porcentajes que incremente el valor con un gran diferencial, el valor monetario de incremento para el primer periodo es de Q0.00, el segundo periodo es de Q645.32 y para el tercer periodo es de Q1,035.73, los ingresos proyectados prevén una inversión financieramente sostenible con calidad técnica, personal experimentado, maquinaria nueva y con mantenimiento continuo, considerando temas de seguridad industrial.

El capital de trabajo se calcula con el costo anual proyectado para el primer año y los días a financiar: el costo por despacho es de Q6,584.87 por los 9 despachos mensuales da Q59,263.87 de costos mensuales y multiplicado por 12 da Q711,166.41 de costo anual, para los días a financiar se tiene registro de los datos mostrados en la tabla 12:

**Tabla 12**

*Periodo a financiar*

<b>Descripción</b>	<b>Días</b>
Mes operativo	30
Promedio facturación	20
Cobranza promedio	35
<b>Periodo a financiar</b>	<b>85</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

La facturación se inicia al final de cada mes operativo y con los datos obtenidos se calcula la inversión inicial de capital de trabajo:

$(\text{Costo anual proyectado para el primer año} / 365) * \text{días a financiar}$

$(Q711,166.41 / 365) * 85 = Q165,614.10 = \text{Inversión inicial de capital de trabajo}$

El capital de trabajo se mantendrá hasta el final de la proyección y se tiene la solvencia para que la operación continúe, el periodo a financiar es con tiempos promedios y pueden ser menores para tener solvencia y flujo de efectivo.

#### 4.2.4 Resumen de inversión y parámetros a considerar

Al integrar los cálculos realizados en los subincisos anteriores se resumen en inversión de maquinaria, capital de trabajo, años de depreciación, vida evaluada de la inversión, valor de rescate, despachos anuales, ingresos anuales, costos anuales, tasa fiscal y tasa esperada, que se muestra en la tabla 13:

**Tabla 13**

*Resumen de inversión*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Maquinaria	Q 1,244,952.66
Capital de trabajo	Q 165,614.10
Depreciación años	15.00
Años vida de la inversión	15.00
Valor de rescate	Q 248,990.53
Despachos anuales del 1 al 5 año	108.00
Despachos anuales del 6 al 10 año	118.00
Despachos anuales del 10 al 15 año	130.00
Ingresos anuales del 1 al 5 año	Q 995,632.97
Ingresos anuales del 6 al 10 año	Q 1,163,968.70
Ingresos anuales del 11 al 15 año	Q 1,416,983.93
Costos operación anuales del 1 al 5 año	Q 628,169.57
Costos operación anuales del 6 al 10 año	Q 672,141.44
Costos operación anuales del 11 al 15 año	Q 742,716.29
Tasa fiscal	19%
Tasa esperada (rs)	15%

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

La tasa fiscal está compuesta por el impuesto al valor agregado (IVA) de 12% y el impuesto sobre la renta (ISR) de 7% sobre ingresos lo cual hace un total de 19%, de la información obtenida la tasa esperada por la inversión varía entre 13% y 17% se calcula CPPC dando como resultado 15% considerándose un valor aceptable y sostenible, el financiamiento se realiza con capital propio y la inversión inicial es alcanzable.

#### 4.2.5 Flujos de caja

En las tablas 14, 15, 16 y 17 se muestran los resultados del flujo de caja:

**Tabla 14**

*Flujo de caja del año 0 al año 3, cifras en miles de quetzales*

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		Q 995.6	Q 995.6	Q 995.6
Costos de operación		-Q 628.2	-Q 628.2	-Q 628.2
Depreciación maquinaria		-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0
<b>Utilidad</b>		<b>Q 284.5</b>	<b>Q 284.5</b>	<b>Q 284.5</b>
Impuesto		-Q 159.0	-Q 159.0	-Q 159.0
<b>Utilidad neta</b>		<b>Q 125.5</b>	<b>Q 125.5</b>	<b>Q 125.5</b>
Depreciación maquinaria		Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0
Maquinaria	-Q1,245.0			
Capital de trabajo	-Q 161.5			
Valor de desecho				
<b>Flujo de la inversión</b>	<b>-Q1,406.5</b>	<b>Q 208.5</b>	<b>Q 208.5</b>	<b>Q 208.5</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

**Tabla 15**

*Flujo de caja del año 4 al año 7, cifras en miles de quetzales*

Descripción	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Ingresos	Q 995.6	Q 995.6	Q 1,164.0	Q 1,164.0
Costos de operación	-Q 628.2	-Q 628.2	-Q 672.1	-Q 672.1
Depreciación maquinaria	-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0
<b>Utilidad</b>	<b>Q 284.5</b>	<b>Q 284.5</b>	<b>Q 408.8</b>	<b>Q 408.8</b>
Impuesto	-Q 159.0	-Q 159.0	-Q 185.8	-Q 185.8
<b>Utilidad neta</b>	<b>Q 125.5</b>	<b>Q 125.5</b>	<b>Q 223.0</b>	<b>Q 223.0</b>
Depreciación maquinaria	Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0
Maquinaria				
Capital de trabajo				
Valor de desecho				
<b>Flujo de la inversión</b>	<b>Q 208.5</b>	<b>Q 208.5</b>	<b>Q 306.0</b>	<b>Q 306.0</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

**Tabla 16**

*Flujo de caja del año 8 al año 11, cifras en miles de quetzales*

<b>Descripción</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>
Ingresos	Q 1,164.0	Q 1,164.0	Q 1,164.0	Q 1,417.0
Costos de operación	-Q 672.1	-Q 672.1	-Q 672.1	-Q 742.7
Depreciación maquinaria	-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0
<b>Utilidad</b>	<b>Q 408.8</b>	<b>Q 408.8</b>	<b>Q 408.8</b>	<b>Q 591.3</b>
Impuesto	-Q 185.8	-Q 185.8	-Q 185.8	-Q 226.2
<b>Utilidad neta</b>	<b>Q 223.0</b>	<b>Q 223.0</b>	<b>Q 223.0</b>	<b>Q 365.0</b>
Depreciación maquinaria Maquinaria	Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0
Capital de trabajo Valor de desecho				
<b>Flujo de la inversión</b>	<b>Q 306.0</b>	<b>Q 306.0</b>	<b>Q 306.0</b>	<b>Q 448.0</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

