

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



**ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN EN PROYECTOS
DE IMPLEMENTACIÓN Y ARRENDAMIENTO DE TELEMETRÍA PARA
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DEPARTAMENTO
DE GUATEMALA**

INGENIERO JAVIER ANDRÉS RODRÍGUEZ MAYÉN

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN EN PROYECTOS
DE IMPLEMENTACIÓN Y ARRENDAMIENTO DE TELEMETRÍA PARA
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DEPARTAMENTO
DE GUATEMALA**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el "Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias", actualizado y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en la resolución contenida en el Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado 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:
LIC. MSC. ARMANDO MELGAR RETOLAZA**

**AUTOR:
ING. JAVIER ANDRÉS RODRÍGUEZ MAYÉN**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

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 Oviedo Zacarías
Vocal V: P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

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

Presidente: MSc. Jorge Alexander Pérez Monroy
Secretario: MSc. Karen Marleni Ortiz López
Vocal Examinador: Dr. Héctor Alfonso Pineda

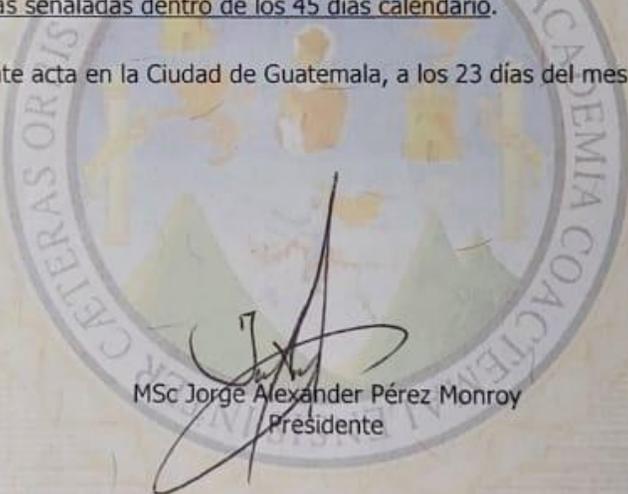


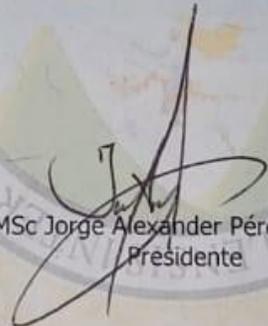
ACTA No. AF-JN-47-2021

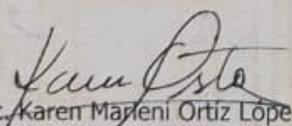
De acuerdo al estado de emergencia nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el campus central de la Universidad, ante tal situación 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 **23 de julio de 2,021**, a las **16:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Electrónico **Javier Andrés Rodríguez Mayén**, carné No. **201212980**, 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 **"ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN EN PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN Y ARRENDAMIENTO DE TELEMETRÍA PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DEPARTAMENTO DE 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 **76** 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.

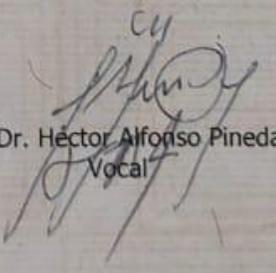
En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los 23 días del mes de Julio del año dos mil veintiuno.

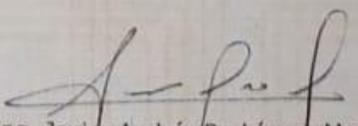



MSc Jorge Alexander Pérez Monroy
Presidente


MSc Karen Marleni Ortiz López
secretario




Dr. Héctor Alfonso Pineda
Vocal


Ing. Javier Andrés Rodríguez Mayén
Postulante



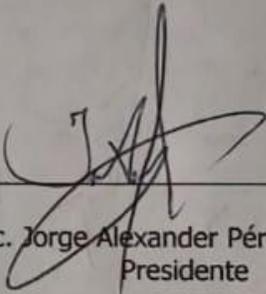
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Javier Andrés Rodríguez Mayén, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 3 de septiembre de 2021.

(f)


MSc. Jorge Alexander Pérez Monroy
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



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

J.D-TG. No. 918-2021
Guatemala, 27 de octubre del 2021

Estudiante
Javier Andrés Rodríguez Mayén
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 26-2021, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 25 de octubre 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 de las Escuelas de Contaduría Pública y Auditoría, Economía, Administración de Empresas 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, Trabajos Profesionales 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. 56-2021	<u>Javier Andrés Rodríguez Mayén</u>	<u>201212980</u>	ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN EN PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN Y ARRENDAMIENTO DE TELEMETRÍA PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

...

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

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



M.CH

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por ser fuente de fortaleza y sabiduría para poder culminar mis estudios de maestría.
- A MIS PADRES:** Claudia Mayén y Ethelwaldo Rodríguez, por su incondicional amor y apoyo.
- A MIS HERMANAS:** Veraly, Claudia y Rocío, por su apoyo y motivación para seguir adelante.
- A MIS ABUELOS:** Dora de Mayén, Angélica de Rodríguez, Manuel Rodríguez (†) y Carlos Mayén por ser fuente de apoyo y ejemplo en mi vida.
- A MI PROMETIDA:** Alejandra Morales, por su amor y por su apoyo incondicional durante mis estudios de maestría y la realización de este trabajo.
- AL RESTO DE MI FAMILIA:** Especialmente a mi tío “chicho” (†), quien siempre fue un ejemplo de cómo vivir con alegría.
- A LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por ser la casa de estudios que me ha forjado como profesional.
- A LOS CATEDRATICOS DE LA MAESTRÍA:** Por compartir su valioso conocimiento y ser un excelente ejemplo de profesionales en sus respectivas áreas.
- A LIC. MSC. ARMANDO MELGAR RETOLAZA:** Por el tiempo brindado en la asesoría de este trabajo, su apoyo y consejos compartidos.
- A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS:** Por todos los momentos compartidos durante la maestría.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iv
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Antecedentes de sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala	2
1.2 Antecedentes de proyectos de telemetría implementados en sistemas de distribución de agua potable	6
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Telemetría.....	9
2.2 Instrumentación industrial.....	10
2.3 Redes de comunicación	11
2.4 Sistemas de distribución de agua potable	12
2.5 Dispositivos de un sistema de distribución de agua potable que se integran a una telemetría.....	15
2.6 Telemetría aplicada a un sistema de distribución de agua potable	16
2.7 Presupuesto de Capital	18
2.7.1 Inversión	18
2.7.2 Inversión inicial	18

2.8	Financiamiento	19
2.8.1	Fuentes de financiamiento a largo plazo	19
2.8.2	Estructura de capital	19
2.9	Apalancamiento	19
2.9.1	Apalancamiento operativo	20
2.9.2	Apalancamiento financiero.....	20
2.9.3	Apalancamiento total	20
2.10	Capital de trabajo.....	20
2.11	Valor de rescate.....	21
2.12	Costo de capital	21
2.12.1	Costo de capital propio	21
2.12.2	Costo de capital de deuda	23
2.12.3	Promedio Ponderado de Costo de Capital (PPCC)	23
2.13	Beneficios fiscales	24
2.14	Tasa de descuento	24
2.15	Presupuesto de caja	24
2.15.1	Flujo de efectivo neto	25
2.15.2	Flujos netos proyectados	25
2.16	Evaluación financiera.....	26

2.16.1 Valor actual neto (VAN)	26
2.16.2 Tasa interna de retorno (TIR).....	27
2.16.3 Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).....	27
2.16.4 Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	28
2.16.5 Análisis costo – beneficio.....	28
2.17 Análisis de Riesgo	29
2.17.1 Método de análisis de riesgo de escenarios	29
3. METODOLOGÍA.....	31
3.1 Definición del problema	31
3.2 Objetivos.....	33
3.2.1 Objetivo general.....	33
3.2.2 Objetivos específicos.....	33
3.3 Hipótesis.....	34
3.3.1 Especificación de variables.....	34
3.4 Diseño de la investigación	34
3.5 Método científico.....	35
3.6 Técnicas de investigación aplicadas.....	36
3.6.1 Técnicas de muestreo	36
3.6.2 Técnicas de investigación documental	36

3.6.3	Técnicas de investigación de campo	37
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38
4.1	Evaluación financiera y análisis de riesgo de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable	38
4.2	Análisis PESTEL.....	38
4.3	Costo de telemetría	42
4.3.1	Capital de trabajo.....	43
4.4	Inversión Inicial	44
4.4.1	Fuentes de financiamiento.....	45
4.4.2	Valor de rescate.....	47
4.5	Precio de arrendamiento de telemetría.....	48
4.6	Flujo de caja	49
4.6.1	Flujo de ingresos	49
4.6.2	Flujo de gastos	50
4.7	Proyección de flujos netos.....	51
4.8	Tasa de descuento	52
4.8.1	Costo de la deuda a largo plazo	52
4.8.2	Costo del capital propio	52
4.8.3	Promedio Ponderado de Costo de Capital.....	54

4.9	Flujo neto proyectado	54
4.10	Valor Actual Neto (VAN)	55
4.11	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	55
4.11.1	Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).....	55
4.12	Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	56
4.13	Análisis Costo-Beneficio	56
4.14	Análisis de riesgo mediante el método de escenarios	56
4.15	Valor esperado del VAN y desviaciones sobre escenarios.....	59
4.16	Probabilidad de rentabilidad y pérdida en la inversión.....	60
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES.....		62
BIBLIOGRAFÍA.....		63
1.	Bibliografía.....	63
2.	Referencias electrónicas.....	65
ÍNDICE DE TABLAS.....		68
ÍNDICE DE FIGURAS.....		69
ANEXOS.....		70
GLOSARIO.....		105

RESUMEN

El agua es un recurso indispensable para la vida y esencial para el desarrollo de poblaciones. En el departamento de Guatemala operan distintas empresas distribuidoras de agua potable y la correcta gestión del recurso debe ser prioridad, aún más cuando se tienen problemas de sequía y desabastecimiento a raíz del calentamiento global.

Debido al crecimiento demográfico que existe en el departamento de Guatemala, es necesario modernizar los procesos de distribución de agua potable existentes y la telemetría junto con la aplicación de otras tecnologías es una buena herramienta que permite mejorar la gestión, controlar parámetros de calidad, permitir la continuidad del servicio y cuidar el recurso hídrico.

La implementación y arrendamiento de proyectos de telemetría aplicados a sistemas de distribución de agua potable, objeto de estudio de la investigación, requiere aplicación de servicios técnicos e ingeniería en conjunto y su vez, demanda el uso de equipos especializados que permitan obtener información de los procesos involucrados en la distribución del agua potable.

El problema de investigación relacionado a los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala se centra en la falta de información financiera que respalde la viabilidad y el riesgo al que están expuestos estos proyectos. De esa manera, esta investigación se enfoca hacia el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría.

La investigación se realizó tomando como base el método científico en sus tres fases: indagatoria, para la recolección de información que fuera útil para el tema de investigación; demostrativa, para establecer y ejecutar métodos y técnicas que permitieran medir matemática y estadísticamente. Y, por último, la fase expositiva, para la exposición de los resultados obtenidos en las dos fases previas.

El diseño de la investigación fue experimental y la definición de la muestra fue probabilística, y fue obtenida mediante una técnica de muestreo de azar sistemático.

Los resultados más significativos y las conclusiones principales de la investigación se presentan a continuación:

La hipótesis de investigación se confirma, la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala es financieramente viable, tomando en consideración que se puede obtener un rendimiento sobre el capital invertido del 24.12%, un periodo de recuperación de tres años y once meses aproximadamente tiene una probabilidad de obtener rentabilidad del 79.54% y un riesgo de pérdida del 20.46%.

La inversión inicial para adquisición de equipos y materiales y capital de trabajo asciende a Q5,052,901. La estructura de financiamiento para la inversión inicial es 61.35% con capital propio y 38.65% con un préstamo bancario a plazo de cinco años, con pagos en cuota nivelada y tasa de interés del 10.5% anual. El valor de rescate de las telemetrías aplicadas a sistemas de distribución de agua potable es de Q659,138.

La tasa de descuento fue determinada mediante el uso del promedio ponderado de costo de capital (PPCC), la cual fue 14.60%. Los resultados obtenidos en la evaluación financiera son: Valor Actual Neto – VAN, Q1,331,452; Tasa Interna de Retorno – TIR, 24.12%; Tasa Interna de Retorno Modificada – TIRM, 20.09%; Periodo de Recuperación de la Inversión – PRI, tres años y once meses aproximadamente; y relación costo – beneficio de 1.08.

El análisis de riesgo de la inversión mediante el método de escenarios indica una probabilidad de 79.54% de obtener un Valor Actual Neto (VAN) positivo y una probabilidad de 20.46% de obtener pérdida en la inversión o que el Valor Actual

Neto (VAN) sea menor a cero. Los resultados del análisis de escenarios permiten contar con una doble confirmación sobre la viabilidad financiera de la inversión.

INTRODUCCIÓN

El departamento de Guatemala posee una alta disponibilidad de agua en su territorio geográfico que puede tratarse para que sea apta para el consumo humano, sin embargo, a raíz del crecimiento demográfico al que está expuesta el área metropolitana del país, la demanda se ha incrementado a través de los años. En la actualidad, los distribuidores de agua potable que operan en el departamento de Guatemala tienen un enfoque meramente extractivo del agua y han dejado por un lado su gestión y cuidado, acciones que están relacionadas con implementación de tecnologías y métodos que permitan optimizar su obtención, tratamiento y distribución.

Para que una distribuidora de agua potable sea capaz de cuidar y gestionar integralmente el recurso hídrico debe implementar tecnologías en su proceso, que le permitan, entre otras cosas, medir consumos instantáneos y diarios, medir parámetros de calidad y monitorear en tiempo real redes de distribución para evitar fugas y despilfarros. No obstante, en el departamento de Guatemala, existe un mercado poco desarrollado de empresas que implementan telemetría o medición remota a fin de consolidar toda la información de sistemas de distribución de agua con el fin de ponerla a disposición de los encargados del funcionamiento y mantenimiento de estos sistemas de distribución.

La implementación de telemetría en sistemas de distribución de agua potable es hasta cierto punto compleja, debido a que requiere de profesionales capacitados en diferentes ramas como la instrumentación, electrónica y telecomunicaciones. De igual forma, los equipos utilizados en este tipo de proyectos son especializados y con poca frecuencia son encontrados en el mercado local, lo cual implica que deben comprarse en el extranjero e importarse. En síntesis, los proyectos de implementación de telemetría requieren un desembolso considerable de dinero y derivado de esto, resulta importante evaluar financieramente su ejecución.

La importancia de esta investigación reside en estudiar el mercado, identificar potenciales clientes, analizar el riesgo y el rendimiento que pueden tener los proyectos de telemetría para sistemas medianos de distribución de agua potable del departamento de Guatemala.

El objetivo general de la investigación es: determinar la viabilidad financiera y el riesgo en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable, a través del uso de herramientas financieras y métodos de análisis de riesgo, con la finalidad de crear y proporcionar información financiera relevante a los ejecutores de proyectos.

Los objetivos específicos de la investigación son: realizar un análisis financiero de la inversión, a partir de los resultados de la investigación de campo, con el fin de determinar la inversión inicial, fuentes de financiamiento, capital de trabajo, ingresos, egresos y la tasa de descuento de los proyectos. Calcular los flujos netos a cinco años, a partir del año 2020, utilizando como tasa de descuento el promedio ponderado de costo de capital, con el fin de determinar los valores actuales equivalentes. Efectuar la evaluación financiera y el análisis de riesgo de la inversión, mediante el uso de herramientas financieras como, el valor actual neto, tasa interna de retorno, periodo de recuperación de la inversión, análisis costo-beneficio y método de escenarios, a fin de determinar el rendimiento de la inversión y el riesgo al que están expuestos los proyectos.

La hipótesis relacionada con la investigación es la siguiente: el análisis del riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable del departamento de Guatemala permite determinar la viabilidad financiera de la inversión y el nivel del riesgo al que está expuesto este tipo de proyectos.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: el capítulo uno, antecedentes, presentan un marco histórico, referencial teórico y empírico de la investigación; el

capítulo dos, marco teórico, presenta la teoría y conceptos que fundamentan la investigación y la propuesta de solución al problema; el capítulo tres, metodología, contiene una explicación del procedimiento utilizado para el desarrollo de la investigación, la definición del problema, objetivos, hipótesis, variables y técnicas utilizadas.

El capítulo cuatro, discusión de resultados del análisis financiero de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable; consiste en análisis PESTEL y los aspectos financieros que fueron utilizados como base para efectuar el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión. En este capítulo, se establece el costo de una telemetría, la inversión inicial, las fuentes de financiamiento, el capital de trabajo y el valor de rescate de los proyectos. Así como, los flujos de ingresos y gastos proyectados, de igual modo, los flujos netos proyectados durante los cinco años de duración del estudio financiero. Por último, se detalla el cálculo del costo de capital propio y la tasa de descuento, a través del promedio ponderado de costo de capital.

Así mismo, se desarrolla la evaluación financiera, como propuesta para determinar la viabilidad financiera de la inversión, se calculan las herramientas de evaluación financiera, valor actual neto – VAN, tasa interna de retorno – TIR, periodo de recuperación de la inversión – PRI y el análisis costo – beneficio. El análisis de riesgo de la inversión presenta, a través del método de escenarios, la probabilidad de que la inversión obtenga pérdidas o ganancias.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, anexos y glosario de palabras claves de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

Los antecedentes presentan un marco histórico, referencial teórico y empírico, relacionado con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría, para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

La historia de los sistemas de distribución de agua potable se remonta a la misma historia del hombre. El agua es un recurso necesario para la vida; las primeras culturas se asentaron cerca de ríos o cuerpos de agua, debido a la facilidad de acceso al recurso hídrico. Para contar con un suministro de agua accesible, el hombre ha empleado toda su capacidad y creatividad. Por ejemplo, el imperio romano contaba con un sistema de acueductos de unos aproximadamente 100 kilómetros, con el cual se podían abastecer unos 3 millones de habitantes romanos. La civilización griega se caracterizaba por tener grandes infraestructuras como presas, acueductos, baños públicos o alcantarillado.

Los sistemas de distribución de agua potable han evolucionado junto con la tecnología de la época. En un principio, los acueductos eran construidos con barro cocido o piedra, posteriormente se crearon las tuberías de aleaciones y de concreto. Posterior a la revolución industrial, los sistemas de distribución de agua potable sufrieron considerables mejoras. Para extraer el agua del subsuelo se empezaron a utilizar bombas eléctricas de agua, así como tanques de almacenamiento para su captación y su posterior tratamiento y distribución. (Escobar, 2017)

A raíz del uso de sistemas mecánicos y eléctricos en los sistemas de distribución de agua potable, la medición se hizo presente. Arreaga (2013) menciona que, con la revolución industrial surge la necesidad de controlar los procesos de producción, lo que implica efectuar mediciones durante los mismos, ya que no se puede controlar ni mejorar lo que no se mide.

Para asegurar un buen funcionamiento de estos sistemas se debían medir magnitudes como la presión, el caudal, niveles en tanques de almacenamiento, variables eléctricas en los motores y actuadores. En un principio, muchas de las mediciones se realizaban

con procedimientos rudimentarios, sin embargo, con la aparición y evolución de la instrumentación, se empezaron a realizar mediciones de forma indirecta que permitían obtener información en el sitio.

La telemetría tuvo sus inicios en el siglo XIX, debido a la necesidad de obtener información de procesos que tienen un acceso difícil y transmitirla hacía otro lugar en donde esta sería necesaria y oportuna. Como muchas de las tecnologías que se conocen en la actualidad, la telemetría se desarrolló gracias a investigaciones e implementaciones relacionadas con la guerra. Aunque es difícil rastrear los inicios de la relación entre de la telemetría y los sistemas de distribución de agua potable, cabe hacer énfasis en que la necesidad de medir tanto magnitudes físicas como químicas en los procesos de distribución de agua los llevó a unirse en cierto momento de la historia.

1.1 Antecedentes de sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala

Según datos históricos, el abastecimiento de agua potable en el departamento de Guatemala data de la época en donde se realizaba el acomodo de la actual ciudad de Guatemala en el Valle de la Ermita, asiento escogido para la Nueva Guatemala de la Asunción y de sus alrededores. (Mollinedo, 2014)

En las crónicas de Polo (1966) indica que, en el año 1741 el Capitán de milicias Juan de Dios Aristondo figuraba como uno de los primeros arquitectos y fontaneros encargados del abastecimiento de agua en las pequeñas ciudades que existían, en ese entonces, en el departamento de Guatemala. En un inicio, el agua que se obtenía para distribución de las afluentes de Concepción, Pancochá, Belén, Acatán y La Bonita, se suministraba sin presión en un sistema primario de tuberías de barro cocido; cabe mencionar que, no se realizaba ninguna medición sobre el agua que se distribuía. A finales de 1777 se construyó el famoso Acueducto de la Culebra, localizado actualmente en los alrededores de bulevar Liberación y la 20 calle de la zona 14.

Durante el siglo XX en el departamento de Guatemala, la mayoría de las municipalidades eran las encargadas de brindar agua tanto de tipo urbana, como rural. En este periodo

ya se conocía de sistemas secundarios de distribución de agua, que se utilizaban para medir y resguardar los caudales que se servían a cada uno de los usuarios en forma particular.

Fue hasta la época del presidente Jorge Ubico (1931 – 1944) en que un alcalde, el Ingeniero Arturo Bickford mejoró el suministro de agua. Se instaló el agua de Mariscal y se comenzó a higienizar el agua que se distribuía en la capital. La compañía de Agua del Mariscal, S.A. fue la primera empresa privada de distribución de agua potable de Guatemala; sus instalaciones se ubicaban cerca del río Pansalic en el municipio de Mixco en el departamento de Guatemala. (Arriola, 1961).

La Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA), fue creada por acuerdo municipal del 28 de noviembre de 1972, con la principal función de dotar de los servicios de agua potable y alcantarillado a los habitantes del área metropolitana del Departamento de Guatemala. Actualmente EMPAGUA abastece del vital líquido a los vecinos de la ciudad de Guatemala y municipios aledaños a través de diferentes sistemas de producción, distribución y tratamiento de aguas. (Municipalidad de Guatemala, 1978).

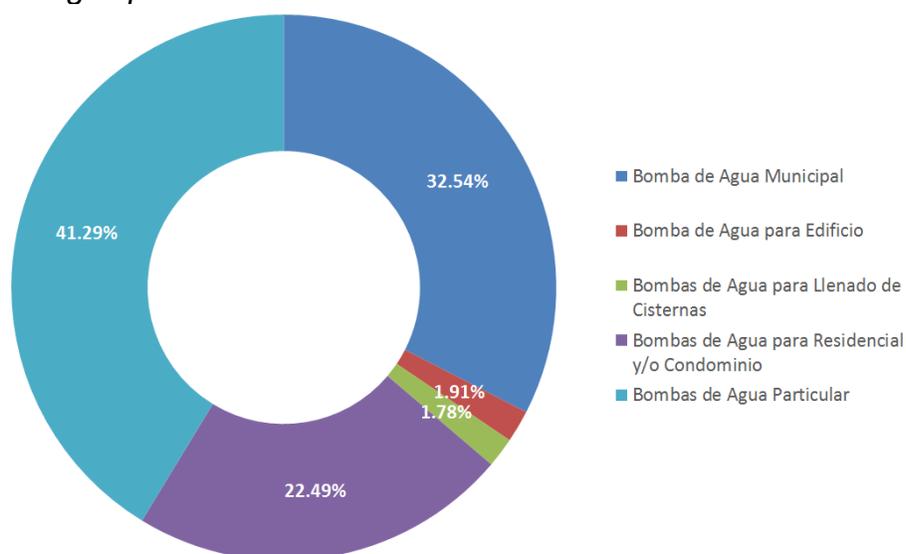
Según estimaciones de la población total por municipio, periodo 2008-2020 del Instituto Nacional de Estadística (INE), para finales del año 2019, el departamento de Guatemala cuenta con una población aproximada de tres millones y medio de habitantes, convirtiéndolo así en el departamento más poblado de todo el país. Esto representa que, el departamento de Guatemala sea uno de los departamentos a nivel nacional con mayor demanda del recurso hídrico, específicamente hablando del agua para uso y consumo humano.

En el departamento de Guatemala existe un aproximado de 1,500 servicios de energía eléctrica relacionados con bombas de agua potable, de los cuales, en su mayoría, son sistemas de distribución pequeños para complejos habitacionales. Sin embargo, existe una fracción de estos servicios que están relacionados con sistemas medianos de distribución, los cuales a su vez pueden ser públicos o administrados por las municipalidades del departamento de Guatemala, o bien, servicios privados que

distribuyen agua potable a ciertas zonas comerciales como también en residenciales. (Empresa Eléctrica de Guatemala, 2019).

Figura 1

Servicios de energía eléctrica del departamento de Guatemala relacionados con distribución de agua potable



Fuente: elaboración propia con base a información de empresa de distribución de energía eléctrica del departamento de Guatemala (2019).

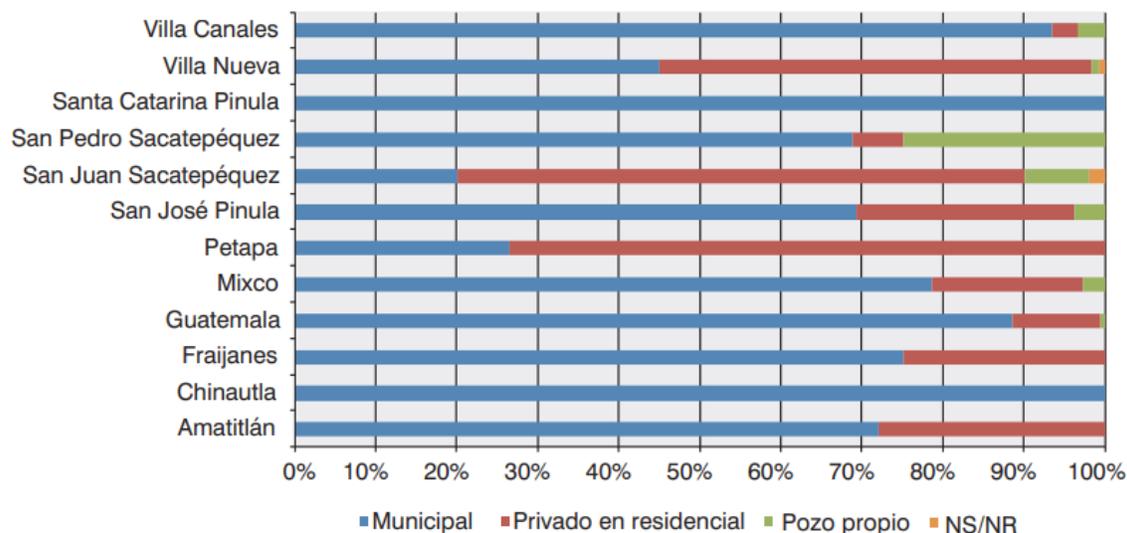
En la figura anterior, se puede observar el porcentaje de distribución de los servicios de energía eléctrica del departamento de Guatemala relacionados con la extracción del agua. Se hace énfasis en que los sistemas de distribución de agua potable cuentan con más de una bomba y poseen una infraestructura amplia para abastecer a una cantidad de usuarios mayor. Se puede concluir que, las bombas municipales (32.54%) y residenciales y/o condominios (22.49%) son las que cumplen con las características mencionadas para un sistema de distribución.

Según un informe realizado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (2013), aproximadamente un 70% de los sistemas de distribución de agua potable en la zona metropolitana del departamento de Guatemala, son administrados por las municipalidades. El 30% restante es administrado por

empresas privadas o residenciales. Esta información está representada en la siguiente figura 2.

Figura 2

Principales proveedores de agua en los municipios de la zona metropolitana de Guatemala



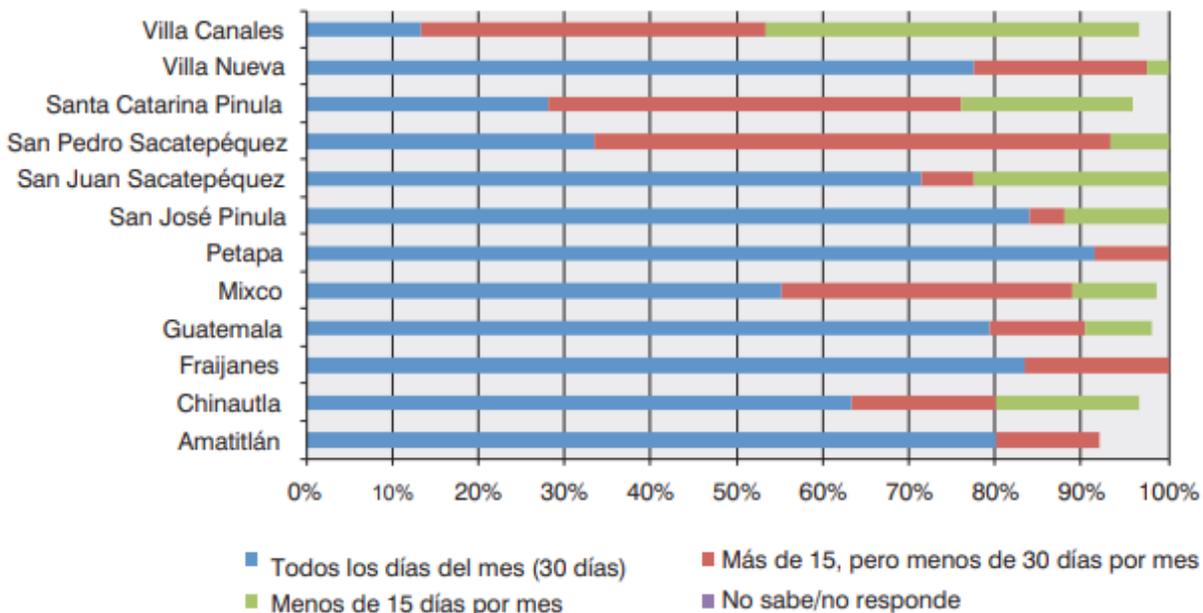
Fuente: IARNA, URL. Bases técnicas para la gestión del agua con visión de largo plazo en la zona metropolitana de Guatemala. 2013.

Los sistemas de distribución de agua potable de la actualidad en el departamento de Guatemala varían en tamaño y complejidad según la cantidad de servicios que estos atiendan. Debido a la poca inversión en materia de mantenimientos preventivos, en la mayoría de los sistemas de distribución de agua potable, estos funcionan de manera intermitente, lo cual no permite que se brinde un servicio de calidad.

Mena (2014), en su trabajo de tesis, indica que en Guatemala el 80% de los sistemas de distribución de agua operan de forma intermitente, con un promedio general de 17 horas al día y que durante un mes promedio los usuarios no cuentan con servicio de agua potable durante 3.6 días. La siguiente figura muestra las respuestas de una encuesta realizada por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, en donde se corrobora la forma intermitente en que se suministra agua potable en el departamento de Guatemala.

Figura 3

Cantidad de días al mes en los que se recibe agua en los municipios de la zona metropolitana



Fuente: IARNA, URL. Bases técnicas para la gestión del agua con visión de largo plazo en la zona metropolitana de Guatemala. 2013.

1.2 Antecedentes de proyectos de telemetría implementados en sistemas de distribución de agua potable

La telemetría, debido a su flexibilidad tiene muchas ramas de aplicación; los sistemas de distribución de agua potable pueden adaptarse a sistemas de medición con telemetría que permiten una fácil recolección de información, que, a su vez, permite mejora de procesos.

Rosero (2010), realizó el diseño de un Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Información (SCADA) para la distribución de agua potable en la ciudad de Quito, Ecuador. Como fase principal menciona la implementación de la telemetría al sistema de distribución con el fin de intercambiar información entre los centros de control que gestionan procesos específicos, como el tratamiento de aguas, control de caudales y niveles.

Aleaga (2010), realizó un estudio técnico y de factibilidad económica del diseño de un sistema de telemetría y telecontrol (SCADA) para la red de distribución de agua potable de la ciudad de Loja en Ecuador. Aleaga (2010), menciona que la telemetría, telecontrol, al igual que la automatización e instrumentación de los procesos son una necesidad que influye de una forma positiva en la eficiencia, calidad y confiabilidad en las operaciones y mantenimiento de todos los dispositivos que intervienen en los sistemas de distribución de agua potable en ciudades grandes.

Dentro del análisis financiero que realiza Aleaga (2010) en el diseño de un sistema de telemetría y telecontrol (SCADA) para la red de distribución de agua potable en la ciudad de Loja, se estudiaron los requerimientos de inversión, costos de operación y mantenimiento, producción, reducción de personal y ahorro por disminución de pérdidas. De igual forma, se realizó un análisis financiero en un periodo de 10 años, tomando en cuenta el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y relación costo beneficio de la inversión.

Cabe resaltar que la investigación realizada por Aleaga (2010), realiza el análisis de la inversión desde el punto de vista de la empresa que distribuye agua, mas no como un servicio que puede ser arrendado a un tercero.

Arreaga (2013), presentó una propuesta de telemetría para medición de nivel de uso industrial, utilizando como medio de comunicación la red celular GPRS. En dicha propuesta, presenta los principios de medición de nivel y los medios de comunicación para trasladar la información hacia una estación de control. Haciendo referencia a la parte económica de la propuesta, el autor presenta la relación costo/beneficio que conlleva el proyecto.

El uso de telemetría en general es algo poco desarrollado en Guatemala, es una tecnología relativamente nueva que se está abriendo camino como una solución para obtener mediciones de forma remota para la mejora de procesos, dentro de ellos los que involucran a los sistemas de distribución de agua potable.

El poco desarrollo y conocimiento de la telemetría en nuestro entorno hace escasos los antecedentes e investigaciones relacionadas al análisis de rendimiento y riesgo en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable.

El presente trabajo de investigación se considera un aporte de información financiera y técnica que permita enriquecer los antecedentes y referencias documentales para futuras investigaciones que se desarrollen en el mismo o en similares campos de aplicación.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico contiene la teoría y conceptos que fundamentan la investigación relacionada con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

2.1 Telemetría

De acuerdo con Quintero (2006), la palabra telemetría procede de las palabras griegas tele que significa lejos y metrón que significa medida. La telemetría es una tecnología que permite la medición, de forma remota, de magnitudes físicas para su posterior envío hacia el operador del sistema, es decir, detecta, mide y controla de forma automática los datos de un dispositivo remoto.

La telemetría está orientada a la medición de cualquier cantidad física, utilizando interfaces electrónicas, conectadas a una línea de transmisión guiada o no guiada, permitiendo el envío de información a un centro de gestión. Generalmente, utiliza transmisión inalámbrica, aunque también son utilizados los sistemas de transmisión por cable. Un sistema de telemetría consiste en un transductor como dispositivo de entrada, un medio de transmisión: ya sea por medio de cable u ondas de radio, dispositivos de procesamiento de señales; y dispositivos de grabación o visualización de datos. El transductor convierte la magnitud física medida como por ejemplo la temperatura, la presión o las vibraciones en una señal eléctrica equivalente, la cual es transmitida a una distancia para efectos de medición y registro. (Quintero, 2006)

En el caso de telemetrías aplicadas a sistemas de distribución de agua potable, las interfaces electrónicas se conectan a un medio de transmisión no guiada, como lo es la red de telefonía móvil o celular, debido a que la mayoría de las ubicaciones de los sistemas de distribución de agua son de difícil acceso para medios de transmisión de cable.

2.2 Instrumentación industrial

La instrumentación industrial, se define como un grupo de elementos que sirven para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los problemas utilizados en éste, por medio del uso de sensores, transmisores, transductores, entre otros. (Ecured, 2019)

La instrumentación industrial engloba los siguientes conceptos básicos:

- **Sensores:** son dispositivos que miden variables físicas; en el caso de los sistemas de distribución de agua potable, podría ser el caudal, el nivel, la presión, entre otros.
- **Transmisor:** es un dispositivo utilizado para convertir la señal obtenida por el sensor y posteriormente trasladarla a un estándar industrial, por ejemplo, a una salida analógica de 4 a 20 miliamperios.
- **Rango:** es un intervalo de valores comprendidos límites superior o inferior capaz de medir el instrumento al que nos referimos.
- **Resolución:** se refiere al menor cambio en la variable del proceso capaz de producir una salida perceptible en el instrumento de medición.
- **Error:** es la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero.
- **Exactitud:** se refiere a la capacidad del instrumento de medición de acercarse al valor de la magnitud real.
- **Precisión:** se refiere a la fidelidad de una medición o la capacidad de un instrumento de medición de dar el mismo resultado en mediciones diferentes.

En sus inicios, la instrumentación tenía como fin la medición de las variables físicas, debido a que no existían procesos automatizados; el desarrollo se inició con el uso de manómetros, termómetros y válvulas manuales localmente montados (Rivera, 2007).

Una definición para la instrumentación industrial puede ser, según Rivera (2007) “la aplicación de la física, la ingeniería y las matemáticas a la medida y registro de las cantidades físicas o químicas, a la técnica del control automático y a dispositivos que ejecutan diversas operaciones matemáticas, sea por sí mismos o como componentes de un sistema”.

La instrumentación industrial utiliza dispositivos de naturaleza electrónica, electromecánica, mecánica, que detectan las variables de procesos y las convierten en señales que puedan ser interpretadas por los controladores. También pueden incluirse elementos de actuación que reciben las señales de los controladores y accionan sobre los procesos.

2.3 Redes de comunicación

Según menciona Rodríguez (s.f.), una red de comunicaciones es un conjunto o sistema de equipos informáticos conectados entre sí, mediante dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro tipo de medio para el transporte de datos con el fin de compartir información, recursos y ofrecer servicios. Una red de comunicación requiere de elementos como: hardware, software y protocolos; dispositivos de usuario final, denominados host, como lo son computadoras, impresoras, escáneres, y demás elementos que brindan servicios directamente al usuario; y los dispositivos de red que son todos aquellos que conectan entre sí a los dispositivos de usuario final, haciendo posible la intercomunicación.

Rodríguez (s.f.), indica que entre los componentes de tipo software se puede encontrar:

- Sistema operativo de red: el cual permite la interconexión de ordenadores para poder ingresar a los servicios y recursos.
- Software de aplicación, que son todos aquellos elementos que se utilizan para que cada usuario pueda utilizar sus propios programas y archivos específicos.