**Tabla 17**

*Flujo de caja del año 12 al año 15, cifras en miles de quetzales*

<b>Descripción</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>
Ingresos	Q 1,417.0	Q 1,417.0	Q 1,417.0	Q 1,417.0
Costos de operación	-Q 742.7	-Q 742.7	-Q 742.7	-Q 742.7
Depreciación maquinaria	-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0	-Q 83.0
<b>Utilidad</b>	<b>Q 591.3</b>	<b>Q 591.3</b>	<b>Q 591.3</b>	<b>Q 591.3</b>
Impuesto	-Q 226.2	-Q 226.2	-Q 226.2	-Q 226.2
<b>Utilidad neta</b>	<b>Q 365.0</b>	<b>Q 365.0</b>	<b>Q 365.0</b>	<b>Q 365.0</b>
Depreciación maquinaria Maquinaria	Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0	Q 83.0
Capital de trabajo				Q 165.6
Valor de desecho				Q 201.7
<b>Flujo de la inversión</b>	<b>Q 448.0</b>	<b>Q 448.0</b>	<b>Q 448.0</b>	<b>Q 815.3</b>

Nota: Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

En las tablas anteriores se muestra flujo de caja de la inversión para 15 años y servirá para evaluar criterios de decisión financiera y riesgo de la inversión.

Referente a la situación financiera los despachos registrados y proyectados se consideran alcanzables 9 en el mes que representa un 40.91% en la operación de un mes promedio, las estimaciones de despacho para el primer periodo son de 108 anuales, segundo periodo de 118 anuales y tercer periodo de 130 anuales, considerando incrementos según registros de operación cada 5 años, siendo periodos conservadores donde se podrá evaluar cambios o ajustes de acuerdo a fluctuaciones del mercado.

Los costos de maquinaria y equipo como inversión inicial es elevada y se deprecia en el tiempo de vida de la inversión, obras físicas no se realizan únicamente se asignan porcentajes de costos fijos involucrados en la operación de tendido de cable eléctrico, el personal proyectado es el óptimo y conlleva temas de seguridad industrial, insumos se consideran los básicos como combustible y mantenimientos, el incremento de los costos se proyecta cada 5 años y se podrán realizar ajustes considerables de acuerdo al mercado.

Los ingresos proyectados son sustentables y el precio por despacho en los primeros 5 años no tiene incremento, en el segundo periodo y tercer periodo se incluyen incrementos similares a los costos lo cual se podrá ajustar de acuerdo al mercado. Al realizar la integración en el flujo de caja se considera inversión en maquinaria y capital de trabajo, los ingresos y costos con variaciones cada cinco años, la utilidad bruta es positiva, el pago de impuestos es respecto a ingresos, la utilidad neta es positiva y atractiva, el flujo de la inversión finaliza con valores positivos lo cual prevé un panorama favorable para la inversión.

La situación financiera es propicia y se estructuró con la información obtenida en campo determinando los parámetros, no limitativos, de inversiones, costos, ingresos, no se tendrá ningún tipo de financiamiento externo, el valor de la inversión es alta y alcanzable, la tasa esperada de la inversión es un valor ponderado y aceptable. Se tiene la información necesaria para apoyar la toma de decisión de la inversión con los criterios evaluados a continuación.

### 4.3 Evaluación de criterios de decisión para análisis de viabilidad financiera

Los criterios de decisión a considerar para determinar la viabilidad financiera son VAN, TIR, TIRM, PRT, PRM, RBC y por último se realiza análisis de riesgo aplicando el método de simulación de Montecarlo.

#### 4.3.1 Valor actual neto

En la tabla 18 con el flujo de caja se calcula por medio de Excel valor actual neto:

**Tabla 18**

*Flujo para calcular VAN*

<b>Año</b>	<b>Flujo</b>
0	-Q 1,410,566.76
1	Q 208,496.80
2	Q 208,496.80
3	Q 208,496.80
4	Q 208,496.80
5	Q 208,496.80
6	Q 305,983.52
7	Q 305,983.52
8	Q 305,983.52
9	Q 305,983.52
10	Q 305,983.52
11	Q 448,026.51
12	Q 448,026.51
13	Q 448,026.51
14	Q 448,026.51
15	Q 815,322.94

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

El resultado del cálculo en Excel da un VAN de Q214,677.25 lo cual indica que además de obtener la tasa esperada del 15% se obtiene un excedente de Q214,677.25 adicionales, con base al VAN la decisión de inversión es viable, se acepta y prevé resultados positivos con la administración adecuada.

### 4.3.2 Tasa interna de retorno tradicional y modificada

Para el cálculo de la TIR tradicional se utiliza la tabla 18 y por medio de Excel se obtiene 17.45% siendo superior a la tasa esperada de 15%, con base en la TIR la decisión de inversión es viable y se acepta. Para el cálculo de la TIR modificada por medio de Excel se calcula una tasa considerando el valor presente, el valor futuro y el tiempo en años de la inversión, en la tabla 19 se muestran los cálculos:

**Tabla 19**

*Flujo para calcular TIRM*

<b>Año</b>	<b>Periodos faltantes</b>	<b>VT</b>
0		-Q 1,410,566.76
1	14	Q 1,475,262.00
2	13	Q 1,282,836.52
3	12	Q 1,115,510.02
4	11	Q 970,008.71
5	10	Q 843,485.84
6	9	Q 1,076,412.17
7	8	Q 936,010.58
8	7	Q 813,922.25
9	6	Q 707,758.48
10	5	Q 615,442.15
11	4	Q 783,601.17
12	3	Q 681,392.32
13	2	Q 592,515.06
14	1	Q 515,230.49
15	0	Q 815,322.94
	<b>Σ</b>	<b>Q 13,224,710.69</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

El cálculo de la TIR modificada por medio de Excel se obtiene 16.09% siendo superior a la tasa esperada de la de inversión del 15%, con base a la TIR modificada la decisión de inversión es viable y se acepta.