De igual forma Rodríguez (s.f.), menciona que, entre los componentes de tipo hardware se puede encontrar:

- Tarjeta de Red: permite el enlace entre las computadoras y los medios de transmisión, la cual puede enviar y recibir paquetes de datos desde y hacia otras computadoras, empleando diferentes protocolos de comunicación.
- Dispositivos de Red: son aquellos equipos necesarios de una determinada tecnología que forma la red; según las necesidades, estos pueden ser conmutadores, enrutadores, puentes de red, puntos de acceso, entre otros.
- Servidores: Son los equipos que ponen a disposición de los clientes los distintos servicios.

Las conexiones pueden ser por medios guiados o no guiados; entre los medios guiados se pueden encontrar: cable coaxial, fibra óptica, cable UTP; entre los medios no guiados se puede encontrar la comunicación inalámbrica por radio, infrarrojos, microondas y satelital. (Rodríguez, s.f.)

2.4 Sistemas de distribución de agua potable

Según la Comisión Nacional de Agua de México (2007), un sistema de distribución de agua potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuales son abastecidas diferentes parcelas o edificaciones.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y una presión adecuada. Según menciona en su manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento la Comisión Nacional de Agua de México (2007), generalmente, los componentes de una red de distribución de agua potable son:

- Tuberías: es el conjunto formado por tubos y su sistema de unión o ensamble. La red de distribución está conformada por un conjunto de tuberías que se unen en diferentes puntos denominados nudos o uniones; de acuerdo con su función estas

pueden dividirse en red primaria y red secundaria, esto dependerá también del tamaño de la red y los diámetros de las tuberías; por lo que la red primaria está constituida por tubos de mayor tamaño y la red secundaria por las tuberías de menor diámetro.

- Piezas especiales: son aquellos accesorios empleados para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de distinto material o diámetro, y terminales de los conductos. A estas piezas se le llaman cruceros; estos también permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas.
- Válvulas: Son accesorios utilizados para disminuir o evitar el flujo en las tuberías, puede ser de aislamiento o seccionamiento; las cuales separan o cortan el flujo del resto del sistema en cierto tramo de tubería, bomba y dispositivos de control; o bien las de control utilizados para regular el gasto o la presión, facilitando la entrada de aire o la salida de aire atrapado en el sistema.
- Tanques de distribución: es un depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El almacenamiento permite regular la distribución o simplemente prever fallas en el suministro.

Una red de distribución puede estar conformada por varios tanques correspondientes al mismo número de fuentes, o tener tanques adicionales de regulación dentro de la misma zona de red con el fin de abastecer sólo una parte de la red.

- Tomas domiciliarias: es el conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento, desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y la calidad del sistema de distribución, pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

Los sistemas de distribución de agua potable del departamento de Guatemala regularmente están conformados por lo siguiente:

- Uno o varios pozos de extracción de agua, los cuales a su vez constan de motores o bombas sumergibles que son controladas mediante variadores de frecuencia o arrancadores suaves.
- Medidores de flujo, posicionados a la salida de los pozos de extracción de agua y en los principales circuitos de tubería. La función principal de un medidor de flujo es contabilizar la cantidad de agua que pasa en determinado punto en un tiempo específico.
- Medidores de presión, están posicionados en la salida del agua de los pozos, estos verifican la presión y evitan que la tubería se exponga a fuerzas que no pueda soportar. De igual forma, se pueden encontrar a lo largo de la red de distribución de agua, y su fin es detectar fugas que no permita que el agua llegue con presión suficiente a los puntos de consumo.
- Válvulas de apertura y cierre, las cuales seccionan partes de la red de distribución de agua y permiten aislarlas cuando se requiere hacer algún mantenimiento o existe algún tipo de fuga en la red.
- Tanques de almacenamiento, éstos son utilizados para almacenar el agua extraída de los pozos que posteriormente se envía a tanques de distribución los cuales, mediante el uso de la gravedad, disponen el agua para los puntos de consumo.
- Medidores de punto de consumo, comúnmente se les conoce como contadores. Estos permiten contabilizar la cantidad de agua utilizada en un punto de consumo, por ejemplo, en una residencia.

El buen funcionamiento de una red de distribución de agua potable depende de que todos los componentes que lo conforman se encuentren en buenas condiciones. Por ejemplo, es imposible la extracción de agua, sin motores o bombas eléctricas en buen estado. De

igual forma, es imposible determinar si existe un buen suministro de agua si los medidores de flujo o presión se encuentran averiados. Las válvulas de apertura y cierre permiten evitar fugas descontroladas, de tal manera deben funcionar en todo momento al cien por ciento. Es importante considerar a un sistema de distribución de agua potable como un sistema complejo, que depende del buen funcionamiento de todos sus componentes.

2.5 Dispositivos de un sistema de distribución de agua potable que se integran a una telemetría

Variador de frecuencia

Es un dispositivo que controla la velocidad de un motor de corriente alterna mediante la regulación de la frecuencia suministrada al motor. Para ser integrado a un sistema de telemetría, un variador de frecuencia debe poseer puerto de comunicación con protocolos industriales.

Medidor de flujo

Es un dispositivo que consta de sensores y transmisores, que permite medir el caudal o flujo de líquido que pasa en determinado punto de una tubería.

Sensor de presión

Es un dispositivo que convierte una medición de presión en estándares industriales. Permite medir la presión en puntos de extracción de agua o tuberías de la red de distribución.

Sensor de nivel

Consiste en un dispositivo capaz de medir los niveles de agua almacenada en los tanques, mediante el uso de ondas de ultrasonido que rebotan con el espejo de agua, devolviendo un dato de nivel en metros, por ejemplo.

Recolectores de información

Son dispositivos electrónicos que poseen capacidad de comunicación multicanal en diferentes estándares y protocolos industriales con dispositivos actuadores o sensores; por ejemplo: arrancadores suaves, medidores de flujo, sensores de presión y nivel. Estos dispositivos son críticos en la implementación de telemetrías, debido a que son los que concentran toda la información de un sistema de distribución de agua.

Enrutadores o medios de comunicación

Son equipos que tienen la capacidad de enviar información empaquetada proveniente de recolectores de información hacia un canal de comunicación específico, como, por ejemplo, el internet. Comúnmente se utiliza tecnología celular.

Aplicación o sistema de información

Es un programa con interfaz gráfica que pone a disposición del usuario final toda la información recolectada por los equipos instalados en campo, arrancadores suaves, sensores de nivel, presión y caudal. Esta aplicación permite ver información en tiempo real e información histórica del funcionamiento del sistema de distribución de agua potable. A su vez, permite operar y ver el estado de los motores de pozos de extracción y tanques de rebombeo. Permittedole a la empresa distribuidora ser más eficiente con sus procesos, con el fin optimizar los recursos y cuidar el recurso hídrico. Ver anexo 14, para un detalle gráfico.

2.6 Telemetría aplicada a un sistema de distribución de agua potable

La telemetría permite integrar las siguientes mediciones a un sistema de distribución de agua potable:

- Medición de nivel de tanques de almacenamiento de agua: esto se realiza mediante la aplicación de sensores de nivel, los cuales permiten determinar la cantidad de agua almacenada en tanques, no importando su tamaño o forma. La medición del nivel es importante debido a que a partir de ella se pueden obtener

volúmenes almacenados, permitiendo, mediante diferenciales de volúmenes del líquido, determinar la cantidad de agua consumida en un periodo de tiempo. De igual forma, conociendo el nivel de agua almacenada, se puede optimizar el tiempo de funcionamiento de bombas y pozos de extracción.

- Medición de caudal: esto se realiza utilizando medidores de flujo, los cuales se instalan a la salida de los pozos y tanques de almacenamiento, para determinar la cantidad de líquido que ha pasado en ese lugar. Con ello se puede establecer un totalizador del agua consumida o producida. De igual forma, instalando medidores de flujo en las ramificaciones del sistema de distribución de agua, se pueden detectar flujos altos, los cuales pueden significar fugas de agua.
- Medición de presión: esta medición se realiza instalando sensores de presión en las tuberías de los pozos y de las ramificaciones del sistema de distribución de agua. La medición de la presión se utiliza para asegurar el buen funcionamiento de la extracción de agua de los pozos, así como cerciorar un buen suministro de agua a los puntos finales de consumo. Midiendo la presión en distintos puntos de la red de distribución de agua, también se pueden identificar fugas de agua.
- Control y monitoreo de motores: mediante la aplicación de telemetría, es posible monitorear y controlar (encender y apagar) los motores involucrados en el sistema de distribución de agua. Teniendo información de niveles, presión y caudales, es posible automatizar y optimizar el funcionamiento de los motores de los tanques de rebombeo y pozos de extracción de agua. Esto último, permite reducir los consumos de energía eléctrica y cuidar el recurso hídrico.

Un sistema integral de distribución de agua potable con telemetría debería contar con, control y monitoreo de bombas, medición de niveles, presión y caudal. Toda esta información converge en una aplicación con interfaz gráfica que permite al operador del sistema maniobrar los equipos de forma remota, ver mediciones en tiempo real y generar reportes de datos históricos, los cuales posteriormente al ser analizados, permiten determinar el estado actual del sistema en general y al mismo tiempo, tomar acciones inmediatas o planificar el crecimiento, mejorar u optimizar la red de distribución de agua.

2.7 Presupuesto de Capital

Un presupuesto de capital es un proceso en el que se planea y evalúa los gastos en activos cuyos flujos de efectivo se espera que se extienda más allá de un año. Es decir, el presupuesto de capital es una descripción de los gastos planeados en activos fijos y el presupuesto de capital. (Besley y Brigham, 2016)

De esta manera, un presupuesto de capital contribuye a analizar los proyectos de inversión y así poder determinar si las inversiones son aceptables o no.

2.7.1 Inversión

El término inversión se refiere al empleo de capital en algún tipo de negocio con el objetivo de que este sea incrementado. Una inversión está regida bajo tres factores importantes: el rendimiento, el riesgo y el plazo. El rendimiento es el beneficio o la rentabilidad que se obtiene al realizar la inversión, el riesgo es la incertidumbre que tiene dicha inversión y el plazo es el periodo de tiempo en el cual se debe obtener dicho rendimiento.

Sapag (2001) indica que la inversión puede clasificarse en dependientes, independientes y mutuamente excluyentes. Las dependientes son aquellas que para que puedan ser realizadas se requiere de otra inversión; las independientes son aquellas que pueden llevarse a cabo sin depender ni afectar o ser afectados por otras; y las excluyentes son aquellas que una no impide que la otra se lleve a cabo.

En el caso de los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable, el rendimiento mínimo de la inversión se estima mediante la tasa de descuento, que es igual el promedio ponderado de costo de capital. El riesgo se estima según un análisis de escenarios y el plazo mediante el periodo de recuperación de la inversión, menor al periodo de estudio, cinco años a partir del 2020.

2.7.2 Inversión inicial

Según Besley y Brigham (2016), la inversión inicial es aquella que se da al inicio de un proyecto. Por lo que, la inversión inicial son los flujos de efectivo adicionales que ocurren

solo al inicio de la vida de un proyecto y se designa como Fe_0 , la cual incluye flujos de efectivo como el precio de compra del nuevo proyecto, costos de instalación y envío, entre otros.

La inversión inicial en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable está compuesta por todos los gastos relacionados a equipos, materiales y capital de trabajo que se requieren para iniciar la implementación de los sistemas de telemetría.

2.8 Financiamiento

Puede entenderse como financiamiento a aquella acción de aportar dinero o de conceder un crédito a una persona, empresa u organización para la realización de un proyecto, o bien la adquisición de bienes o servicios. (Gitman y Zutter, 2012)

2.8.1 Fuentes de financiamiento a largo plazo

Las fuentes de financiamiento más comunes a largo plazo son, la deuda, acciones preferentes y capital social.

2.8.2 Estructura de capital

La estructura de capital se puede definir como la combinación de la deuda y el capital que se utiliza para financiar una empresa. Es importante tener en cuenta que entre más deuda tenga un proyecto, mayor es el riesgo del flujo de utilidades de la empresa, pero puede llevar a una tasa de rendimiento esperada más alta, incrementando el precio de las acciones. Una estructura optima viene dada por el equilibrio entre el riesgo y rendimiento. (Besley y Brigham, 2016)

2.9 Apalancamiento

De acuerdo con Sevilla (2018), el apalancamiento es una estrategia utilizada para aumentar las ganancias y pérdidas de una inversión. Consiste en utilizar créditos, costos fijos o cualquier otra herramienta a la hora de invertir que permita multiplicar la

rentabilidad final de esa inversión, ya sea positiva o negativamente. Un mayor grado de apalancamiento conlleva mayores riesgos. Así, aunque se pueden aumentar mucho las ganancias, al hacer uso de este efecto palanca también se pueden aumentar considerablemente las pérdidas.

2.9.1 Apalancamiento operativo

El apalancamiento operativo se refiere a la relación entre los ingresos por ventas de la empresa y sus utilidades antes de intereses e impuestos o utilidades operativas. Cuando los costos de operación son fijos en buena medida, pequeños cambios en los ingresos traerán cambios mayores en las utilidades (Gitman y Zutter, 2012).

2.9.2 Apalancamiento financiero

El apalancamiento financiero se relaciona con las utilidades antes de intereses e impuestos de la empresa (interés, impuestos y dividendos preferentes) y sus ganancias por acción común. Cuando estos rubros fijos son grandes, cambios pequeños en las utilidades generan grandes cambios en las ganancias (Gitman y Zutter, 2012).

2.9.3 Apalancamiento total

Según Gitman y Zutter (2012), el apalancamiento total es el efecto combinado del apalancamiento operativo y el financiero, refiriéndose a la relación entre los ingresos por ventas de la empresa y sus ganancias por acción común.

El apalancamiento total de los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable consiste en el apalancamiento financiero contraído por un préstamo a largo plazo y los gastos operativos relacionados al arrendamiento mensual de las telemetrías.

2.10 Capital de trabajo

El capital de trabajo se refiere a todos aquellos recursos que se requieren para operar, o, dicho de otra manera, es todo aquello que se requiere para llevar a cabo determinada

actividad. Los activos que comprenden al capital de trabajo son de corto plazo. (Gitman y Zutter, 2012).

2.11 Valor de rescate

El valor de rescate se refiere a la parte del costo original del activo que se espera recuperar, mediante la venta del bien al final de su vida útil. Para determinar el valor de rescate, se puede utilizar el método contable, el cual establece el precio según la depreciación aproximada del activo; otra forma de determinar el valor de rescate es comparando el precio de activos similares en el mercado.

2.12 Costo de capital

El costo de capital representa la tasa de rendimiento mínima que se debe obtener de las inversiones y asegurar que el valor de la empresa no disminuya. Por lo que puede indicarse, que el costo de capital es la tasa de rendimiento requerida, r , de la empresa. La tasa de rendimiento requerida es el rendimiento que debe ganarse sobre los fondos invertidos para cubrir el costo de financiamiento (Gitman y Zutter, 2012).

El costo de capital en los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable está conformado por el costo de capital propio y el costo de capital de deuda.

2.12.1 Costo de capital propio

El costo de capital propio se refiere al costo que incurre una empresa para financiar alguna inversión con sus propios recursos financieros.

Vázquez (2016), utiliza una adaptación del modelo de valoración de activos financieros, CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) para determinar una aproximación del costo de capital propio. A continuación, se detalla la fórmula del CAPM:

$$CAPM = Ke = Rf + \beta_e(ERP) + CRP$$

$$\beta_e = \beta_u \left[1 + \frac{D(1-t)}{E} \right]$$

Donde:

Ke = Costo de capital propio.

Rf = Tasa libre de riesgo (En nuestro entorno, es la tasa de los bonos a plazo fijo del Banco de Guatemala).

β_e = Beta apalancada.

β_u = Beta no apalancada.

D = porcentaje de deuda de estructura de capital.

E = porcentaje de capital propio de estructura de capital.

t = Tasa impositiva.

CRP = (*Country Risk Premium*) es el rendimiento que exigen los inversionistas para compensarlos por el mayor riesgo asociado con la inversión en un país extranjero, en comparación con la inversión en el mercado interno. (Peiro, 2015)

ERP = Prima de riesgo de mercado (*Equity Risk Premium*). Se refiere al exceso de rendimiento que proporciona la inversión en el mercado de valores sobre una tasa libre de riesgo. (Chen, 2019).

Según la publicación de Damodaran (2020), la Prima de Riesgo de Mercado (ERP), para Guatemala a enero del año 2020 es de 7.66%.

2.12.2 Costo de capital de deuda

Se refiere al costo que tiene una empresa para desarrollar un proyecto de inversión a través de su financiamiento en forma de créditos y préstamos o emisión de deuda. (Vázquez, 2016)

2.12.3 Promedio Ponderado de Costo de Capital (PPCC)

El promedio ponderado de costo de capital es la tasa de descuento que se utiliza para calcular el valor actual neto de un proyecto con riesgo promedio, por lo que la decisión de proyectos de inversión debe considerarse bajo un enfoque del costo promedio de capital. (Besley y Brigham, 2016)

Las proporciones de costo de capital propio y costo de capital de deuda, fijadas como meta, junto con los costos componentes de capital, son utilizados para calcular el promedio ponderado del costo de capital (PPCC):

$$PPCC = \frac{CP}{CD + CP} * Ke + \frac{CD}{CD + CP} * Kd * (1 - t)$$

Donde:

CP = Total de capital propio.

CD = Total de capital de deuda.

Ke = Costo de capital propio.

Kd = Costo de capital de deuda.

t = Tasa de descuento fiscal.

2.13 Beneficios fiscales

Los beneficios fiscales es un tipo de ahorro en las cuotas tributarias de los ingresos obtenidos por exenciones, deducciones, bonificación o reducción fiscal. Permiten a las empresas la deducción del pago de intereses de la deuda; al calcular el ingreso gravable reduce el monto de las ganancias de la empresa que se destina al pago de impuestos, aumentando así las ganancias disponibles para los tenedores de bonos y los accionistas. (Gitman y Zutter, 2012)

Este tipo de beneficios fiscales fue aprovechado en los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable, deduciendo las depreciaciones de las telemetrías implementadas.

2.14 Tasa de descuento

La tasa de descuento, también conocida como rendimiento requerido, costo de capital, costo de oportunidad y retorno anual; el cual determina el valor presente de un monto futuro, suponiendo una oportunidad para ganar cierto rendimiento sobre ese dinero. (Gitman y Zutter, 2012)

La tasa de descuento utilizada en los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable fue el promedio ponderado de costo de capital (PPCC).

2.15 Presupuesto de caja

Besley y Brigham (2016), definen el presupuesto de caja como un estado de entradas y salidas de efectivo planeadas de la empresa. Es utilizado para calcular requerimientos de efectivo a corto plazo, dedicando especial atención a la planeación de los excedentes y faltantes de efectivo.

2.15.1 Flujo de efectivo neto

Gitman y Zutter (2012), mencionan que el flujo de efectivo neto de la empresa se obtiene al restar los desembolsos de efectivo de las entradas de efectivo en cada periodo. Esto significa considerar el valor del dinero en función del tiempo, al retrotraer mediante la tasa de interés los flujos netos de dinero a la fecha de inicio del proyecto. Los flujos de fondos descontados se determinan con la siguiente fórmula:

$$VA = \sum_{t=1}^N \frac{FF_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

VA = Valor actual descontado de los flujos futuros.