### 4.3.3 Periodo de recuperación tradicional y descontado

Para el cálculo del periodo de recuperación tradicional se utiliza la tabla 18, al sumar los flujos dentro del año 6 y año 7 está la recuperación, por medio de Excel se obtiene 6.77 años que es menor al tiempo de vida de la inversión, con base al periodo de recuperación tradicional la decisión de inversión es viable y se acepta. Para el cálculo del periodo de recuperación descontado se obtiene el valor actual de los flujos al año 0, en la tabla 20 se muestran los cálculos:

**Tabla 20**

*Flujo para calcular periodo recuperación descontado*

Año	VA
0	-Q 1,410,566.76
1	Q 181,301.56
2	Q 157,653.53
3	Q 137,090.03
4	Q 119,208.72
5	Q 103,659.76
6	Q 132,285.12
7	Q 115,030.54
8	Q 100,026.56
9	Q 86,979.61
10	Q 75,634.45
11	Q 96,300.26
12	Q 83,739.36
13	Q 72,816.83
14	Q 63,318.99
15	Q 100,198.69

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Con los datos obtenidos al sumar los flujos dentro del año 12 y año 13 está la recuperación y por medio de Excel se obtiene 12.19 años que es menor al tiempo de vida de la inversión, con base al periodo de recuperación descontado la decisión de inversión es viable y se acepta.

#### 4.3.4 Razón beneficio costo

Para el cálculo de la razón beneficio costo de los ingresos como de los egresos se calcula el valor actual neto al año 0, de esos resultados se divide el valor de los ingresos dentro del valor los costos y se evalúa la razón, en la tabla 21 se muestran los resultados:

**Tabla 21**

*Flujo para calcular RBC*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Costos</b>
0		Q 1,410,566.76
1	Q 995,632.97	Q 628,169.57
2	Q 995,632.97	Q 628,169.57
3	Q 995,632.97	Q 628,169.57
4	Q 995,632.97	Q 628,169.57
5	Q 995,632.97	Q 628,169.57
6	Q 1,163,968.70	Q 672,141.44
7	Q 1,163,968.70	Q 672,141.44
8	Q 1,163,968.70	Q 672,141.44
9	Q 1,163,968.70	Q 672,141.44
10	Q 1,163,968.70	Q 672,141.44
11	Q 1,416,983.93	Q 742,716.29
12	Q 1,416,983.93	Q 742,716.29
13	Q 1,416,983.93	Q 742,716.29
14	Q 1,416,983.93	Q 742,716.29
15	Q 1,416,983.93	Q 742,716.29
<b>VAN</b>	<b>Q6,451,517.09</b>	<b>Q5,251,904.39</b>

Nota. Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Al dividir Q6,451,517.09 dentro de Q5,251,904.39 se obtiene una razón beneficio costo de 1.23 lo cual indica que los ingresos son mayores que los costos y la inversión proyecta puede cumplir con sus obligaciones, con base a la relación beneficio costo la decisión de inversión es viable y se acepta.

Los criterios de decisión para análisis de viabilidad financiera dan resultados favorables con lo cual se puede tomar decisión respaldada de inversión, al revisar el flujo final utilizado para calcular el valor actual neto se observa año cero con resultado negativo por el valor de la inversión inicial y capital de trabajo, después en los siguientes 15 años valores positivos incrementales con mayor diferencial en el último año por reconocimiento del capital de trabajo y valor de desecho, obteniendo un valor actual neto a favor y se respalda la toma de decisión positiva de la inversión.

La tasa interna de retorno al utilizar el mismo flujo que para el valor actual neto da resultado mayor al valor de la tasa esperada y al calcular tasa interna de retorno modificada se considera el valor del dinero en el tiempo, se utiliza el valor presente, el valor futuro de los flujos, la tasa esperada de la inversión y los años de la inversión, lo cual da como resultado una tasa superior a la tasa esperada y con estos criterios se respalda la toma de decisión positiva de la inversión.

La inversión está proyectada para 15 años y se puede extender o crear una nueva proyección a su finalización que involucre factores de aprendizaje durante esos años, el periodo de recuperación tradicional contempla el flujo de caja y da como resultado 6.77 años lo cual es atractivo porque en un 45.13% del tiempo de la inversión se recupera, al obtener el valor presente del flujo de caja en cada año y calcular el periodo de recuperación descontado se considera el valor del dinero en el tiempo y se obtiene resultado de 12.19 años que es un 81.26% del tiempo estimado de la inversión, siendo muy al límite pero dentro de lo proyectado y se respalda la toma de decisión positiva de la inversión.

La razón beneficio costo era de esperarse resultado favorable, los ingresos son mayores que los egresos por lo cual se puede cumplir con las obligaciones y continuar con la operación. Como resultado integral de los criterios de evaluación financiera se respalda la toma de decisión favorable de la inversión quedando únicamente evaluar el riesgo que conlleva lo cual se presenta a continuación.

#### 4.3.5 Análisis de riesgo aplicando el método de simulación de Montecarlo

Para el método de simulación de Montecarlo se utiliza el simulador “simulaad40” proporcionado en uno de los cursos de la maestría, se definen como variables de entrada: a) ingresos con referencia a la información recopilada en promedio fluctúan en 10% y se ajusta a una distribución de probabilidad continua, tipo triangular y b) costos con referencia a la información recopilada en promedio fluctúan en 7% y se ajusta a una distribución de probabilidad continua, tipo triangular. Se definen como variables de salida VAN y TIR, para correr la simulación se eligen 10,000 iteraciones y en la tabla 22 se muestra un extracto:

**Tabla 22**

*Resultados de la simulación*

<b>Clase</b>	<b>Output</b>	<b>Output</b>	<b>Input</b>	<b>Input</b>
Iteración 1	20.92%	Q 524,657.92	-Q609,733.52	Q 1,031,855.90
Iteración 2	13.96%	-Q 89,625.20	-Q658,454.20	Q 973,759.12
Iteración 3	11.85%	-Q269,011.69	-Q665,734.28	Q 948,991.00
Iteración 4	17.57%	Q 225,583.00	-Q641,232.35	Q 1,012,305.63
Iteración 5	16.09%	Q 95,173.18	-Q656,028.19	Q 1,004,972.35
Iteración 6	15.90%	Q 78,510.20	-Q645,966.83	Q 990,613.07
Iteración 7	17.43%	Q 212,817.14	-Q642,277.70	Q 1,011,135.18
Iteración 8	21.05%	Q 536,651.79	-Q613,308.41	Q 1,038,073.24
Iteración 9	16.38%	Q 119,428.27	-Q607,896.02	Q 955,373.03
Iteración 10	14.42%	-Q 50,543.69	-Q650,923.61	Q 972,479.28
Iteración 11	14.65%	-Q 30,196.86	-Q635,925.54	Q 959,372.69
Iteración 12	18.31%	Q 290,795.94	-Q620,711.71	Q 1,001,236.59
Iteración 13	21.67%	Q 593,232.13	-Q611,924.52	Q 1,046,909.91
Iteración 14	18.43%	Q 302,064.37	-Q636,494.12	Q 1,021,030.07
Iteración 15	19.69%	Q 414,879.81	-Q628,263.27	Q 1,032,504.85
Iteración 16	18.04%	Q 267,578.87	-Q636,704.51	Q 1,014,933.17
Iteración 17	20.15%	Q 453,595.81	-Q587,158.66	Q 993,453.37
Iteración 18	19.27%	Q 376,448.21	-Q621,741.41	Q 1,018,122.78
Iteración 19	12.69%	-Q197,532.62	-Q652,210.63	Q 946,930.52

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

En las tablas 23 y 24 se muestra el resumen del resultado de las variables:

**Tabla 23**

*Resumen de las variables*

<b>Nombre</b>		<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>
TIR		25.45%	9.10%	17.43%
VAN	Q	939,304.56	-Q494,389.02	Q 215,332.38
Costos	-Q	585,377.90	-Q671,836.66	-Q628,090.17
Ingresos	Q	1,093,860.47	Q 897,596.22	Q 995,664.12

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

**Tabla 24**

*Continuación resumen de las variables*

<b>Nombre</b>		<b>Varianza</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>Des./Media</b>
TIR		0.08%	2.81%	16.13%
VAN	Q	61,552,303,392.00	Q 248,097.37	115.22%
Costos	Q	322,236,191.56	Q 17,950.94	-2.86%
Ingresos	Q	1,668,807,237.91	Q 40,851.04	4.10%

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

De los datos probabilísticos se puede observar que la TIR puede tener una media de 17.43% y desviación media de 16.13%, el VAN con TIR máxima es aceptable, con TIR en su valor medio los datos probabilísticos del VAN son cercanos a los del flujo de caja; con base a la TIR y VAN la decisión de inversión es favorable y se acepta. Los costos con TIR máxima, mínima y media se muestran cercanos con desviación media de 2.86% negativo lo cual es aceptable y los ingresos con TIR en su valor medio tienen un valor cercano al flujo de caja con una desviación media de 4.10% siendo un valor en rango aceptable, en referencia a costos e ingresos la decisión de inversión presenta un prospecto general favorable y se acepta.

En la tabla 25 se muestra estadística de los ingresos:

**Tabla 25**

*Estadísticas de los ingresos*

<b>Marca de clase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>F. Acumulada</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Frec. Acum.%</b>
Q 900,980.09	1	1	0.01%	0.01%
Q 907,747.82	31	32	0.31%	0.32%
Q 914,515.55	83	115	0.83%	1.15%
Q 921,283.28	140	255	1.40%	2.55%
Q 928,051.02	157	412	1.57%	4.12%
Q 934,818.75	222	634	2.22%	6.34%
Q 941,586.48	267	901	2.67%	9.01%
Q 948,354.22	324	1,225	3.24%	12.25%
Q 955,121.95	338	1,563	3.38%	15.63%
Q 961,889.68	409	1,972	4.09%	19.72%
Q 968,657.41	434	2,406	4.34%	24.06%
Q 975,425.15	539	2,945	5.39%	29.45%
Q 982,192.88	521	3,466	5.21%	34.66%
Q 988,960.61	574	4,040	5.74%	40.40%
<b>Q 995,728.34</b>	<b>634</b>	<b>4,674</b>	<b>6.34%</b>	<b>46.74%</b>
Q 1,002,496.08	678	5,352	6.78%	53.52%
Q 1,009,263.81	635	5,987	6.35%	59.87%
Q 1,016,031.54	595	6,582	5.95%	65.82%
Q 1,022,799.28	539	7,121	5.39%	71.21%
Q 1,029,567.01	466	7,587	4.66%	75.87%
Q 1,036,334.74	465	8,052	4.65%	80.52%
Q 1,049,870.21	368	8,784	3.68%	87.84%
Q 1,056,637.94	327	9,111	3.27%	91.11%
Q 1,063,405.67	234	9,345	2.34%	93.45%
Q 1,076,941.14	185	9,742	1.85%	97.42%
Q 1,090,476.60	86	9,962	0.86%	99.62%
Q 1,097,244.34	38	10,000	0.38%	100.00%

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

Los ingresos estimados en el flujo de caja de Q995,632.97 se ubican en la tabla cercano al valor de Q995,728.34 con probabilidad 46.74% de obtener un valor inferior y probabilidad 53.26% de obtener un valor superior, ingresos aceptables.