FF = Valor nominal de los flujos en el futuro.

i = Tasa de descuento.

t = Período.

N = Cantidad de periodos que se descuentan o períodos de vida del proyecto.

2.15.2 Flujos netos proyectados

El estado de flujo neto proyectado muestra el plan de ingresos, egresos y saldos de efectivos proyectados. Con ello se planifica el uso eficiente de efectivo, manteniendo saldos razonablemente cercanos a las permanentes necesidades de efectivo. Generalmente ayudan a evitar cambios arriesgados en la situación de efectivo que pueden poner en peligro el crédito de la empresa hacia sus acreedores o excesos de capital durmiente en efectivo. (Besley y Brigham, 2016)

2.16 Evaluación financiera

Una evaluación financiera ayuda a determinar el nivel de rentabilidad de un proyecto, en donde se realiza la comparación entre los ingresos que genera el proyecto contra los costos en los que incurre. (Besley y Brigham, 2016)

La evaluación financiera realizada en los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable determinó si la implementación es financieramente viable.

2.16.1 Valor actual neto (VAN)

Besley y Brigham (2016), indican que el Valor Actual Neto muestra cuanto aumentará el valor de la empresa y por consiguiente cuanto incrementará la riqueza de los accionistas si se compra el proyecto de presupuesto de capital. Si se calcula el VAN y este resulta ser positivo, se considera que el proyecto es de inversión aceptable.

Para calcular el VAN se utiliza la siguiente ecuación:

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+r)^1} + \frac{FE_2}{(1+r)^2} + \frac{FE_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FE_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{\widehat{FE}_T}{(1+r)^t}$$

Dónde:

FE_0 = Inversión inicial.

FE_n = Flujo neto de efectivo de cada período.

r = Tasa de descuento.

Si el resultado es mayor a cero, mostrará cuanto se gana después de recuperar la inversión; si el resultado es igual a cero, indica que la inversión reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión.

2.16.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Según Sapag (2001) la TIR es otro criterio de valuación y mide la rentabilidad de una inversión como porcentaje; es la tasa de rendimiento que ganará la empresa si invierte en el proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas. Si la TIR es mayor que el costo de capital, se acepta la inversión, por el contrario, si la TIR es menor que el costo de capital se rechaza la inversión. La TIR se calcula bajo lo siguiente ecuación:

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FE_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FE_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FE_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Dónde:

VAN = Valor actual neto

FE_0 = Inversión inicial.

FE_N = Flujo neto de efectivo de cada período.

TIR = Tasa de descuento que iguala el VAN a 0

Una TIR mayor a la tasa de rendimiento requerida por los accionistas, indica que el proyecto es aceptable.

2.16.3 Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)

Según Guevara (2019), la TIR Modificada (TIRM), es una tasa de descuento a la cual el valor presente de los flujos de egresos de un proyecto es igual al valor presente de su valor terminal; el valor terminal se determina como la suma de los valores futuros de los flujos de ingreso de efectivo, calculados a la tasa de rendimiento requerida de la empresa. La TIRM se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

FEE = Flujos de egreso de efectivo.

FIE = Flujos de ingreso o entrada de efectivo.

r = Tasa de rendimiento requerida.

Una TIRM mayor a la tasa de rendimiento requerida por los accionistas, indica que el proyecto es aceptable.

2.16.4 Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

El periodo de recuperación de la inversión se define como el número de años esperado que se requiere para recuperar la inversión original, con el cual se pueden evaluar los proyectos de presupuesto de capital (Besley y Brigham, 2016).

Para calcular el PRI, se suman los flujos de efectivo esperados para cada año hasta que el valor acumulativo equivalga a la cantidad que se invirtió inicialmente. El tiempo total, incluyendo la fracción de un año que toma recuperar la inversión será el periodo de recuperación.

La fórmula para poder calcular el período de recuperación viene dada por:

$$PRI = \frac{\text{Número de años antes de recuperar la inversión inicial}}{\text{Número de años antes de recuperar la inversión inicial}} + \frac{\text{Saldo de inversión inicial no recuperada (en el año que no completa la recuperación)}}{\text{Flujo de efectivo total generado en el año que completa la recuperación}}$$

2.16.5 Análisis costo – beneficio

Ortega (2012) define el análisis costo-beneficio como una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable desde el punto de vista de bienestar social. Por lo que se debe

cuantificar los costes y beneficios expresados en unidades monetarias para poder calcular los beneficios netos del proyecto.

Carvache y Jácome (2017) refieren que el análisis costo beneficio consiste en crear un marco para valorar si en un momento específico en el tiempo, el costo de una medida específica es mayor en relación con los beneficios procedentes de la misma. El costo beneficio permite pronosticar cual decisión es la más apropiada en términos económicos en un proyecto específico. La relación costo / beneficio, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Relación} \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{B}{C}$$

Donde:

B = Ingresos.

C = Costos.

2.17 Análisis de Riesgo

Es el estudio de las posibles causas, amenazas y probables sucesos no deseados y los daños y consecuencias que estas puedan producir. El riesgo total de un proyecto es la posibilidad de que dicho proyecto rinda por debajo de las expectativas con la posibilidad de tener pérdidas; sin embargo, contribuye a incrementar o disminuir el riesgo de cartera, incrementando o disminuyendo su costo de financiamiento. (Besley y Brigham, 2016).

2.17.1 Método de análisis de riesgo de escenarios

Besley y Brigham (2016), indican que, en el método de análisis de riesgo de escenarios, se considera el impacto que los cambios simultáneos en variables decisivas ejercen en la conveniencia de un proyecto de inversión; estas variables se ajustan a escenarios, calculándose en cada uno su respectivo VAN en función de las probabilidades asignadas.

Para analizar el nivel de riesgo al que están expuestos los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de agua potable en el departamento de Guatemala, se realizaran variaciones en los ingresos, egresos y tasa impositiva para crear diferentes escenarios. Así como el cálculo de la probabilidad de pérdida o ganancia de la inversión, a través del valor esperado del VAN y la desviación estándar del VAN entre escenarios.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{k=1}^n (A_k - A_y)^2 * P_k}$$

Donde:

k = escenario.

P_k = probabilidad de ocurrencia del escenario.

A_k = valor actual del flujo de fondos del escenario.

A_y = suma de los resultados del producto $P_k * A_k$.

3. METODOLOGÍA

Este capítulo consiste en explicar detalladamente el problema de la investigación, relacionado con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría, para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala, es decir, se explican que metodologías se utilizaron y a partir de ellas como se resolvió.

La metodología de la investigación consiste en un resumen del procedimiento utilizado para el desarrollo de la investigación y engloba: la definición del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, la hipótesis, las variables independientes y las dependientes, el método científico y las técnicas utilizadas.

3.1 Definición del problema

El agua es un recurso indispensable para la vida y esencial para el desarrollo de poblaciones. En el departamento de Guatemala operan distintas empresas distribuidoras de agua potable y la correcta gestión del recurso debe ser prioridad, aún más cuando se tienen problemas de sequía y desabastecimiento, a raíz del calentamiento global.

En general, los sistemas de distribución de agua potable que pueden encontrarse en el departamento de Guatemala poseen poca o nula inversión en sistemas de telemetría, incluso muchos de ellos cuentan con mecanismos rudimentarios que no permiten un funcionamiento pleno del sistema. La falta de sistemas de monitoreo en tiempo real puede crear situaciones en donde se desperdicie agua, por ejemplo, por medio de fugas o por rebalses de tanque de almacenamiento.

Debido al crecimiento demográfico que existe en el departamento de Guatemala, es necesario modernizar los procesos de distribución de agua potable existentes y la telemetría, junto con la aplicación de otras tecnologías es una buena herramienta que permite mejorar la gestión, controlar parámetros de calidad, permitir la continuidad del servicio y cuidar el recurso hídrico.

Actualmente en el departamento de Guatemala, no existe un mercado desarrollado de proveedores que brinden el servicio de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable. Las necesidades actuales de gestión y cuidado del agua generan una oportunidad para el desarrollo del mercado de implementación y arrendamiento de telemetría aplicado a los sistemas de distribución de agua potable, debido a que es el territorio geográfico más poblado del país y, por ende, con mayor demanda del recurso hídrico.

Los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala no cuentan con información financiera que respalde su viabilidad y el riesgo al que están expuestos.

Este tipo de proyectos requiere, de un conjunto de personal capacitado en diversas ramas de la ingeniería como: la instrumentación, automatización, telecomunicaciones y equipos industriales especializados, que permitan obtener información de los procesos involucrados en la distribución del agua. Por tal motivo, requiere de una inversión considerable de recursos económicos y por lo tanto, los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala, conllevan el importante ejercicio de efectuar un análisis de riesgos y rendimiento de la inversión, utilizando herramientas como, el valor actual neto, tasa interna de retorno, periodo de recuperación de la inversión, análisis de costo – beneficio, entre otros, con la finalidad de que quienes realicen estas implementaciones y arrendamientos, tengan información financiera relevante para determinar la factibilidad financiera en la realización de este tipo de proyectos.

A partir de la delimitación del problema, se estableció la unidad de análisis, el periodo de investigación y el ámbito geográfico que comprende la investigación:

- Unidad de análisis: Proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable.
- Periodo de investigación: Cinco años a partir del año 2020.

- **Ámbito geográfico:** Departamento de Guatemala.

3.2 Objetivos

Los objetivos consisten en los propósitos de la presente investigación relacionada con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

3.2.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad financiera y el riesgo en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable, a través del uso de herramientas financieras y métodos de análisis de riesgo, con la finalidad de crear y proporcionar información financiera relevante a los ejecutores de proyectos.

3.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis financiero de la inversión, a partir de los resultados de la investigación de campo, con el fin de determinar la inversión inicial, fuentes de financiamiento, capital de trabajo, ingresos, egresos y la tasa de descuento de los proyectos.
2. Calcular los flujos netos a cinco años, a partir del año 2020, utilizando como tasa de descuento el promedio ponderado de costo de capital, con el fin de determinar los valores actuales equivalentes.
3. Efectuar la evaluación financiera y el análisis de riesgo de la inversión, mediante el uso de herramientas financieras como, el valor actual neto, tasa interna de retorno, periodo de recuperación de la inversión, análisis costo-beneficio y método de escenarios, a fin de determinar el rendimiento de la inversión y el riesgo al que están expuestos los proyectos.

3.3 Hipótesis

El análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala permite determinar la viabilidad financiera de la inversión y el nivel de riesgo al que está expuesto este tipo de proyectos.

3.3.1 Especificación de variables

La hipótesis planteada está conformada por las siguientes variables:

Variables dependientes

- Viabilidad financiera de la inversión y el nivel de riesgo al que están expuestos los proyectos.
- Análisis de riesgo y rendimiento de la inversión.

Variables independientes

- Flujos netos proyectados.
- Valor presente neto de la inversión.
- Tasa interna de retorno.
- Periodo de recuperación de la inversión.
- Análisis costo-beneficio de la inversión.
- Análisis de riesgo de la inversión mediante método de escenarios.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño que se utilizó para el desarrollo de la investigación fue experimental, debido a que permitió identificar y analizar la relación que existe entre las variables dependientes

e independientes y, por ende, permitió responder las preguntas de investigación relacionadas con los objetivos y validar la hipótesis planteada.

3.5 Método científico

El método científico, a través de un enfoque cuantitativo y un alcance explicativo, fue el fundamento de la investigación relacionada con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

Según Hernández (2014), el método científico es la principal herramienta de una investigación, ya que facilita la determinación de la relación entre variables que afectan a la unidad de análisis. Al mismo tiempo, determina de forma cuidadosa los aspectos metodológicos, con el principal objetivo de generar validez y confianza en los resultados de la investigación.

Una investigación puede tener dos tipos de enfoques: uno cuantitativo y otro cualitativo. El enfoque cuantitativo, emplea un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente. No se pueden saltar pasos. El orden es riguroso. Parte de una idea que va delimitándose, y una vez delimitada, se derivan objetos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco teórico. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la hipótesis planteada. (Hernández, 2014).

El trabajo de investigación se desarrolló tomando como referencia el método científico en sus tres fases: indagatoria, demostrativa y expositiva.

La fase indagatoria, conlleva la previsión, planificación y recolección de información que puede utilizarse dentro de la investigación. La fase demostrativa, consiste en establecer y ejecutar métodos y técnicas que permitan medir o cuantificar matemática y

estadísticamente. Por último, la fase expositiva, consiste en la exposición de los resultados obtenidos en las dos previas fases.

3.6 Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas son reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos en la aplicación del método de investigación científico. La investigación se fundamentó en la utilización de técnicas de investigación documental y de campo que se detallan a continuación:

3.6.1 Técnicas de muestreo

Se utilizó una definición de muestra probabilística, y fue obtenida mediante una técnica de muestreo de azar sistemático. La población total de estudio está conformada por 837 sistemas de distribución de agua potable del departamento de Guatemala, se determinó una muestra de 63 sistemas con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%. En el anexo 1 se describe como está conformada la población, la cantidad de sistemas por municipio del departamento de Guatemala y se detalla el cálculo de la muestra total y los potenciales clientes distribuidos por municipios del departamento de Guatemala.

3.6.2 Técnicas de investigación documental

Las técnicas de investigación documental centran su principal función en todos aquellos procedimientos que conllevan el uso óptimo y racional de los recursos documentales disponibles en las funciones de información. (Ruiz, s.f.)

Para el desarrollo de la teoría de la investigación, se utilizaron recursos como libros, tesis, publicaciones en páginas web y artículos electrónicos, los cuales permitieron desarrollar el marco teórico que fundamenta el tema de investigación. Dentro de las técnicas de investigación documental a las que se recurrió, se pueden mencionar: fichas bibliográficas, resumen, citas y bases de datos de empresas de servicios públicos.

3.6.3 Técnicas de investigación de campo

Orozco (s.f.), menciona que las técnicas de investigación de campo son aquellas que le sirven al investigador para relacionarse con el objeto y construir por sí mismo la realidad estudiada. Tienen el propósito de recopilar información empírica sobre la realidad del fenómeno a estudiar y son útiles para estudiar a fondo un fenómeno en un ambiente determinado.

Dentro de las técnicas de investigación de campo que se utilizaron en el presente trabajo de investigación, se pueden mencionar: análisis de bases de datos de posibles clientes, métodos estadísticos aplicados, análisis financiero en un periodo de 5 años a partir del año 2020, métodos para la proyección de información financiera, herramientas de evaluación de inversiones y herramientas de análisis de riesgos de inversiones. De igual forma, se hizo uso de instrumentos de medición, como, encuestas para determinar la intención de arrendamiento, las herramientas de análisis financiero (VAN, TIR, PRI y Análisis costo-beneficio) y el análisis de escenarios, los cuales permitieron medir el nivel de rendimiento y riesgo del tema de investigación.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Evaluación financiera y análisis de riesgo de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable

En este capítulo se desarrolla el análisis financiero que se utilizó como base para el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

Siguiendo un orden lógico, en el capítulo se desarrolla un análisis PESTEL, la determinación del costo de una telemetría, la inversión inicial, las fuentes de financiamiento, determinación del capital de trabajo y valor de rescate del proyecto. Ulteriormente, se determinan los flujos de ingresos y egresos proyectados y a partir de ellos, se establece el flujo neto proyectado. Partiendo de la información de financiamiento, se calcula el costo de capital propio, por medio de la aplicación del modelo de valoración de activos financieros (CAPM) y se calcula la tasa de descuento a través del promedio ponderado de costo de capital (PPCC).

Así mismo, se expone la evaluación financiera y el análisis de riesgo, como propuesta para determinar la rentabilidad de la inversión. Para desarrollar la evaluación financiera, se utilizan como base los flujos netos proyectados y las siguientes herramientas financieras: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y Análisis Costo-Beneficio. Por último, el análisis de riesgo se desarrolla mediante el uso del método de escenarios.

4.2 Análisis PESTEL

El análisis PESTEL es una herramienta que se utiliza para identificar las fuerzas externas a nivel macro que influyen sobre un negocio o proyecto y pueden determinar su evolución, tanto en términos económicos como de reputación. En el caso de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución

de agua potable es importante realizar un análisis PESTEL que permita identificar a todos aquellos factores externos que son relevantes para el proyecto. A continuación, se detalla el análisis PESTEL realizado:

Factores políticos

Evalúa de qué forma la intervención del gobierno puede afectar la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

- Tratados comerciales
- Tendencias electorales, cambio de autoridades municipales
- Políticas fiscales

Factores económicos

Considera cómo el entorno económico nacional e internacional puede afectar la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

- Inflación
- Tipo de cambio
- Tasa de interés
- Crisis económica

Factores sociales

Evalúa cultura, religión, creencias, hábitos, preferencias de los posibles clientes de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

- Aumento de la conciencia por el cuidado del agua y su administración

Factores tecnológicos

Analiza las tecnologías de las que se puede beneficiar la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

- Nuevos dispositivos tecnológicos
- Reemplazo de tecnología

Factores ecológicos o ambientales

Evalúa de qué forma el medio ambiente afecta la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

- Políticas medioambientales
- Cuidado del recurso hídrico

Factores legales

Evalúa de qué forma las leyes o condiciones legales del entorno afectan la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

- Propiedad intelectual
- Leyes de salud y seguridad social

En la figura 4 se presenta a detalle el análisis PESTEL, en donde se da una descripción de cada uno de los factores que afectan la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala, el plazo previsto de esta afectación y el tipo de impacto.

Figura 4

Análisis PESTEL

Factor	Detalle	Plazo			Impacto
		Corto plazo (1 año o menos)	Mediano plazo (de 1 a 3 años)	Largo plazo (más de 3 años)	
Político	Tratados comerciales		X		Positivo
	Tendencias electorales		X		Negativo
	Políticas fiscales	X			Negativo
Económico	Inflación		X		Negativo
	Tipo de cambio		X		Negativo
	Tasa de interés		X		Negativo
	Crisis económica		X		Negativo
Social	Aumento de la conciencia por el cuidado del agua y su administración	X			Positivo
	Nivel de ingresos		X		Negativo
Tecnológico	Nuevos dispositivos tecnológicos		X		Positivo
	Reemplazo de tecnología			X	Negativo
Ambiental	Políticas medioambientales		X		Positivo
	Cuidado del recurso hídrico		X		Positivo
Legal	Propiedad intelectual		X		Negativo
	Leyes de salud y seguridad social	X			Positivo

Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior se pueden apreciar los factores que impactan de forma positiva y negativa la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala. La elaboración de este análisis permite identificar los factores críticos que podrían disminuir la probabilidad de éxito del proyecto. En resumen, los factores políticos presentan tanto impactos positivos, como negativos y es necesario considerar estrategias como la creación de contratos de arrendamientos para evitar la pérdida de ingresos debido a estos factores. Los factores económicos en su mayoría presentan impactos negativos que deben ser considerados en los flujos de gastos para realizar un análisis financiero acertado. Los factores sociales presentan impactos positivos u oportunidades de ingresos debido a la necesidad de adquirir sistemas de telemetría que permitan mejorar la administración y cuidado del agua. Los factores tecnológicos presentan impactos tanto positivos, como negativos lo cual puede generar tanto disminución o aumento de gastos. Los factores ambientales presentan impactos positivos los cuales se ven reflejados en mayores ingresos. Por último, los factores legales tienen impactos positivos y negativos que principalmente podrían afectar los egresos.

4.3 Costo de telemetría

El costo de una telemetría está definido por los siguientes rubros: costo de equipos y materiales, costos de ingeniería y mano de obra, costos de desarrollo de aplicación, costo de almacenamiento de información, costos de enlaces y comunicación y costos de mantenimiento.

En la tabla 1 se detallan las cantidades de estos costos. Los rubros de equipos y materiales, ingeniería y mano de obra y desarrollo de aplicación requieren un desembolso inicial, el cual se tomará en cuenta dentro de la inversión inicial. Los rubros restantes se consideran como gastos, a partir de que la telemetría esté instalada. El total para inversión inicial de una telemetría asciende a Q7,991, lo cual a su vez se considera como un activo que será depreciado en el transcurso de los años considerados para el análisis financiero. Los gastos asociados a una telemetría instalada ascienden a Q145 mensuales

de almacenamiento de información y enlaces y comunicación, Q1,600.00 anuales (Q133 mensuales aproximadamente) de mantenimientos e imprevistos.

Tabla 1

Costo de una telemetría. Cifras en quetzales.

Rubro	Costo	Totales
Inversión Inicial		
Equipos y materiales	5,211.00	
Ingeniería y mano de obra	1,460.00	
Desarrollo de aplicación	1,320.00	7,991.00
Gastos mensuales por telemetría instalada		
Almacenamiento de información	46.12	
Enlaces y comunicación	99.00	
Mantenimientos e imprevistos	133.33	278.45

Fuente: elaboración propia, con base a cotizaciones.

4.3.1 Capital de trabajo

Para tener la capacidad de iniciar la implementación de las telemetrías en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala, se requieren los siguientes recursos: leasing de dos vehículos, outsourcing o contratación de servicios de dos supervisores de implementación y dos técnicos de instalación. Los costos relacionados a estos recursos se consideran como capital de trabajo ya que serán necesarios para el funcionamiento durante los primeros 6 meses de implementación de los proyectos.

El capital de trabajo necesario para iniciar la implementación de telemetrías asciende a Q170,400, cantidad que será absorbida por el capital propio de los inversionistas. En la tabla 2 se detalla y se desglosa la composición del capital del trabajo necesario para la implementación de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

En el anexo 4 se detallan las cotizaciones correspondientes al leasing de dos vehículos, tercerización de servicios profesionales (outsourcing) de dos supervisores de implementación y dos técnicos de instalación.

Tabla 2*Determinación del capital de trabajo. Cifras en quetzales.*

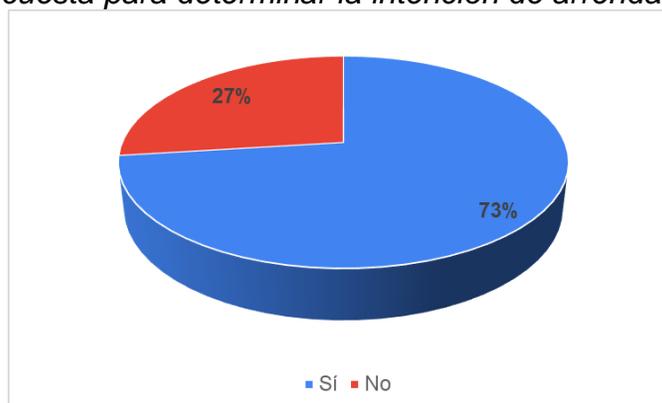
Descripción	Costo unitario	Cantidad	Meses	Total
Arrendamiento de vehículo	5,400	2	6	64,800
Gasolina	800	2	6	9,600
Supervisor de implementación	5,000	2	6	60,000
Técnico de instalación	3,000	2	6	36,000
Total de capital de trabajo				170,400

Fuente: elaboración propia con base a información proporcionada por cotizaciones (Anexo 4).

4.4 Inversión Inicial

La inversión inicial de los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría está compuesta por los equipos y materiales, gastos de ingeniería y mano de obra, desarrollo de aplicación y capital de trabajo.

La cantidad de telemetrías a implementar en el departamento de Guatemala se determinó mediante los resultados del trabajo de campo conformado por encuestas realizadas a una muestra de la población total. En la figura 5, se puede observar que el 73% de los encuestados respondió que estaría interesado en arrendar el servicio de telemetría para su sistema de distribución de agua potable.

Figura 5*Resultados de la encuesta para determinar la intención de arrendamiento de telemetría*

Fuente: elaboración propia con base a información obtenida en el trabajo de campo.

Cabe resaltar que la inversión está dada para atender a 611 clientes de telemetrías en total, los cuales fueron calculados a partir de la población total de 837 posibles clientes, tomando como referencia el interés por arrendar el servicio del 73% de los encuestados en el trabajo de campo ($837 * 73\% = 611$). De darse la oportunidad de crecimiento se deben considerar proporcionalmente tanto los ingresos como los gastos. Al final del anexo 1, se muestra la cantidad de potenciales clientes categorizados por municipio del departamento de Guatemala.

Tabla 3

Inversión inicial. Cifras en quetzales.

Descripción	Costos por telemetría	Cantidad de telemetrías	Inversión inicial total de telemetrías
Equipos y materiales	5,211.00		
Ingeniería y mano de obra	1,460.00		
Desarrollo de aplicación	1,320.00		
Total inversión inicial x telemetría	7,991.00	611	4,882,501.00
Capital de trabajo			170,400.00
Total inversión inicial			5,052,901.00

Fuente: elaboración propia basado en costos de telemetría unitaria y resultados de trabajo de campo.

En la tabla 3 se detalla que la inversión inicial para la implementación y arrendamiento de 611 telemetrías para sistemas de distribución de agua potable del departamento de Guatemala asciende a Q5,052,901 los cuales serán útiles para adquirir los equipos, materiales, la ingeniería, mano de obra y desarrollo de aplicación que la telemetría conlleva. Al mismo tiempo, se considera dentro de la inversión inicial, el capital de trabajo necesario para poner en marcha la instalación de telemetrías.

4.4.1 Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento disponibles para la implementación y arrendamiento de 611 proyectos de telemetrías son aportación de capital propio de los inversionistas y un préstamo bancario a un plazo de cinco años. Se determinó una estructura de capital conformada por 61.35% de capital propio y 38.65% de deuda a largo plazo por el

préstamo bancario, esta estructura se estableció tomando en consideración que el proyecto se encuentra en una fase inicial de lanzamiento y crecimiento, los inversionistas consideran adecuado utilizar capital propio en mayor proporción y una vez estabilizado el proyecto, se podrían realizar adecuaciones en la estructura de capital para financiarse con mayor porcentaje de deuda.

La tasa de interés del préstamo bancario se determinó tomando como referencia la tasa promedio ponderada de cartera de créditos para el sector empresarial menor en moneda nacional al 31 de diciembre del 2019, la cual asciende a 10.45%. Cabe resaltar que, para el efecto del análisis financiero, esta tasa se redondeó a 10.5%. En el anexo 6 se detalla esta información obtenida de la página web de la Superintendencia de Bancos de Guatemala.

El préstamo bancario está sujeto a las siguientes condiciones: plazo a cinco años con pagos mensuales realizados en cuotas niveladas y tasa de interés anual del 10.5%.

El financiamiento, mediante el préstamo bancario, genera pagos mensuales de cuota nivelada de Q41,977.59; anualmente, la cuota nivelada asciende a Q503,731, la cual debe amortizarse durante un periodo de cinco años. El desembolso total del préstamo asciende a Q2,518,655, de los cuales Q565,655 corresponden a pagos de intereses. En la siguiente tabla, se detalla la amortización del préstamo bancario.

Tabla 4

Amortización de préstamo bancario. Cifras en quetzales.

Año	Saldo inicial	Cuota anual	Intereses anuales	Aporte a capital	Saldo final
1	1,953,000	503,731	190,265	313,467	1,639,533
2	1,639,533	503,731	155,719	348,012	1,291,521
3	1,291,521	503,731	117,367	386,364	905,157
4	905,157	503,731	74,788	428,943	476,214
5	476,214	503,731	27,517	476,214	0
		2,518,655	565,655	1,953,000	

Fuente: elaboración propia con base a tasa promedio ponderada de cartera de créditos para el sector empresarial menor en moneda nacional al 31/12/2019.

4.4.2 Valor de rescate

Al final de los cinco años de evaluación financiera, las telemetrías implementadas en sistemas de distribución de agua potable estarán completamente depreciadas desde el punto de vista contable, tomando en consideración un 20% de depreciación anual. De ese modo, contablemente no se refleja el verdadero valor que los equipos aún poseen.

Para estimar el valor de rescate de una telemetría, se toma como referencia el tiempo de vida útil de los equipos y programas, el cual en condiciones normales de funcionamiento es de 8 años en promedio. Si los equipos se vendieran en el quinto año de la evaluación financiera, estos aún tendrían un tiempo de vida útil restante de 3 años. Según expertos, la telemetría podría venderse al 15% de su costo inicial, debido a la brecha tecnológica o la actualización que existirá con nuevos modelos de equipos industriales.

El costo inicial de una telemetría se estima en Q7,991.00, dentro del cual se consideran los costos de equipos y materiales, costos de ingeniería, mano de obra y desarrollo de la aplicación.

En la siguiente tabla se detallan los cálculos utilizados para determinar el valor de rescate de las telemetrías implementadas.

Tabla 5

Determinación de valor de rescate. Cifras en quetzales.

Concepto	Valor unitario	Cantidad de telemetrías	Valor total
Costo inicial de telemetría	7,991		
Porcentaje de valor de rescate	15%		
Valor de rescate unitario	1,198.65	611	732,375
Utilidad de venta de telemetrías			732,375
(-) ISR (10% Ganancias de capital)			73,238
Utilidad neta			659,138
Valor de rescate neto			659,138

Fuente: elaboración propia con base a información proporcionada por expertos.

Estimando que las 611 telemetrías implementadas se vendan al final del quinto año, se logra obtener un ingreso de Q659,138. Cabe mencionar que, el valor de rescate neto incluye la deducción de los impuestos que genera la ganancia de la venta de las telemetrías.

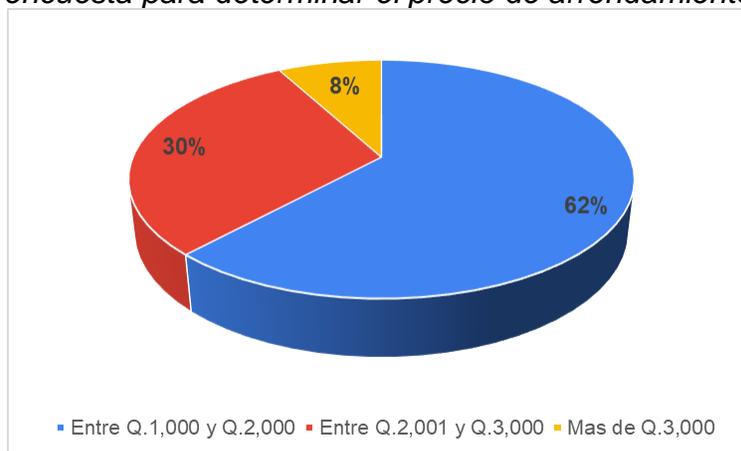
4.5 Precio de arrendamiento de telemetría

El precio de arrendamiento de una telemetría implementada en un sistema de distribución de agua potable fue determinado, mediante el costo de una telemetría, los gastos fijos que se incurren al realizar la instalación y las respuestas de los encuestados en el trabajo de campo.

En la figura 6 se observa que el 62% de los encuestados respondió que estaría dispuesto a pagar una cantidad comprendida entre Q1,000 y Q2,000 por el arrendamiento de una telemetría. Considerando que la mayoría de los encuestados respondió que estarían dispuestos a pagar la menor opción disponible de precio y que los gastos fijos por telemetría ascienden a Q278 mensuales (Q145 de almacenamiento de información y enlaces y comunicación, más Q133 de mantenimientos e imprevistos), se determinó un precio de arrendamiento de Q750 mensuales, el cual cubre los gastos y permite obtener un margen para recuperar la inversión y posteriormente obtener ganancias.

Figura 6

Resultados de la encuesta para determinar el precio de arrendamiento de telemetría



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida en el trabajo de campo.

Considerando el criterio de la mayoría de los encuestados y la cobertura de gastos mensuales, es posible establecer un precio mayor o menor a los Q750 determinados inicialmente, estos escenarios son estudiados en el análisis de riesgos para determinar probabilidades de generar ganancias o pérdidas.

4.6 Flujo de caja

El flujo de caja está compuesto por los flujos de ingresos y egresos que están involucrados en la implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala. A continuación, se desarrollan los flujos.

4.6.1 Flujo de ingresos

Los flujos de ingresos están compuestos por los arrendamientos generados por las telemetrías implementadas en los sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala. El precio por arrendamiento de telemetría asciende a Q750. Los ingresos se estiman constantes a partir del año 2 debido a que se establecería un contrato por 5 años con los clientes de telemetrías.

Se estima que el primer año se integre un total de 611 telemetrías, a un ritmo de 60 telemetrías mensuales, lo cual representa un ingreso anual por arrendamiento de telemetrías de Q3,391,500. El detalle de la cantidad de telemetrías instaladas e ingresos por mes del año 1 se encuentra en el anexo 7. Para el segundo año, se estima que a partir del primer mes ya se cuente con ingresos de las 611 telemetrías, generando un ingreso de Q5,499,000. A partir del tercer año hasta el quinto año, se obtendrán ingresos por Q5,499,000. En la tabla 6 se detalla la proyección de los flujos de ingresos.

Tabla 6

Proyección de flujos de ingresos. Cifras en quetzales.

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por telemetrías	3,391,500	5,499,000	5,499,000	5,499,000	5,499,000
Total de ingresos	3,391,500	5,499,000	5,499,000	5,499,000	5,499,000

Fuente: elaboración propia con base al precio por telemetría y las cantidades de telemetrías implementadas anualmente.

4.6.2 Flujo de gastos

Son todas las erogaciones en gastos derivados de la implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala. A continuación, se detallan los gastos.

Tabla 7

Detalle de gastos anuales. Cifras en quetzales.

Descripción	Costo anual
Gastos fijos	
Gastos administrativos año 1	340,800
Gastos administrativos año 2	351,024
Gastos administrativos año 3	361,555
Gastos administrativos año 4	372,401
Gastos administrativos año 5	383,573
Mantenimientos preventivos de telemetría	1,600
Almacenamiento de información de telemetría	553
Enlaces y comunicaciones de telemetría	1,188
Amortización del préstamo bancario	503,731
Gastos variables	
Mantenimientos correctivos	% variable

Fuente: elaboración propia.

Los gastos administrativos del año 1 están integrados por los honorarios de dos supervisores de implementación (Q120,000) y dos técnicos de supervisores de instalación (Q72,000), arrendamiento de vehículos (Q129,600) y gastos generales varios (Q19,200). A partir del año 2 y hasta el año 5 de la evaluación financiera, se considera un aumento del 3% anual por inflación en los gastos administrativos.

Se estiman dos mantenimientos preventivos anuales por telemetría; cada uno de ellos tiene un costo de Q800, el precio de almacenamiento de información se obtuvo mediante el cálculo de la cantidad de información que sería almacenada mensualmente en la base de datos, obteniendo un costo de Q553 anuales por telemetría (Q46.12 x 12 meses) y los enlaces y comunicaciones de telemetría corresponden al paquete de datos contratado para poder enviar la información hacia internet, el cual genera un gasto de Q1,188 anuales (Q99 x 12 meses). Los gastos de mantenimientos preventivos, almacenamiento

de información y enlaces y comunicaciones se consideran constantes durante los 5 años debido a acuerdos de precios con los proveedores de estos servicios.

Los gastos variables están compuestos por los mantenimientos correctivos aplicados a las telemetrías (Q350 por mantenimiento); el primer año se estima darle mantenimiento al 3% de telemetrías instaladas mensualmente. En el segundo año, se estima darle mantenimiento al 3% del total de telemetrías durante la época de verano (noviembre - abril) y al 5% durante la época de invierno (mayo - octubre). En el tercer año, el porcentaje de mantenimiento de telemetrías subiría al 4% durante verano y al 6% durante invierno. En el cuarto año, los porcentajes de mantenimiento subirían a 5% en verano y 7% en invierno. Por último, en el quinto año, se le brindaría mantenimiento correctivo al 6% de telemetrías en verano y 8% en invierno.

El total de los flujos de egresos estimados que se derivan de la implementación y arrendamiento de telemetrías en sistemas de distribución de agua potable, ascienden a: Q2,162,185; Q3,466,903; Q3,503,635; Q3,541,662 y Q3,581,105 para cada uno de los cinco años considerados en el estudio de la inversión. El detalle de los flujos de egresos proyectados durante el periodo de cinco años se muestra en el anexo 8.

4.7 Proyección de flujos netos

Se determinó un total de inversión inicial de Q5,052,901, la cual tiene una estructura de capital de 61.35% de capital propio o aportado por los inversionistas que a su vez está compuesto por Q2,929,501 para inversión con capital propio y Q170,400 de capital de trabajo y 38.65% correspondiente a Q1,953,900 de deuda a largo plazo. Los flujos netos proyectados ascienden a: Q1,229,315; Q2,032,097; Q1,995,365; Q1,957,338 y Q2,577,033. Los valores proyectados son la base para realizar el análisis de rendimiento y riesgo de la inversión en telemetrías para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala. La proyección de flujos netos se detalla en el anexo 8.

4.8 Tasa de descuento

La tasa de descuento utilizada para la evaluación financiera se calculó mediante el promedio ponderado de costo de capital, considerando el costo de la deuda y el costo de capital propio. A continuación, se detallan los cálculos.

4.8.1 Costo de la deuda a largo plazo

El costo del capital financiado se determinó tomando como referencia la tasa promedio ponderada de cartera de créditos para el sector empresarial menor en moneda nacional al 31 de diciembre del 2019 de 10.45% y se redondeó a 10.5%. En el anexo 6 se detalla la tasa promedio ponderada utilizada como referencia. La propuesta de crédito consiste en cuotas niveladas, con plazo a cinco años y tasa de interés de 10.5% anual. Dicha tasa se utilizó como referencia para el costo de la deuda a largo plazo.

4.8.2 Costo del capital propio

A continuación, se desarrolla el cálculo del costo del capital propio, tomando como base la adaptación del modelo de valoración de activos financieros (CAPM). A continuación, se detalla el modelo utilizado y sus componentes:

$$CAPM = Ke = Rf + \beta_e(ERP) + CRP$$

$$\beta_e = \beta_u \left[1 + \frac{D(1-t)}{E} \right] = 0.81 \left[1 + \frac{0.3865(1-0.25)}{0.6135} \right] = 1.19$$

- Ke = Costo de capital propio.
- Tasa libre de riesgo (Rf), se tomó como referencia la convocatoria No. CBQ-12-2019 del Ministerio de Finanzas Públicas por medio del Banco de Guatemala, para la licitación de certificados representativos de bonos del tesoro de la República de Guatemala, expresados en quetzales, específicamente el bono con fecha de vencimiento 21 de febrero de 2028 con una tasa cupón anual 6.8750%.