En la tabla 26 se muestra estadística de los costos:

**Tabla 26**

*Estadísticas de los costos*

<b>Marca de clase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>F. Acumulada</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Frec. Acum.%</b>
-Q 670,345.99	1	1	0.01%	0.01%
-Q 667,364.66	22	23	0.22%	0.23%
-Q 664,383.32	64	87	0.64%	0.87%
-Q 661,401.98	116	203	1.16%	2.03%
-Q 658,420.65	169	372	1.69%	3.72%
-Q 655,439.31	226	598	2.26%	5.98%
-Q 652,457.97	219	817	2.19%	8.17%
-Q 649,476.64	329	1,146	3.29%	11.46%
-Q 646,495.30	346	1,492	3.46%	14.92%
-Q 643,513.96	419	1,911	4.19%	19.11%
-Q 640,532.63	473	2,384	4.73%	23.84%
-Q 637,551.29	468	2,852	4.68%	28.52%
-Q 634,569.95	523	3,375	5.23%	33.75%
-Q 631,588.62	542	3,917	5.42%	39.17%
<b>-Q 628,607.28</b>	<b>633</b>	<b>4,550</b>	<b>6.33%</b>	<b>45.50%</b>
-Q 625,625.94	659	5,209	6.59%	52.09%
-Q 622,644.61	641	5,850	6.41%	58.50%
-Q 619,663.27	576	6,426	5.76%	64.26%
-Q 616,681.93	576	7,002	5.76%	70.02%
-Q 613,700.60	501	7,503	5.01%	75.03%
-Q 610,719.26	473	7,976	4.73%	79.76%
-Q 607,737.92	381	8,357	3.81%	83.57%
-Q 604,756.59	377	8,734	3.77%	87.34%
-Q 601,775.25	308	9,042	3.08%	90.42%
-Q 592,831.24	179	9,727	1.79%	97.27%
-Q 586,868.57	80	9,952	0.80%	99.52%
-Q 583,887.23	48	10,000	0.48%	100.00%

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

Los costos estimados en el flujo de caja de Q628,169.57 se ubican en la tabla cercano al valor de Q628,607.28 con probabilidad 45.50% de obtener un valor mayor y probabilidad 54.50% de obtener un valor menor, costos aceptables.

En la tabla 27 se muestra estadística del VAN:

**Tabla 27:**

*Estadística del VAN*

<b>Marca de clase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>F. Acumulada</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Frec. Acum.%</b>
-Q 469,670.17	1	1	0.01%	0.01%
-Q 420,232.46	9	10	0.09%	0.10%
-Q 370,794.75	16	26	0.16%	0.26%
-Q 321,357.04	46	72	0.46%	0.72%
-Q 271,919.33	83	155	0.83%	1.55%
-Q 222,481.62	133	288	1.33%	2.88%
-Q 173,043.91	197	485	1.97%	4.85%
-Q 123,606.20	270	755	2.70%	7.55%
-Q 74,168.49	325	1,080	3.25%	10.80%
-Q 24,730.78	424	1,504	4.24%	15.04%
Q 24,706.93	536	2,040	5.36%	20.40%
Q 74,144.64	564	2,604	5.64%	26.04%
Q 123,582.35	702	3,306	7.02%	33.06%
Q 173,020.06	732	4,038	7.32%	40.38%
<b>Q 222,457.77</b>	<b>726</b>	<b>4,764</b>	<b>7.26%</b>	<b>47.64%</b>
Q 271,895.48	766	5,530	7.66%	55.30%
Q 321,333.19	716	6,246	7.16%	62.46%
Q 370,770.90	666	6,912	6.66%	69.12%
Q 420,208.61	655	7,567	6.55%	75.67%
Q 469,646.32	540	8,107	5.40%	81.07%
Q 519,084.03	491	8,598	4.91%	85.98%
Q 568,521.74	403	9,001	4.03%	90.01%
Q 617,959.45	305	9,306	3.05%	93.06%
Q 667,397.16	247	9,553	2.47%	95.53%
Q 914,585.71	20	9,994	0.20%	99.94%
Q 964,023.41	6	10,000	0.06%	100.00%

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

El VAN esperado en el flujo de caja de Q214,677.25 se ubica en la tabla cercano al valor de Q222,457.77 con probabilidad 47.64% de obtener un valor inferior y probabilidad 52.36% de obtener un dato superior, el VAN es aceptable.

En la tabla 28 se muestra estadística de la TIR:

**Tabla 28**

*Estadística de la TIR*

<b>Marca de clase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>F. Acumulada</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Frec. Acum.%</b>
9.38%	1	1	0.01%	0.01%
9.94%	6	7	0.06%	0.07%
10.51%	16	23	0.16%	0.23%
11.07%	33	56	0.33%	0.56%
11.64%	73	129	0.73%	1.29%
12.20%	112	241	1.12%	2.41%
12.76%	167	408	1.67%	4.08%
13.33%	241	649	2.41%	6.49%
13.89%	294	943	2.94%	9.43%
14.46%	372	1,315	3.72%	13.15%
15.02%	459	1,774	4.59%	17.74%
15.58%	545	2,319	5.45%	23.19%
16.15%	638	2,957	6.38%	29.57%
16.71%	730	3,687	7.30%	36.87%
<b>17.28%</b>	<b>753</b>	<b>4,440</b>	<b>7.53%</b>	<b>44.40%</b>
17.84%	713	5,153	7.13%	51.53%
18.40%	767	5,920	7.67%	59.20%
18.97%	687	6,607	6.87%	66.07%
19.53%	708	7,315	7.08%	73.15%
20.10%	596	7,911	5.96%	79.11%
20.66%	505	8,416	5.05%	84.16%
21.22%	463	8,879	4.63%	88.79%
21.79%	351	9,230	3.51%	92.30%
22.35%	271	9,501	2.71%	95.01%
23.48%	134	9,855	1.34%	98.55%
25.17%	22	9,994	0.22%	99.94%
25.74%	6	10,000	0.06%	100.00%

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

La TIR esperada en el flujo de caja de 17.45% se ubica en la tabla cercano al valor de 17.28% con probabilidad 44.40% de obtener un valor inferior y probabilidad 55.60% de obtener un dato superior, la TIR es aceptable.