- β_e = Beta apalancada, calculada utilizando la beta sectorial no apalancada, porcentaje de deuda y de capital propio de la estructura de capital y la tasa impositiva, con un valor de 1.19.
- Prima de riesgo de mercado o Equity Risk Premium (*ERP*) de Guatemala, la cual, según Damodaran (2020), para enero del año 2020 asciende a 7.66%.
- El indicador riesgo país de Guatemala o Country Risk Premium (*CRP*), la cual según Damodaran (2020) y la calificadora de riesgo de Moody's es Ba1 o su equivalente de 2.82%.
- β_u = Beta sectorial no apalancada, según Damodaran (2020), para el sector de servicios electrónicos la beta es de 0.81.
- D = porcentaje de deuda de estructura de capital, correspondiente a 38.65%.
- E = porcentaje de capital propio de estructura de capital, correspondiente a 61.35%.
- t = tasa impositiva, correspondiente a 25% del Impuesto Sobre la Renta (ISR).

En el anexo 9 se detalla el origen de la información de los componentes para el cálculo del costo de capital a través del CAPM.

Tabla 8

Costo de Capital Propio.

Costo de capital propio	
Componentes	Tasa
Tasa libre de riesgo	6.88%
Prima de riesgo de mercado (ERP) Guatemala	7.66%
Beta apalancada (β_e)	1.19
Riesgo país de Guatemala (CRP)	2.82%
Costo de capital propio	18.83%

Fuente: elaboración propia con referencia de variables financieras.

La tasa del costo de capital propio es igual a 18.83%.

4.8.3 Promedio Ponderado de Costo de Capital

El costo promedio de las fuentes de financiamiento que se utilizaron para fondar los proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías se determinó a través del Promedio Ponderado de Costo de Capital (PPCC). A continuación, se detallan el PPCC determinado.

Tabla 9

Promedio Ponderado de Costo de Capital

Tipo de capital	Cantidad	Porcentaje	Tasa de costo	Tasa impositiva	PPCC
Capital de deuda	1,953,000	38.65%	10.50%	25.00%	3.04%
Capital propio	3,099,901	61.35%	18.83%		11.55%
Total	5,052,901	100%			14.60%

Fuente: elaboración propia con información de costo de capital financiado y costo de capital propio.

Según se puede observar en la tabla anterior, el Promedio Ponderado de Costo de Capital asciende a 14.60%; esta tasa se utiliza como base en el siguiente capítulo para realizar la evaluación financiera de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías. El PPCC representa la rentabilidad mínima que se espera del proyecto.

4.9 Flujo neto proyectado

Los flujos netos proyectados son la base para realizar la evaluación del rendimiento que se espera obtener de la inversión al final del periodo de cinco años.

Se consideró un período de 5 años (20% de depreciación anual) para depreciar contablemente los activos. Dado que la vida útil de una telemetría es en promedio 8 años, se estima, según opiniones de expertos, que cada telemetría se podría vender en el quinto año a Q1,198.65, dicha cantidad es equivalente al 15% del valor inicial de una telemetría de Q7,991.

En el anexo 10, se detalla el cálculo de las depreciaciones para el año 1.

Los flujos netos proyectados ascienden a: Q1,229,315; Q2,032,097; Q1,995,365; Q1,957,338 y Q2,577,033 para cada año del periodo evaluado. La tasa de descuento que se considera para realizar la evaluación financiera asciende al 14.60%, la cual fue obtenida a partir del Promedio Ponderado de Costo de Capital (PPCC).

En el anexo 8, se detallan los flujos netos proyectados para el periodo de la evaluación financiera.

4.10 Valor Actual Neto (VAN)

Utilizando la tasa de descuento de 14.60%, se calculó el valor actual de cada uno de los flujos netos proyectados, del año uno al cinco. Mediante la aplicación de la fórmula de Valor Actual Neto, se determinó que el VAN del proyecto de inversión asciende a Q1,331,452. Este resultado es positivo, lo cual indica que la recuperación inicial de la inversión se logra en su totalidad y se obtienen ganancia. El cálculo del VAN se detalla en el anexo 11.

4.11 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno, se determinó mediante los valores de los flujos netos proyectados para cada periodo de los cinco años en evaluación. La TIR es igual a la tasa que iguala la sumatoria de los flujos futuros con la cantidad de la inversión inicial. Mediante el uso de Microsoft Office Excel 2016 y la fórmula TIR se determinó que la Tasa Interna de Retorno de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías asciende a 24.12%, la cual es 9.52% mayor que la tasa de rendimiento mínima aceptada según el criterio del PPCC. El cálculo de la TIR se detalla en el anexo 11.

4.11.1 Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), supone que los flujos que se generan en el proyecto se reinvierten a una tasa igual a la TIR, situación que no está apegada a la realidad. De esta manera se realizó el cálculo de la TIR Modificada, la cual toma como tasa de

referencia la tasa de rendimiento requerida de los proyectos 14.60% como tasa de reinversión.

Utilizando el software Microsoft Office Excel 2016 y la fórmula TIRM se determinó que la Tasa Interna de Retorno Modificada de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías asciende a 20.09%, la cual es 5.49% mayor que la tasa de rendimiento mínima aceptada según el criterio del PPCC. El cálculo de la TIRM se detalla en el anexo 11.

4.12 Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Se calculó el valor presente de cada uno de los flujos netos proyectados para determinar los flujos netos descontados. A partir de estos últimos, se determinó el flujo descontado acumulado para cada periodo. Se determinó que el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es de 3.98 años, equivalente a 3 años y 11 meses aproximadamente. El cálculo del periodo de recuperación de la inversión se detalla en el anexo 11.

4.13 Análisis Costo-Beneficio

Posterior a determinar el valor actual de los flujos proyectados de ingresos y egresos, tomando como referencia la tasa de descuento de 14.60%, se determinó que en la relación costo-beneficio la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetrías es 1.08. El análisis costo-beneficio indica que luego de cubrir la inversión inicial y recuperar la tasa de rendimiento, se obtiene una ganancia para los inversionistas de Q0.08 por cada quetzal invertido. El cálculo del análisis costo-beneficio se detalla en el anexo 11.

4.14 Análisis de riesgo mediante el método de escenarios

El método de análisis de escenarios permite determinar los riesgos a los que está expuesto un proyecto de inversión, debido a variaciones en los flujos estimados en el estudio financiero. Este método permite incluir la variable de riesgo en las estimaciones

efectuadas y brinda información financiera oportuna para que los inversionistas contemplen los posibles resultados de la inversión.

El análisis de riesgo se realizó tomando como referencia los siguientes escenarios:

- *Escenario base*, no posee variación en ingresos y egresos debido a que se utilizaron las cifras estimadas en el estudio financiero.
- *Primer escenario*, se contempla el aumento de ingresos debido al cambio de precio del arrendamiento de telemetrías de Q750 a Q900. Manteniendo los egresos tal cual se encuentran en el escenario base.
- *Segundo escenario*, se considera una disminución de ingresos debido al cambio de precio de arrendamiento de telemetrías de Q750 a Q600. Manteniendo los egresos tal cual se encuentran en el escenario base.
- *Tercer escenario*, se considera un aumento anual en los gastos fijos del 10%, específicamente por aumento de precios en el outsourcing de personal, leasing de vehículos, gastos generales varios, almacenamiento de información y enlaces y comunicaciones. Los ingresos en este escenario se mantienen tal cual en el escenario base.
- *Cuarto escenario*, se considera una modificación en el ISR (Impuesto Sobre la Renta) del 25% del escenario base al 40%. Los ingresos y egresos se mantienen tal cual el escenario base. El costo de capital propio y el promedio ponderado de costo de capital para este escenario se ven afectados, generando una tasa de descuento que asciende a 13.63%.

Los flujos netos proyectados del escenario base no sufrieron cambios, ya que no se consideró ningún porcentaje de variación para este escenario. Los flujos netos proyectados en el primer escenario aumentaron en todos los años contemplados en la evaluación financiera debido a la subida de precio en el arrendamiento de telemetría. En el segundo escenario, los flujos netos proyectados disminuyeron en los cinco periodos de la evaluación financiera debido a rebaja de precio en el arrendamiento de telemetría. En el tercer escenario y cuarto escenario los flujos netos proyectados son menores en

comparación a los del escenario base debido al aumento anual de los gastos fijos y la modificación de tasa impositiva respectivamente.

En el anexo 12, se detallan los cálculos de la tasa de descuento para el cuarto escenario y los flujos netos proyectados de cada uno de los escenarios definidos.

Los resultados de la evaluación financiera para cada uno de los escenarios se detallan en la tabla 10.

Tabla 10

Evaluación financiera por escenario.

Descripción	Escenario				
	Base	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
VAN	Q 1,331,452	Q 3,847,016	-Q1,184,113	Q 700,784	Q 589,607
TIR	24.12%	40.32%	5.28%	19.91%	17.87%
TIRM	20.09%	28.34%	8.64%	17.62%	16.17%
PRI	3.98	2.73	7.34	4.35	4.51
Costo-Beneficio	1.08	1.23	0.92	1.02	1.03

Fuente: elaboración propia con base a flujos netos proyectados por escenario.

El escenario base posee los mismos resultados de la evaluación financiera, VAN Q1,331,452; TIR 24.12% TIRM 20.09%; PRI 3.98 años y Relación Costo-Beneficio 1.08. El primer escenario, contempla el aumento de ingresos debido al cambio de precio del arrendamiento de telemetrías de Q750 a Q900, manteniendo los gastos tal cual el escenario base, se obtienen los siguientes resultados, VAN Q3,847,016; TIR 40.32%; TIRM 28.34%; PRI 2.73 años y Relación Costo-Beneficio 1.23. El segundo escenario, en el cual se considera una disminución de ingresos debido al cambio de precio de arrendamiento de telemetrías de Q750 a Q600, manteniendo los egresos tal cual se encuentran en el escenario base, se obtienen los siguientes indicadores financieros, VAN -Q1,184,113; TIR 5.28%; TIRM 8.64%; PRI 7.34 años y Relación Costo-Beneficio 0.92. El tercer escenario, considera un aumento anual en los gastos fijos del 10%, manteniendo los ingresos tal cual en el escenario base. En este escenario se obtienen los siguientes indicadores financieros, VAN Q700,784; TIR 19.91%; TIRM 17.62%; PRI 4.35 años y Relación Costo-Beneficio 1.02. Por último, el cuarto escenario considera una

modificación en la tasa impositiva del 25% al 40% y los ingresos y egresos se mantienen tal cual el escenario base. En este escenario se obtienen los siguientes indicadores financieros, VAN Q589,607; TIR 17.87%; TIRM 16.17%; PRI 4.51 años y Relación Costo-Beneficio 1.03.

En el segundo escenario, los indicadores financieros no son favorables, ya que el VAN es menor a cero, ambas TIR y TIRM son menores a la tasa de rendimiento requerida, el Periodo de Recuperación de Inversión es mayor a los cinco años que duraran los proyectos y la Relación Costo-Beneficio es menor a la unidad. En el resto de los escenarios, los indicadores financieros son favorables, ya que el VAN es mayor a cero; ambas TIR y TIRM son mayores a la tasa de rendimiento requerida por los accionistas; el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es menor a la duración de los proyectos y la Relación Costo-Beneficio es mayor a la unidad. Los resultados demuestran que las modificaciones realizadas en cada uno de los escenarios a los ingresos, egresos o tasa impositiva tienen repercusiones sobre la viabilidad financiera de la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría en sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

4.15 Valor esperado del VAN y desviaciones sobre escenarios

Para tener una mejor apreciación del rendimiento esperado, se calculó el valor esperado del VAN (*VE*) de la inversión. Se asumen las siguientes probabilidades ocurrencia para cada escenario:

- Escenario base, 45% de probabilidad de ocurrencia.
- Primer escenario, 15% de probabilidad de ocurrencia.
- Segundo escenario, 15% de probabilidad de ocurrencia.
- Tercer escenario, 15% de probabilidad de ocurrencia.
- Cuarto escenario, 10% de probabilidad de ocurrencia.

En la siguiente tabla se presenta el resultado del valor esperado del VAN.

Tabla 11

Valor esperado del VAN por escenario. Cifras en quetzales.

Escenario	Inversión	VAN	VA Flujo de fondos	% Probabilidad	Rendimiento esperado
Base	-5,052,901	1,331,452	-3,721,449	45%	599,153
Primero	-5,052,901	3,847,016	-1,205,885	15%	577,052
Segundo	-5,052,901	-1,184,113	-6,237,014	15%	-177,617
Tercero	-5,052,901	700,784	-4,352,117	15%	105,118
Cuarto	-5,052,901	589,607	-4,463,294	10%	58,961
Valor esperado del VAN					1,162,667

Fuente: elaboración propia con base en los escenarios establecidos y la probabilidad de ocurrencia de cada escenario.

El valor esperado del VAN (VE) asciende a Q1,162,667. Este valor fue calculado tomando como base el resultado obtenido en cada uno de los escenarios y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos. Para establecer el porcentaje de rentabilidad o pérdida que puede existir al llevar a cabo la inversión, se toma como base el valor esperado del VAN calculado.

La desviación estándar obtenida posterior a realizar los cálculos es Q1,408,767. Lo cual representa que tanto se aleja el VAN entre cada uno de los escenarios propuestos. En el anexo 13 se detalla el cálculo de la desviación estándar entre los escenarios.

4.16 Probabilidad de rentabilidad y pérdida en la inversión

Para determinar la probabilidad de rentabilidad y pérdida de la inversión se hizo uso del valor esperado del VAN (VE) y la desviación estándar de los escenarios (σ). (ver anexo 13) Se estableció que existe una probabilidad del 79.54% de obtener rentabilidad o rendimiento positivo (VAN mayor o igual a cero) y un 20.46% de pérdida o rendimiento negativo (VAN menor que cero). Estos porcentajes indican que existe una mayor probabilidad de generar rentabilidad en la inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

CONCLUSIONES

1. La hipótesis de investigación se confirma. La inversión en proyectos de implementación y arrendamiento de telemetría para sistemas de distribución de agua potable es financieramente viable, ya que se obtuvo un rendimiento de 24.12%, un valor actual neto de Q1,331,452; un periodo de recuperación de la inversión equivalente a tres años y 11 meses aproximadamente y una probabilidad de obtener rentabilidad del 79.54%.
2. Se determinó una inversión inicial que asciende a Q5,052,901, la cual incluye un capital de trabajo igual a Q170,400. El financiamiento se estipuló con un 61.35% de capital propio, el cual tiene un costo de 18.83% y un 38.65% de préstamo bancario a cinco años de plazo y tasa de interés del 10.5%. La tasa de descuento calculada es igual a 14.60%.
3. Los flujos netos proyectados correspondientes a los cinco años que dura la evaluación financiera ascienden a: Q1,229,315; Q2,032,097; Q1,995,365; Q1,957,338 y Q2,577,033.
4. Los resultados de la evaluación financiera realizada son: Valor Actual Neto (VAN) igual a Q1,331,452; resultado que indica que se obtienen ganancias posteriores a la recuperación de la inversión inicial. Tasa Interna de Retorno (TIR) de 24.12%, la cual es mayor a la tasa mínima de rendimiento requerido de 14.60%. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) igual a tres años y once meses aproximadamente, el cual es favorable para la inversión ya que es menor a los cinco años de evaluación de la inversión. El análisis costo-beneficio indica un valor de 1.08, que indica que se generan mayores beneficios que costos.

El riesgo calculado determinó una probabilidad de obtener rentabilidad de 79.54% y una probabilidad de pérdida de 20.46%. Estas probabilidades indican que existe una mayor probabilidad de generar rentabilidad con la inversión.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación realizada, la cual tomó como fundamento la evaluación de rendimiento y riesgo mediante el uso de herramientas financieras, se recomienda realizar la inversión.
2. Es de suma importancia que, al momento de realizar la inversión, se actualicen y se ajusten tasas de interés, costos y precios relacionados con la inversión en proyectos de telemetría, para contar con información representativa y actualizada de la evaluación financiera.
3. Para cualquier tipo de proyecto en donde no se requiera una estructura fija de personal, se recomienda considerar la tercerización, outsourcing o leasing de servicios técnicos y de ingeniería, ya que se contrata a empresas especializadas en cada área y al mismo tiempo, este tipo de acciones influye de manera significativa en los flujos netos proyectados debido a la reducción de costos fijos.
4. El estudio financiero realizado en este trabajo de investigación científica puede utilizarse como referencia o base para el análisis de riesgo y rendimiento de inversión en proyectos relacionados con telemetría aplicada a otros procesos, haciendo adecuaciones técnicas y financieras según sea necesario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bibliografía

Arriola, J. L. (1961). *Ensayo crítico en torno al humanismo político de un gobernante*. México, D.F.: B COSTA AMIC. EDITOR.

Besley, S., & Brigham, E. (2016). *Fundamentos de administración financiera*. México: Cengage Learning Editores, S. A. de C. V.

Chinchilla, E. (2002). *Historia del Arte en Guatemala. Museo Popol Vuh*. Guatemala: Universidad Francisco Marroquín.

Damodaran, A. (2020). *Country Risk: Determinants, Measures and Implications*. Estados Unidos: New York University - Stern School of Business.

Empresa Eléctrica de Guatemala. (2019). *Servicios de energía eléctrica del departamento de Guatemala relacionados con distribución o consumo de agua*. Guatemala.

Gitman, L., & Zutter, C. (2012). *Principios de administración financiera*. México: Pearson Educación.

Guevara Recinos, E. (2019). Tasa interna de rendimiento modificada (TIRM). *Técnicas de elaboración del presupuesto de capital*. Guatemala: Curso Finanzas III, USAC.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.

IARNA-URL, & The Nature Conservancy. (2013). *Bases técnicas para la gestión del agua con visión de largo plazo en la zona metropolitana de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

Instituto Nacional de Estadística. (2013). *Estimaciones de la Población total por municipio. Período 2008-2020*. Guatemala: INE.

- Mena Enamorado, J. (2014). *Caracterización del sistema de distribución de agua potable del casco urbano del municipio de santa lucía Cotzumalguapa*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar Guatemala.
- Municipalidad de Guatemala. (1978). *Informe al Pueblo*. Guatemala: Revista de la Municipalidad de Guatemala.
- Polo Sifontes, F. (1966). *Crónicas de Ayer*. Guatemala: Tipografía Nacional de Guatemala.
- Ramírez Molina, J. (2017). *Análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en estaciones de trabajo para anestesia, en hospitales privados grandes del municipio de Guatemala*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Ramírez Tenas, R. (2012). *Propuesta para el diseño de un sistema de telemetría, para el monitoreo de niveles de agua en pozos de producción, en la empresa minera entre mares de Guatemala, S.A*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Rivera Mejía, J. (2007). *Instrumentación: sensores y principios de medición; controladores; actuadores finales de control*. México: Trillas.
- Sapag Chain, N. (2001). *Evaluación de proyectos de inversión en la empresa*. Argentina: Pearson Education S.A.
- Sapag Chain, N. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, S.A.

2. Referencias electrónicas

Aleaga Loaiza, L. F. (2010). *Diseño de un sistema de telemetría y telecontrol (SCADA) para la red de distribución de agua potable de la ciudad de Loja*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2532>

Arreaga Coloma, J. L. (2013). *Propuesta para telemetría de nivel de uso industrial a través de la red GPRS*. Obtenido de Universidad San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0337_EO.pdf

Carvache, O., & Jácome, I. (2017). *Análisis del costo-beneficio: una herramienta de gestión*. Obtenido de Universidad Católica Santiago de Guayaquil: <https://www.eumed.net/ce/2017/2/costo-beneficio.html>

Chen, J. (2019). *Equity Risk Premium*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/e/equityriskpremium.asp>

Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/Libros/43RedesDeDistribucion.pdf>

Damodaran, A. (2020). *Country Default Spreads and Risk Premiums*. Obtenido de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html / https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Ecured. (2019). *Instrumentación Industrial*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Instrumentaci%C3%B3n_industrial

Escobar Morales, J. J. (2017). *Un poco de historia sobre el "concepto" de empresa de distribución de agua*. Obtenido de Iagua: <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-escobar-morales/poco-historia-concepto-empresa-distribucion-agua>

García, J. (2019). *¿Cómo la telemetría mejora la gestión del agua en las comunidades?* Obtenido de Telcel Empresas: <https://telcelempresas.com/como-la-telemetria-mejora-la-gestion-del-agua-en-las-comunidades/>

Hichos García, J. S. (2009). *Las 4 c's del Mercadeo como Herramienta Mercadológica en el lanzamiento de un Producto en el Mercado.* Obtenido de Universidad San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_0766.pdf

Locken. (2018). *Los pioneros del agua en la historia.* Obtenido de Iagua: <https://www.iagua.es/noticias/locken/17/02/08/pioneros-agua-historia>

López, J. F. (2018). *Inversión.* Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/inversion.html>

Mecafenix, F. (2017). *Conceptos básicos de la instrumentación industrial.* Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/instrumentacion-conceptos-basicos/>

Mejía, D. (2013). *¿Nos estamos quedando sin agua en el área metropolitana?* Obtenido de Plaza Pública: https://www.plazapublica.com.gt/multimedia/agua_area_metropolitana/index.html

Mollinedo C., F. (2014). *El agua en Guatemala. Breve historia del agua en Guatemala.* Obtenido de Guate Historia: <http://guatehistoria.com/breve-historia-del-agua-en-guatemala/>

Orozco, R. (s.f.). *Recolección de datos: técnicas de investigación de campo.* Obtenido de <http://www.geocities.ws/roxloubet/investigacioncampo.html>

Ortega Aguaza, B. (2012). *Análisis Coste-Beneficio.* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5583839>

Peiro Ucha, A. (2015). *Riesgo país.* Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/riesgo-pais.html>

- Quintero, H. (2006). *Telemetría y tele gestión en procesos industriales mediante canales inalámbricos Wi-Fi utilizando instrumentación virtual y dispositivos PDA*. Obtenido de Desarrollo de Grandes Aplicaciones de Red, España: <http://www.dtic.ua.es/grupoM/recursos/articulos/JDARE-06-J.pdf>
- Rodríguez, A. (s.f.). *Definición de red de comunicaciones*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/punk-andii/definicin-de-red-de-comunicaciones>
- Rodríguez, C. (2016). *¿Cómo se mide el consumo de energía eléctrica?* Obtenido de <https://redeselectricasrd.cdeee.gob.do/como-se-mide-el-consumo-de-energia-electrica/>
- Rosero Castillo, R. (2010). *SCADA del sistema de distribución de agua de la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3695>
- Ruiz, R. (s.f.). *Historia de la ciencia y el método científico*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/283/66.htm>
- Sevilla, A. (2018). *Apalancamiento*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/apalancamiento.html>
- Sy Corvo, H. (2018). *Costo de capital promedio ponderado: para qué sirve, cálculo*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/costo-capital-promedio-ponderado/>
- Vázquez Burguillo, R. (2016). *Coste de capital propio (Ke) y coste de capital de deuda (Kd)*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/coste-de-capital-ke.html>

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Título	Página
1	Costo de una telemetría	43
2	Determinación del capital de trabajo	44
3	Inversión inicial	45
4	Amortización de préstamo bancario	46
5	Determinación de valor de rescate	47
6	Proyección de flujos de ingresos	49
7	Detalle de gastos anuales	50
8	Costo de Capital Propio	53
9	Promedio Ponderado de Costo de Capital	54
10	Evaluación financiera por escenario	58
11	Valor esperado del VAN por escenario	60

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Título	Página
1	Servicios de energía eléctrica del departamento de Guatemala relacionados con distribución de agua potable.	4
2	Principales proveedores de agua en los municipios de la zona metropolitana de Guatemala.	5
3	Cantidad de días al mes en los que se recibe agua en los municipios de la zona metropolitana.	6
4	Análisis PESTEL	41
5	Resultados de la encuesta para determinar la intención de arrendamiento de telemetría.	44
6	Resultados de la encuesta para determinar el precio de arrendamiento de telemetría.	48

ANEXOS

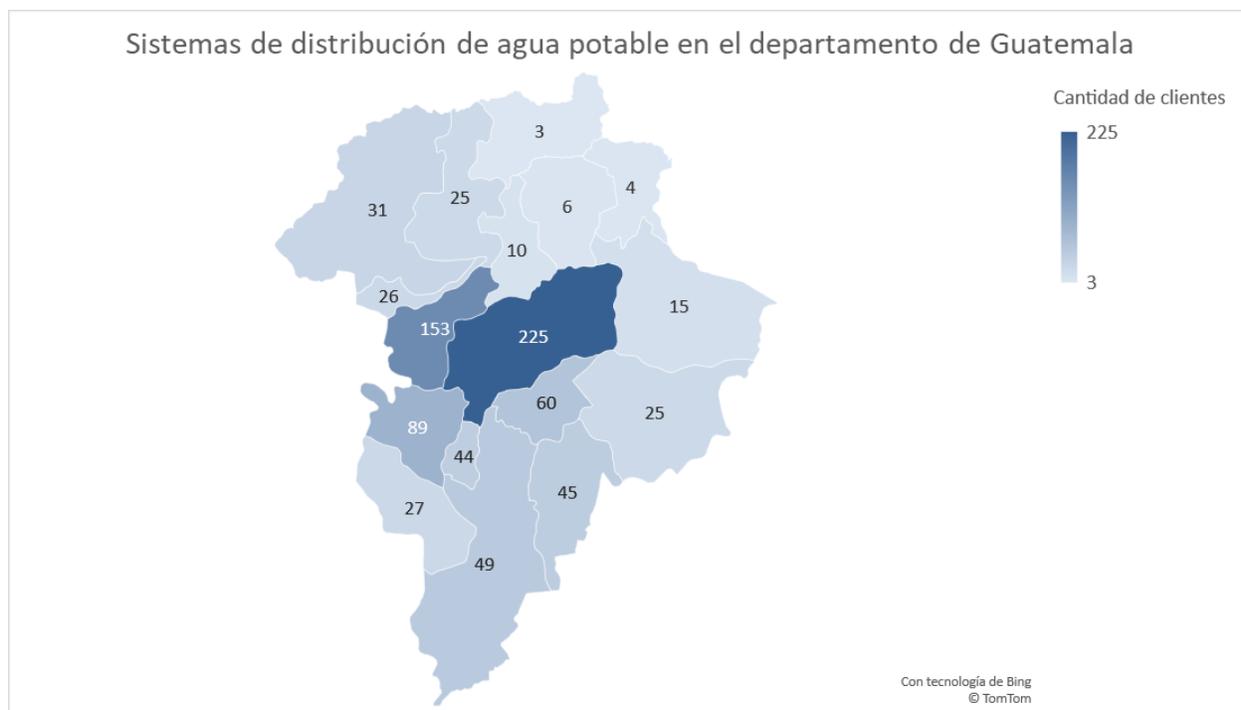
Anexo 1

Detalle de la población y cálculo de la muestra

La información de la población con probabilidad de arrendar un proyecto de telemetría aplicado a sistemas de distribución de agua potable se obtuvo a través de una base de datos de servicios eléctricos relacionados a usuarios que cuentan con bombas de agua. El tamaño de la población asciende a 837 sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

Detalle de la población total de estudio

La población total está conformada por 837 sistemas de distribución de agua potable distribuidos por todo el departamento de Guatemala. A continuación, se detalla cómo están distribuidos los sistemas por municipio del departamento de Guatemala:



Fuente: elaboración propia con base a información de base de datos de clientes de empresa de distribución de energía eléctrica del departamento de Guatemala.

Cantidad de sistemas por municipios

Sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala			
Municipio	Cantidad	Municipio	Cantidad
Amatitlán	27	San Juan Sacatepéquez	31
Chinautla	10	Petapa	44
Chuarrancho	3	San Pedro Ayampuc	6
Fraijanes	45	San Pedro Sacatepéquez	26
Guatemala	225	San Raymundo	25
Mixco	153	Santa Catarina Pinula	60
Palencia	15	Villa Canales	49
San José del Golfo	4	Villa Nueva	89
San José Pinula	25	Total	837

Porcentaje de sistemas según población total

Sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala			
Municipio	%	Municipio	%
Amatitlán	3.23%	San Juan Sacatepéquez	3.70%
Chinautla	1.19%	Petapa	5.26%
Chuarrancho	0.36%	San Pedro Ayampuc	0.72%
Fraijanes	5.38%	San Pedro Sacatepéquez	3.11%
Guatemala	26.88%	San Raymundo	2.99%
Mixco	18.28%	Santa Catarina Pinula	7.17%
Palencia	1.79%	Villa Canales	5.85%
San José del Golfo	0.48%	Villa Nueva	10.63%
San José Pinula	2.99%	Total	100.00%

Cálculo de la muestra

Para calcular la muestra, se utilizó una técnica de muestreo probabilístico de azar sistemático. Se consideró un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%.

La fórmula para el cálculo de la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times (p \times (1 - p))}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times (p \times (1 - p))}$$

Donde:

n = es el tamaño de la muestra.

N = es la población.

Z = nivel de confianza.

p = proporción esperada.

e = precisión (margen de error permitido en la estimación).

Aplicando la fórmula anterior, se realizó el cálculo para determinar la muestra con los siguientes datos:

$N = 837$

Z = según tabla de distribución normal para un 90% de nivel de confianza $Z=1.65$.

$p = 50\%$

$e = 10\%$

$$n = \frac{837 \times (1.65)^2 \times (0.5 \times (1 - 0.5))}{(0.10)^2 \times (837 - 1) + (1.65)^2 \times (0.5 \times (1 - 0.5))} = 63.01$$

El resultado anterior indica el tamaño de la muestra (63), el mismo que se utilizó para determinar la cantidad de encuestas que se debían realizar para determinar la intención de arrendamiento de telemetrías aplicados a sistemas de distribución de agua potable en el departamento de Guatemala.

Para determinar la cantidad de encuestados por municipio, se tomó como referencia el porcentaje de sistemas por municipio según la población total, quedando distribuidos los componentes de la muestra de la siguiente forma:

Cálculo de la cantidad de encuestas

Municipio	Cantidad	Municipio	Cantidad
Amatitlán	63*3.23%	San Juan Sacatepéquez	63*3.70%
Chinautla	63*1.19%	Petapa	63*5.26%
Chuarrancho	63*0.36%	San Pedro Ayampuc	63*0.72%
Fraijanes	63*5.38%	San Pedro Sacatepéquez	63*3.11%
Guatemala	63*26.88%	San Raymundo	63*2.99%
Mixco	63*18.28%	Santa Catarina Pinula	63*7.17%
Palencia	63*1.79%	Villa Canales	63*5.85%
San José del Golfo	63*0.48%	Villa Nueva	63*10.63%
San José Pinula	63*2.99%	Total	63

Cantidad de encuestas a realizar a encargados de sistemas de distribución de agua potable por municipio

Municipio	Cantidad	Municipio	Cantidad
Amatitlán	2	San Juan Sacatepéquez	2
Chinautla	1	Petapa	3
Chuarrancho	0	San Pedro Ayampuc	0
Fraijanes	3	San Pedro Sacatepéquez	2
Guatemala	17	San Raymundo	2
Mixco	12	Santa Catarina Pinula	5
Palencia	1	Villa Canales	4
San José del Golfo	0	Villa Nueva	7
San José Pinula	2	Total	63

Cantidad de posibles clientes repartidos por municipios del departamento de Guatemala

Municipio	Cantidad	Municipio	Cantidad
Amatitlán	20	San Juan Sacatepéquez	23
Chinautla	7	Petapa	32
Chuarrancho	2	San Pedro Ayampuc	4
Fraijanes	33	San Pedro Sacatepéquez	19
Guatemala	164	San Raymundo	18
Mixco	112	Santa Catarina Pinula	44
Palencia	11	Villa Canales	36
San José del Golfo	3	Villa Nueva	65
San José Pinula	18	Total	611

Anexo 2

Encuesta

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrados
Maestría en Administración Financiera

Encuesta de intención de arrendamiento de telemetría aplicada a sistemas de distribución de agua

1. En su institución de distribución de agua, ¿Cuenta con algún sistema de monitoreo automatizado en tiempo real de las variables del proceso (Caudal, nivel de tanques, presión, indicador de fugas o rebales, etc.)?

Sí No

2. Actualmente, ¿Posee control y registros sobre el agua extraída y distribuida?

Sí No

3. En el pasado, ¿Ha estado expuesto a fugas en tuberías o rebales en tanques en su red de distribución de agua?

Sí No

4. Su institución toma en cuenta la conservación y el cuidado del agua

Sí No

5. ¿Estaría interesado en adquirir un servicio que le permita monitorear las variables del proceso de distribución de agua en tiempo real y con capacidad de generar reportes, todo esto sin necesidad de hacer modificaciones en su red de distribución? (Por ejemplo, registros de caudal, presión y nivel de tanques, alertas y notificaciones de fugas o rebales).

Sí No

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este tipo de servicio mensualmente?

Entre Q 1,000 y Q 2,000

Entre Q 2,001 y Q 3,000

Más de Q 3,000

7. ¿Considera que este tipo de sistemas de monitoreo automatizado ayudaría a la optimización de los recursos y el cuidado del agua?

Sí No

8. ¿Encuentra novedoso este tipo de sistema de monitoreo?

Sí No

Anexo 3

Resultados de trabajo de campo

A continuación, se detallan las respuestas obtenidas en las encuestas realizadas a la muestra de la población de investigación.

- 1. En su institución de distribución de agua, ¿Cuenta con algún sistema de monitoreo automatizado en tiempo real de las variables del proceso (Caudal, nivel de tanques, presión, indicador de fugas o rebalses, etc.)?**



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 14% de los encuestados respondió que sí poseen un sistema automatizado en tiempo real en donde pueden observar mediciones del proceso de captación, almacenamiento y distribución de agua. Mientras el 86% restante respondió que no lo poseen.

- 2. Actualmente, ¿Posee control y registros sobre el agua extraída y distribuida?**



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 27% de los encuestados respondió que sí poseen registros y control sobre el agua extraída, almacenada y distribuida en sus respectivos sistemas de distribución de agua potable. El 73% restante respondió que no los poseen.

3. En el pasado, ¿Ha estado expuesto a fugas en tuberías o rebalses en tanques en su red de distribución de agua?



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 67% de los encuestados ha estado expuesto a fugas de tuberías o rebalses en tanques en su red de distribución de agua. El 33% restante no lo ha estado.

4. Su institución toma en cuenta la conservación y el cuidado del agua



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 40% de los encuestados respondió que su institución encargada de la distribución de agua potable toma en cuenta la conservación y el cuidado del agua. El 60% respondió que no.

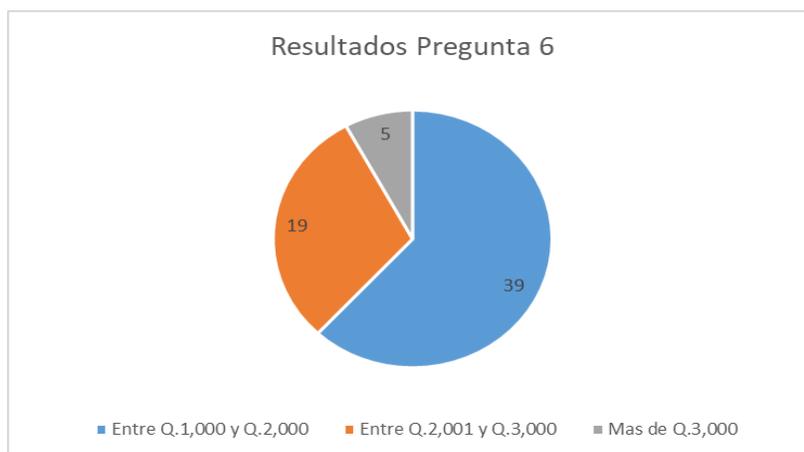
5. ¿Estaría interesado en adquirir un servicio que le permita monitorear las variables del proceso de distribución de agua en tiempo real y con capacidad de generar reportes, todo esto sin necesidad de hacer modificaciones en su red de distribución?



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 73% de los encuestados estaría interesado en arrendar el servicio de telemetría aplicado a sistemas de distribución de agua potable, lo cual representa 46 de 63 encuestados.

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este tipo de servicio mensualmente?



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 62% de los encuestados respondió que estaría dispuesto a pagar mensualmente una cuota entre Q 1,000.00 y Q 2,000.00 por el servicio de arrendamiento de telemetría aplicado a su sistema de distribución de agua potable. El 30%, respondió que pagaría entre Q 2,001.00 y Q 3,000.00 y el 8% restante respondió que estaría dispuesto a desembolsar más de Q 3,000.00 mensualmente por el servicio de telemetría.

7. ¿Considera que este tipo de sistemas de monitoreo automatizado ayudaría a la optimización de los recursos y el cuidado del agua?



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

El 94% de los encuestados considera que la implementación de telemetría a su sistema de distribución de agua potable, ayudaría a la optimización de los recursos y el cuidado del agua.

8. ¿Encuentra novedoso este tipo de sistema de monitoreo?



Fuente: elaboración propia con base a información obtenida de encuesta.

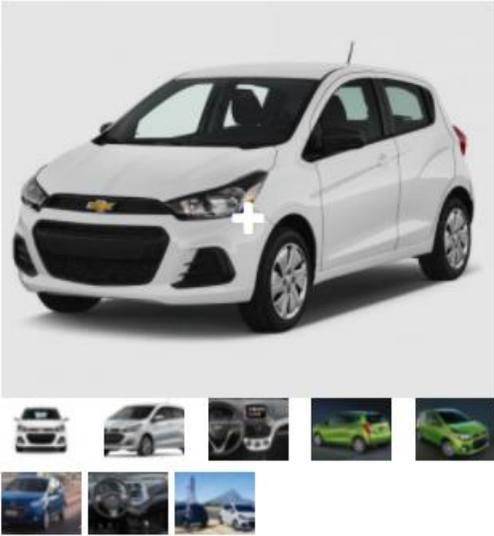
El 87% de los encuestados encuentra novedosa la aplicación de telemetría a sistemas de distribución de agua potable.

Anexo 4

Cotizaciones

Cotización arrendamiento de vehículo

Chevrolet Spark 2017



Características	
Q	Precio 1 día - Q. 235.00
Q	Precio 2 a 6 Días - Q. 216.00
Q	Precio +7 días - Q. 200.00
Q	Precio 15 a 29 Días - Q. 189.00
Q	Precio +30 días - Q. 180.00
🚗	Aplica plan ciudad - Q.150.00 precio por día
🌿	Marca - Chevrolet
📅	Modelo - 2017
🚘	Transmisión - Automático
👤	Pasajeros - 4
🚗	Tipo Vehículo - Automóvil

Reservar

Cotizar

Días de renta Ordinario	30
Costo diario	Q180
Días de renta total	30
Horas Extras	1
+ Servicios	Q. 0
Total	Q.5400

Fuente: Cotización Económica Renta Autos,

<https://www.economicarentaautos.com/economicos/chevrolet-spark-2017.html>

Cotización tercerización (outsourcing) de servicios



Guatemala, 13 de marzo de 2020

No. Cotización: PV-13320
Atención a: Javier Rodríguez

Estimado Ing. Javier Rodríguez,

Reciba un cordial saludo de parte de COSERPRISA, desde ya apreciamos su solicitud y al mismo tiempo expresarle nuestro máximo interés de trabajar en conjunto en la mejora de sus procesos productivos.