La tabla 29 presenta sensibilidad de ingresos y costos respecto a otras variables:

**Tabla 29**

*Sensibilidad de ingresos y costos*

<b>Variable</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Variable</b>	<b>Costos</b>
	Correlación		Correlación
Variables	C. Correlación	Variables	C. Correlación
Costos	0.0004	Ingresos	0.0004
TIR	0.8957	VAN	0.4429
VAN	0.8968	TIR	0.4447

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

Los ingresos tienen mayor correlación a variaciones del VAN y menor correlación a variaciones de los costos; además, los costos tienen mayor correlación a variaciones de la TIR y menor correlación a variaciones de los ingresos.

La tabla 30 presenta sensibilidad del VAN y TIR respecto a las otras variables:

**Tabla 30**

*Sensibilidad de VAN y TIR*

<b>Variable</b>	<b>VAN</b>	<b>Variable</b>	<b>TIR</b>
	Correlación		Correlación
Variables	C. Correlación	Variables	C. Correlación
Costos	0.4429	Costos	0.4447
Ingresos	0.8968	Ingresos	0.8957
TIR	0.9999	VAN	0.9999

Nota. Elaboración propia con base en información y simulación realizada.

El VAN tiene mayor correlación a variaciones de la TIR y menor correlación a variaciones de los costos; además, la TIR tiene mayor correlación a variaciones de la VAN y menor correlación a variaciones de los costos.

Con el análisis de riesgo se evalúan probabilidades de obtener valores positivos o negativos de ciertas variables, con base a los resultados los ingresos tienen una probabilidad 53.26% de obtener valores mayores a los presentados en el flujo de caja con una desviación media de 4.10%, los costos tienen una probabilidad 54.50% de obtener valores menores de los costos proyectados en el flujo de caja lo cual es conveniente con una desviación media 2.86% negativa lo cual se mantienen en un rango estable y aceptable, con base a resultados los ingresos y costos apoyan la toma de decisión positiva de la inversión.

El VAN tiene una probabilidad de 52.36% de obtener valores mayores al estimado en el flujo de caja lo cual prevé además de conseguir la tasa esperada de 15% obtener Q214,677.25 adicionales, lo cual mejora la expectativa de la inversión. La TIR tiene una probabilidad de 55.60% de obtener tasas mayores a la tasa esperada de 15% siendo por lo menos de 17.28%, con base a datos probabilísticos de VAN y TIR se apoya la toma de decisión positiva de la inversión.

Referente a sensibilidad de variables los ingresos tienen mayor correlación respecto al VAN, a más ingresos mayor VAN y menor correlación a variaciones de los costos. Los costos tienen mayor correlación respecto a TIR, si varían los costos afectan la TIR y menor correlación a variaciones de los ingresos. El VAN tiene mayor correlación a variaciones de la TIR, a mayor VAN mayor TIR y menor correlación respecto a los costos. La TIR tiene mayor correlación respecto al VAN, a mayor TIR mayor VAN y menor correlación a los costos. Las correlaciones tienen sensibilidades favorables y coherentes respecto a la decisión de inversión, con base a las probabilidades obtenidas por el método de simulación de Montecarlo se apoya la toma de decisión favorable de la inversión.

#### **4.4 Toma de decisión de la inversión**

Con base en la información disponible los aspectos técnicos son favorables, mejoran procesos y son propicios para la imagen del sector de construcción y mantenimiento de redes eléctricas, consideran temas de seguridad industrial, la maquinaria es adecuada, se obtuvo información para realizar el análisis de la situación financiera costeando las máquinas y componentes, costos fijos, personal, definiendo incremento en los costos no onerosos en los lapsos de tiempo propuestos, se proyectaron ingresos para estructurar flujo de caja que sirvió para evaluación de criterios de decisión financiera.

Al evaluar criterios de decisión para el análisis de la viabilidad de la inversión se obtuvo un valor actual neto positivo indicando que además de la tasa esperada se obtiene un valor monetario adicional, la tasa interna de retorno y la tasa interna de retorno modificada son superiores a la tasa esperada de la inversión, el periodo de recuperación tradicional y descontado son menores al tiempo estimado de la inversión, la razón beneficio costo indica que los ingresos son mayores que los costos y la empresa puede operar.

El análisis del riesgo de la inversión realizado por el método de simulación de Montecarlo da como resultado probabilidad favorable de obtener valores mayores de ingresos a los estimados, probabilidad propicia de obtener menores costos a los estimados, probabilidad positiva de obtener mayor valor actual neto al estimado con valor monetario adicional al esperado, la tasa interna de retorno tiene probabilidad adecuada de obtener valores mayores a la tasa esperada de la inversión.

Con base a los resultados antes expuestos, no limitativos, se respalda la toma de decisión a favor de la inversión en maquinaria de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

## CONCLUSIONES

1. Se definieron los aspectos técnicos con base en la adquisición de la maquinaria y su funcionamiento en la realización del tendido de cable eléctrico y su implementación conlleva maquinaria y equipo óptimo, mejora el control de la operación, se incrementa la productividad, la satisfacción de los clientes mejorará por la imagen de empresas especializadas y da oportunidad para la expansión del negocio, técnicamente la decisión de inversión financiera es aceptable y brinda información para el estudio de inversiones y proyección de costos.
2. Se estableció la situación financiera con base en la información obtenida en la investigación de campo determinando inversión inicial Q1,244,952.66, capital de trabajo Q165,614.10, costos de operación Q628,169.57 del año 1 al año 5; Q672,141.44 del año 6 año 10 y Q742,716.29 del año 11 al año 15, se incluyen temas de seguridad industrial en los rubros de maquinaria y equipo, costos fijos y cargos. Ingresos Q995,632.97 del año 1 al año 5; Q1,163,968.70 del año 6 al año 10 y Q1,416,983.93 del año 11 al año 15, el financiamiento se realizará con capital propio, tasa esperada es de 15%, tasa fiscal con 12% IVA y 7% ISR respecto a ingresos, del análisis y resultados de proyecciones financieras se prevé favorable la decisión de inversión.
3. Se evaluaron los resultados financieros aplicando criterios de decisión para el análisis de viabilidad financiera y se obtuvo con un método de cálculo determinístico VAN indicando que además de obtener la tasa esperada de 15% utilizada para cálculos se obtiene Q214,677.25 adicionales, TIR 17.45% que es superior a la tasa esperada, TIRM 16.09% que es superior a la tasa esperada, PRT 6.77 años que es inferior al tiempo de vida proyectado, PTD 12.19 años que es inferior al tiempo de vida proyectado, RBC 1.23 indica que se puede cumplir con las obligaciones financieras y fiscales, con base a estos criterios la decisión de inversión financiera es aceptable.

4. Se realizó el análisis de riesgo de la inversión aplicando el método de simulación de Montecarlo con un método de cálculo probabilístico y se obtuvo ingresos medios Q995,664.12, costos medios Q628,090.17, VAN medio Q215,332.38, TIR media 17.43%, ingresos con probabilidad 53.26% de obtener valores mayores a los proyectados, costos con probabilidad 54.50% de obtener valores menores a los proyectados, VAN con una probabilidad 52.36% de obtener valores mayores a los proyectados, TIR con probabilidad 55.60% de obtener valores mayores a los proyectados, con base en el riesgo la decisión de inversión financiera es aceptable.
5. Se comprobó la hipótesis que, al realizar el estudio y evaluación de la adquisición de maquinaria para la realización de operaciones de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala, permite determinar la viabilidad financiera de la inversión, aplicando criterios de decisión financiera.
6. Con base al estudio y análisis expuesto, no limitativo, los escenarios técnicos y financieros son favorables, los criterios de evaluación aceptables y las probabilidades de riesgo prevén resultados positivos, por lo cual se respalda y acepta la decisión de inversión en maquinaria de tendido de cable eléctrico, en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala.

## RECOMENDACIONES

1. Aunque el estudio y evaluación se realizó para determinar la viabilidad financiera de la inversión para la adquisición de maquinaria, pueden existir otros puntos de mejora y necesidades a satisfacer para potencializar la operación en empresas que prestan servicios de construcción y mantenimiento de redes eléctricas en Guatemala, se recomienda realizar otros estudios que enriquezcan la operación y se orienten a la sostenibilidad del negocio.
2. Al realizar la adquisición de la maquinaria propuesta llevar un control y seguimiento de ingresos y costos para detectar e implementar mejoras en la operación, además analizar los flujos de caja para validar que lo financiero cumpla con el objeto de acumular ganancias al negocio sin afectar la seguridad industrial o calidad del servicio.
3. El costo de capital de la inversión se calculó por CPPC con tasas de referencia que utilizan las empresas del sector, se recomienda realizar un análisis a detalle de los parámetros que utilizan para determinarla y puede ser tema a seguir en otra investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

### 1. Libros

Besley, S., & Brigham, E. (2009). *Fundamentos de administración financiera*. México: Cengage Learning.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education.

Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2008). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Omac. (2014). *Manual de usuario, español, FA03-R14-ES*. Italia: Omac Italy.

Sapag C., N., & Sapag C., R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.

Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación*. Chile: Pearson Educación.

Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill Education.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2015). *Instructivo de tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias*. Guatemala: USAC.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2015). *Guía metodológica para la elaboración del informe final de tesis*. Guatemala: USAC.

Vélez, I. (2003). *Decisiones empresariales bajo riesgo de incertidumbre*. Bogotá: Norma.

## 2. Consultas electrónicas

AMM. (2019). *AMM Administrador del Mercado Mayorista*. Recuperado el 10 de febrero de 2019, de AMM Administrador del Mercado Mayorista: [https://www.amm.org.gt/portal/?page\\_id=17](https://www.amm.org.gt/portal/?page_id=17)

Chamochoy, C. (2014). *Seguridad e higiene industrial*. Perú: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Recuperado el 06 de agosto de 2020, de <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/599/Seguridad%20e%20Higiene%20Industrial-1-79.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CNEE. (1999). *CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de NTDOID Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución: <http://www.cnee.gob.gt/pdf/resoluciones/1999/47-99.pdf>

CNEE. (2002). *Informe de Gestión 1997-2002*. Guatemala: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Recuperado el 3 de febrero de 2019, de <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/memo/informe-labores97-2002.pdf>

CNEE. (2019). *CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Recuperado el 4 de febrero de 2019, de CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica: [http://www.cnee.gob.gt/wp/?page\\_id=395](http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=395)

CNEE. (2019). *CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Recuperado el 6 de febrero de 2019, de CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica: [http://www.cnee.gob.gt/wp/?page\\_id=493](http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=493)

COBRA. (2019). *Grupo Cobra*. Recuperado el 11 de febrero de 2019, de Grupo Cobra: <https://www.grupocobra.com/areas-de-negocio/redes/electricidad/>

- Conjura, C., Castañeda, F., & Hándal, E. (2016). *Manual de Electricidad y electrónica básica. Robótica educativa*. El Salvador: Ministerio de Educación. Recuperado el 05 de agosto de 2020, de <http://www.miportal.edu.sv/wpcontent/uploads/recursos/manual%20de%20electronica%20y%20electricidad%20b%C3%A1sica.pdf>
- Consulting, A. 6. (2010). *UGT FICA, Industria, Construcción y Agro*. Recuperado el 10 de agosto de 2020, de UGT FICA, Industria, Construcción y Agro: <https://www.ugtfica.org/images/proyectos/sl/indirectas/2009/metal/Manual%20electricidad%20montaje%20y%20mantenimiento%20de%20instalaciones%20de%20AT%20y%20BT%20%20TPC%20sector%20metal%20parte%20especifica.pdf>
- Dispac. (2015). *Dispac, la energía del Chocó*. Recuperado el 15 de febrero de 2019, de Manual de mantenimiento para redes de alta, media y baja tensión Empresa Distribuidora del Pacífico: <http://dispac.com.co/wp-content/uploads/2015/05/ANEXO-18-B-MANUAL-DE-MANTENIMIENTO-PARA-REDES-DE-ALTA-MEDIA-Y-BAJA-TENSI%C3%93N.pdf>
- EEGSA. (2019). *EEGSA Empresa Electrica de Guatemala*. Recuperado el 10 de febrero de 2019, de EEGSA Empresa Electrica de Guatemala: <https://eegsa.com/energica/>
- Floyd, T. (2007). *Principios de circuitos eléctricos*. México: Pearson Educación. Recuperado el 11 de agosto de 2020, de [http://media.espora.org/mgoblin\\_media/media\\_entries/1455/Principios\\_de\\_circuitos\\_electricos.pdf](http://media.espora.org/mgoblin_media/media_entries/1455/Principios_de_circuitos_electricos.pdf)
- Fremap. (2014). *Universidad de Salamanca*. Recuperado el 08 de agosto de 2020, de Universidad de Salamanca: [https://www.usal.es/files/Manual\\_Seg\\_ySalud\\_Trabajos\\_Baja\\_Tensi\\_\\_n.pdf](https://www.usal.es/files/Manual_Seg_ySalud_Trabajos_Baja_Tensi__n.pdf)

- GAUSS. (2019). *GAUSS Nacional de Instalaciones*. Recuperado el 11 de febrero de 2019, de GAUSS Nacional de Instalaciones: <https://www.gauss.com.gt/servicios/division-electrica/>
- MEM. (2019). *Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas*. Recuperado el 2 de febrero de 2019, de Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas: <https://mem.gob.gt/objetivos-funciones-valores-2/>
- Observador, E. (2017). *Análisis alternativo sobre política y economía, informe especial No. 10*. Guatemala: El Observador. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de <http://www.albedrio.org/htm/otrosdocs/comunicados/EIObservador-InformeEspecialNo.10-SanMateolxtatan.pdf>
- Santiago, F. (2009). *Asociación de Administradores Gubernamentales*. Recuperado el 17 de febrero de 2019, de Asociación de Administradores Gubernamentales: <http://www.asociacionag.org.ar/pdfcap/5/Sobrero,%20Francisco%20-%20ESTUDIOS%20DE%20VIABILIDAD%20LA%20CENICIENTA%20DE%20LOS%20PROYECTOS%20DE%20INVERSION.pdf>
- Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., . . . Subiela, V. (2008). *Ciencia Canaria, Gobierno de Canarias*. Recuperado el 12 de agosto de 2020, de Ciencia Canaria, Gobierno de Canarias: <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

## **ANEXOS**

## **Anexo 1: Guía de entrevista en el trabajo de campo**

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Económicas

Escuela de estudios de Postgrado

Maestría en Administración Financiera

Agradeciendo la atención y disponibilidad de acceso a información que se describe a continuación:

1. ¿Cuál es el método de tendido de cable eléctrico?
2. ¿Qué aspectos de seguridad industrial se relacionan en la operación?
3. ¿Qué experiencia mínima necesaria, debe tener el personal involucrado?
4. ¿Cuál es la funcionalidad de las máquinas en el tendido de cable eléctrico?
5. ¿Qué beneficios se obtiene en la implementación de las máquinas?
6. ¿Qué cantidad de despachos se tienen registrados al mes?
7. ¿Cuáles son los costos que se involucran?
8. ¿Cuánto se incrementan esos costos anualmente?

Se hace de su conocimiento que todos los datos serán confidenciales y se utilizarán exclusivamente para fines académicos.

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Registros de operación.....	52
Tabla 2: Maquinaria y equipo .....	55
Tabla 3: Costos fijos.....	56
Tabla 4: Proyección sueldo con prestaciones .....	56
Tabla 5: Cargos y sueldos.....	57
Tabla 6: Sueldos con horas extras .....	58
Tabla 7: Insumos y mantenimiento.....	58
Tabla 8: Total costos de operación anual.....	59
Tabla 9: Proyección de costos anuales.....	60
Tabla 10: Precio por despacho.....	61
Tabla 11: Proyección de ingresos anuales.....	61
Tabla 12: Periodo a financiar.....	62
Tabla 13: Resumen de inversión.....	63
Tabla 14: Flujo de caja del año 0 al año 3.....	64
Tabla 15: Flujo de caja del año 4 al año 7.....	64
Tabla 16: Flujo de caja del año 8 al año 11.....	65
Tabla 17: Flujo de caja del año 12 al año 15.....	65
Tabla 18: Flujo para calcular VAN.....	67

Tabla 19: Flujo para calcular TIRM .....	68
Tabla 20: Flujo para calcular periodo recuperación descontado .....	69
Tabla 21: Flujo para calcular RBC.....	70
Tabla 22: Resultados de la simulación.....	72
Tabla 23: Resumen de las variables .....	73
Tabla 24: Continuación resumen de las variables.....	73
Tabla 25: Estadísticas de los ingresos.....	74
Tabla 26: Estadísticas de los costos .....	75
Tabla 27: Estadística del VAN.....	76
Tabla 28: Estadística de la TIR .....	77
Tabla 29: Sensibilidad de ingresos y costos .....	78
Tabla 30: Sensibilidad de VAN y TIR .....	78

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Tendencia de despachos para 15 años .....	53
Figura 2: Tendencia incremento de costos para 15 años.....	59