A continuación, nuestra oferta:

Descripción de los servicios

Tercerización de los siguientes servicios profesionales, considerando recurso humano calificado para atender sus actividades productivas:

1. Servicios profesionales de forma mensual de un "Supervisor de implementación".
2. Servicios profesionales de forma mensual de un "Técnico de instalación".

Costo de los servicios

Descripción	Precio mensual
Servicios profesionales Supervisor de implementación	Q. 5,000.00
Servicios profesionales Técnico de instalación	Q. 3,000.00

Disponibilidad de inicio de servicios: Inmediata

Validez de la Oferta: 15 días

Precio con IVA Incluido

Observaciones

Solicitamos revisar detalladamente esta cotización para que cumpla satisfactoriamente con los productos y/o servicios requeridos.

La presente oferta es el resultado de nuestra interpretación con respecto a la información proporcionada por el cliente, por lo que COSERPRISA se limita al suministro de los bienes y/o servicios detallados en esta cotización.

Estamos a sus órdenes para cualquier duda, comentario o sugerencia.

Atentamente,


Ing. Pablo Velásquez
COSERPRISA

Fuente: Cotización proveedor COSERPRISA.

Cotización ingeniería y mano de obra de una telemetría



Guatemala, 11 de marzo de 2020

No. Cotización: PV-11320
Atención a: Javier Rodríguez

Estimado Ing. Javier Rodríguez,

Reciba un cordial saludo de parte de COSERPRISA, desde ya apreciamos su solicitud y al mismo tiempo expresarle nuestro máximo interés de trabajar en conjunto en la mejora de sus procesos productivos.

A continuación, nuestra oferta:

Descripción de los servicios

Por telemetría se cotiza lo siguiente: Ingeniería de diseño y configuraciones de equipo, mano de obra de ensamble de equipos en gabinete, instalación de sistema de protección y montaje de telemetría en sitio.

Costo de los servicios

Descripción	Precio
Ingeniería de diseño y configuraciones	Q. 940.00
Ensamble de telemetría	Q. 220.00
Instalación y montaje de telemetría	Q. 300.00
Total	Q. 1,460.00

Validez de la Oferta: 15 días

Precio con IVA Incluido

Observaciones

Solicitamos revisar detalladamente esta cotización para que cumpla satisfactoriamente con los productos y/o servicios requeridos.

La presente oferta es el resultado de nuestra interpretación con respecto a la información proporcionada por el cliente, por lo que COSERPRISA se limita al suministro de los bienes y/o servicios detallados en esta cotización.

Estamos a sus órdenes para cualquier duda, comentario o sugerencia.

Atentamente,



Ing. Pablo Velásquez
COSERPRISA

Fuente: Cotización proveedor COSERPRISA.

Cotización equipos y materiales de una telemetría



Guatemala, 10 de marzo de 2020

No. Cotización: PV-10320
Atención a: Javier Rodríguez

Estimado Ing. Javier Rodríguez,

Reciba un cordial saludo de parte de COSERPRISA, desde ya apreciamos su solicitud y al mismo tiempo expresarle nuestro máximo interés de trabajar en conjunto en la mejora de sus procesos productivos.

A continuación, nuestra oferta:

Descripción de los servicios

Equipos electrónicos, accesorios eléctricos, accesorios de montaje y sistema de protección para telemetría.

Costo de los servicios

Descripción	Precio
Gabinete eléctrico	Q. 600.00
Fuente de alimentación DC	Q. 500.00
Recolector de información y enrutador celular	Q. 3,100.00
Accesorios eléctricos	Q. 85.00
Accesorios de montaje	Q. 226.00
Sistema de puesta a tierra	Q. 700.00
Total	Q. 5,211.00

Validez de la Oferta: 15 días

Precio con IVA Incluido

Observaciones

Solicitamos revisar detalladamente esta cotización para que cumpla satisfactoriamente con los productos y/o servicios requeridos.

La presente oferta es el resultado de nuestra interpretación con respecto a la información proporcionada por el cliente, por lo que COSERPRISA se limita al suministro de los bienes y/o servicios detallados en esta cotización.

Estamos a sus órdenes para cualquier duda, comentario o sugerencia.
Atentamente,


Ing. Pablo Velásquez
COSERPRISA

Fuente: Cotización proveedor COSERPRISA.

Cotización de desarrollo de aplicación para una telemetría



Guatemala, 11 de marzo de 2020

No. Cotización: PV-11320-2
Atención a: Javier Rodríguez

Estimado Ing. Javier Rodríguez,

Reciba un cordial saludo de parte de COSERPRISA, desde ya apreciamos su solicitud y al mismo tiempo expresarle nuestro máximo interés de trabajar en conjunto en la mejora de sus procesos productivos.

A continuación, nuestra oferta:

Descripción de los servicios

Desarrollo de aplicación con interfaz para usuario final para una telemetría.

Costo de los servicios

Descripción	Precio
Precio por hora de ingeniería de programación	Q 165.00
Horas de programación por telemetría	8
Total de desarrollo de aplicación por telemetría	Q 1,320.00

Validez de la Oferta: 15 días

Precio con IVA Incluido

Observaciones

Solicitamos revisar detalladamente esta cotización para que cumpla satisfactoriamente con los productos y/o servicios requeridos.

La presente oferta es el resultado de nuestra interpretación con respecto a la información proporcionada por el cliente, por lo que COSERPRISA se limita al suministro de los bienes y/o servicios detallados en esta cotización.

Estamos a sus órdenes para cualquier duda, comentario o sugerencia.

Atentamente,


Ing. Pablo Velásquez
COSERPRISA

Fuente: Cotización proveedor COSERPRISA.

Anexo 5

Detalle de costo por telemetría

Costos de equipos y materiales	
<i>Descripción</i>	Costo
Gabinete	Q 600.00
Fuente de alimentación DC	Q 500.00
Recolector de información y enrutador	Q 3,100.00
Accesorios eléctricos	Q 85.00
Accesorios de montaje	Q 226.00
Sistema de puesta a tierra	Q 700.00
Costo de equipos y materiales	Q 5,211.00

Fuente: elaboración propia con base a cotizaciones de proveedores industriales.

Costos de ingeniería y mano de obra	
<i>Descripción</i>	Costo
Costos de ingeniería de diseño y configuraciones	Q 940.00
Costos de ensamble de telemetría	Q 220.00
Costos de instalación y montaje de telemetría	Q 300.00
Total de ingeniería y mano de obra	Q 1,460.00

Fuente: elaboración propia con base a cotizaciones de proveedores industriales.

Costos de desarrollo de aplicación	
Precio por hora de ingeniería de programación	Q 165.00
Horas de programación por telemetría	8.00
Costos de programación	Q 1,320.00

Fuente: elaboración propia con base a cotizaciones de proveedores industriales.

Costos de almacenamiento de información	
Costo por MB	Q 0.04
Tamaño de paquete telemetría (MB)	0.0005
Paquetes enviados por mes (1 mensaje por segundo)	2,628,000
Costo de almacenamiento mensual	Q 46.12

Fuente: elaboración propia con base a cotizaciones de proveedores industriales.

Costos de enlace y comunicación		
Datos utilizados mensualmente (MB)		1314.00
Datos utilizados mensualmente (GB)		1.31
Paquete de datos + SIM (5 GB)	Q	99.00
Costo de comunicación telefonía móvil	Q	99.00

Fuente: elaboración propia con base a cotizaciones de proveedores industriales.

Costos de mantenimiento e imprevistos		
2 mantenimientos preventivos anuales a la telemetría	Q	600.00
Imprevistos	Q	1,000.00
Costos varios	Q	1,600.00

Fuente: elaboración propia con base a cotizaciones de proveedores industriales.

Anexo 6

Tasa de interés préstamo bancario

TASAS PROMEDIO PONDERADA DE CARTERA DE CRÉDITOS					
MONEDA NACIONAL					
Al 31/12/2019					
INSTITUCIONES BANCARIAS	EMPRESARIAL	EMPRESARIAL	CONSUMO	MICROCRÉDITO	HIPOTECARIO
	MAYOR	MENOR			PARA VIVIENDA
EL CRÉDITO HIPOTECARIO NACIONAL DE GUATEMALA	9.12	10.24	14.87	21.71	9.32
INMOBILIARIO, S. A.	8.52	10.26	14.93	18.4	8.68
DE LOS TRABAJADORES	10.39	11.01	20.59	16.74	10.96
INDUSTRIAL, S. A.	6.71	9.07	15.3	22.37	8.96
DE DESARROLLO RURAL, S. A.	7.33	11.69	18.92	19.36	12.36
INTERNACIONAL, S. A.	6.69	8.91	26.26		8.83
CITIBANK, N.A., SUCURSAL GUATEMALA	10.26	36			
VIVIBANCO, S. A.	10.69	11.25	14.52		9.96
FICOHSA GUATEMALA, S. A.	8.76	10.95	53.69	10.57	8.85
PROMERICA, S. A.	8.46	11.87	46.04	12	8.76
DE ANTIGUA, S. A.		23.58	46.51	44.97	
DE AMÉRICA CENTRAL, S. A.	6.53	8.42	26.01	11	7.57
AGROMERCANTIL DE GUATEMALA, S. A.	6.98	9.44	24.91	9.23	8.16
G&T CONTINENTAL, S. A.	7.43	10.13	16.78	14.73	8.53
AZTECA DE GUATEMALA, S. A.		0	74.56	43.44	
INV, S. A.	9.42	11.05	10.83	11.34	8.66
SISTEMA BANCARIO	7.02	10.45	24.41	22.62	9.23

Fuente: Superintendencia de Bancos. Guatemala, C. A. <https://www.sib.gob.gt/ConsultaDinamica/?cons=20>

Anexo 7

Detalle de cantidad de telemetrías instaladas e ingresos por mes del primer año del análisis financiero, cifras en quetzales.

Año 1	Cantidad de telemetrías instaladas	Ingreso por telemetrías
enero	60	45,000
febrero	120	90,000
marzo	180	135,000
abril	240	180,000
mayo	300	225,000
junio	360	270,000
julio	420	315,000
agosto	480	360,000
septiembre	540	405,000
octubre	600	450,000
noviembre	611	458,250
diciembre	611	458,250
Ingresos por telemetrías año 1		3,391,500

Fuente: elaboración propia con base a proyecciones de ingresos para el año 1.

Anexo 8

Flujo de egresos proyectados, cifras en quetzales.

Descripción	Costo anual	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos fijos						
Gastos administrativos	340,800	340,800	351,024	361,555	372,401	383,573
Mantenimientos preventivos de telemetría	1,600	273,300	977,600	977,600	977,600	977,600
Almacenamiento de información de telemetría	553	208,561	338,162	338,162	338,162	338,162
Enlaces y comunicaciones de telemetría	1,188	447,678	725,868	725,868	725,868	725,868
Total gastos fijos		1,270,339	2,392,654	2,403,185	2,414,031	2,425,204
Gastos variables						
Mantenimientos correctivos	% variable	47,481	102,648	128,310	153,972	179,634
Total gastos variables		47,481	102,648	128,310	153,972	179,634
Financiamiento						
Capital		313,467	348,012	386,364	428,943	476,214
Intereses		190,265	155,719	117,367	74,788	27,517
Total financiamiento		503,731	503,731	503,731	503,731	503,731
Impuestos						
Impuesto Sobre la Renta		340,634	467,870	468,410	469,927	472,536
Total de egresos		2,162,185	3,466,903	3,503,635	3,541,662	3,581,105

Fuente: elaboración propia con base a proyecciones de gastos.

Flujos netos proyectados para evaluación de rendimiento, cifras en quetzales.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ingresos por arrendamiento de telemetrías		3,391,500	5,499,000	5,499,000	5,499,000	5,499,000
Total de ingresos		3,391,500	5,499,000	5,499,000	5,499,000	5,499,000
Egresos						
Gastos fijos		-1,270,339	-2,392,654	-2,403,185	-2,414,031	-2,425,204
Gastos variables		-47,481	-102,648	-128,310	-153,972	-179,634
Depreciación de telemetrías		-520,880	-976,500	-976,500	-976,500	-976,500
Intereses		-190,265	-155,719	-117,367	-74,788	-27,517
Total de egresos		-2,028,964	-3,627,521	-3,625,362	-3,619,292	-3,608,855
Utilidad antes de impuestos		1,362,536	1,871,479	1,873,638	1,879,708	1,890,145
Impuesto Sobre la Renta (ISR 25%)		-340,634	-467,870	-468,410	-469,927	-472,536
Utilidad neta		1,021,902	1,403,609	1,405,229	1,409,781	1,417,609
Depreciación de telemetrías		520,880	976,500	976,500	976,500	976,500
Inversión en telemetrías	-5,052,901					
Amortización de financiamiento bancario		-313,467	-348,012	-386,364	-428,943	-476,214
Valor de rescate						659,138
Flujo neto		-5,052,901	1,229,315	2,032,097	1,995,365	1,957,338
			2,032,097	1,995,365	1,957,338	2,577,033

Fuente: elaboración propia con base a proyecciones de ingresos y gastos.

Anexo 9

Referencias sobre información de los componentes para el cálculo del costo de capital a través del CAPM

Tasa libre riesgo

Se tomó como referencia la convocatoria No. CBQ-12-2019 del Ministerio de Finanzas Públicas por medio del Banco de Guatemala, para la licitación de certificados representativos de bonos del tesoro de la República de Guatemala, expresados en quetzales, específicamente el bono con fecha de vencimiento 21 de febrero de 2028 con una tasa cupón anual 6.8750%.



Ministerio de Finanzas Públicas Calendarización de Subastas y Licitaciones Públicas de Títulos Valores de la República de Guatemala

Título Valor	Sistema de Negociación	Identificador del Evento	Fecha de la Convocatoria	Fecha del Evento	Fecha de la Liquidación	Moneda
Bonos del Tesoro	Licitación Pública	CBUS\$-1-2021	miércoles, 3 de marzo de 2021	Jueves, 4 de marzo de 2021	Viernes, 5 de marzo de 2021	\$
Bonos del Tesoro	Subasta	SCBUS\$-1-2021	miércoles, 3 de marzo de 2021	Jueves, 4 de marzo de 2021	Viernes, 5 de marzo de 2021	\$
Bonos del Tesoro	Subasta	SCBQ-1-2021	miércoles, 3 de marzo de 2021	Jueves, 4 de marzo de 2021	Viernes, 5 de marzo de 2021	Q
Bonos del Tesoro	Licitación Pública	CBQ-1-2021	miércoles, 3 de marzo de 2021	Jueves, 4 de marzo de 2021	Viernes, 5 de marzo de 2021	Q
Bonos del Tesoro	Licitación Pública	CBQAC-001-2021	miércoles, 3 de marzo de 2021	Jueves, 4 de marzo de 2021	Viernes, 5 de marzo de 2021	Q
Bonos del Tesoro	Licitación Pública	CBUS\$AC-001-2021	miércoles, 3 de marzo de 2021	Jueves, 4 de marzo de 2021	Viernes, 5 de marzo de 2021	\$
Bonos del Tesoro	Licitación Pública	CBUS\$-2-2021	lunes, 8 de marzo de 2021	martes, 9 de marzo de 2021	miércoles, 10 de marzo de 2021	\$

Fuente: <https://dcp-web.minfin.gob.gt/Documentos/Titulos-Valores/Bonos%20del%20Tesoro/Convocatorias.pdf>

ERP y CRP

Prima de riesgo de mercado o Equity Risk Premium (ERP) de Guatemala, la cual, según Damodaran (2020), para enero del año 2020 asciende a 7.66%. Disponible en: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

El indicador riesgo país de Guatemala o Country Risk Premium (CRP), la cual según Damodaran (2020) es Ba1 o su equivalente de 2.82%. Disponible en: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

Beta sectorial no apalancada

Según Damodaran (2020), para el sector de servicios electrónicos la beta es de 0.81.

Disponible en:

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Anexo 10

Depreciación de telemetrías, cifras en quetzales.

Valor de telemetría	7,991.00
Depreciación anual	20.00%
Depreciación mensual	1.67%

Descripción	enero	febrero	marzo	abril	mayo
Telemetrías instaladas	60	60	60	60	60
Telemetrías instaladas acumuladas	60	120	180	240	300
Depreciación por telemetrías	0	7,991	15,982	23,973	31,964

junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Año 1
60	60	60	60	60	611	611	611
360	420	480	540	600	611	611	611
39,955	47,946	55,937	63,928	71,919	79,910	81,375	520,880

Se consideró un período de 5 años o lo que es lo mismo, un 20% de depreciación anual para depreciar contablemente los activos. De esa manera, para el año 1 la depreciación total se calculó aplicándole el porcentaje de depreciación mensual (1.67%) a la cantidad de telemetrías instaladas acumuladas al cabo de tener un mes como activo. El total de depreciación de los activos para el año 1 asciende a Q520,880.

Anexo 11

Cálculo de herramientas financieras

Cálculo de Valor Actual Neto (VAN), cifras en quetzales.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujos netos proyectados	-5,052,901	1,229,315	2,032,097	1,995,365	1,957,338	2,577,033

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+r)^1} + \frac{FE_2}{(1+r)^2} + \frac{FE_3}{(1+r)^3} + \frac{FE_4}{(1+r)^4} + \frac{FE_5}{(1+r)^5}$$

$$VAN = -5,052,901 + \frac{1,229,315}{(1+0.1460)^1} + \frac{2,032,097}{(1+0.1460)^2} + \frac{1,995,365}{(1+0.1460)^3} + \frac{1,957,338}{(1+0.1460)^4} + \frac{2,577,033}{(1+0.1460)^5}$$

$$VAN = -5,052,901 + 1,072,701 + 1,547,302 + 1,325,771 + 1,134,821 + 1,303,758$$

$$VAN = 1,331,452$$

Fuente: elaboración propia con base a flujos netos proyectados y tasa de descuento.

Cálculo de Tasa Interna de Retorno (TIR), cifras en quetzales.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujos netos proyectados	-5,052,901	1,229,315	2,032,097	1,995,365	1,957,338	2,577,033

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FE_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FE_3}{(1 + TIR)^3} + \frac{FE_4}{(1 + TIR)^4} + \frac{FE_5}{(1 + TIR)^5}$$

$$VAN = -5,052,901 + \frac{1,229,315}{(1 + 0.2412)^1} + \frac{2,032,097}{(1 + 0.2412)^2} + \frac{1,995,365}{(1 + 0.2412)^3} + \frac{1,957,338}{(1 + 0.2412)^4} + \frac{2,577,033}{(1 + 0.2412)^5}$$

$$VAN = -5,052,901 + 990,453 + 1,319,123 + 1,043,599 + 824,798 + 874,928$$

$$VAN = 0$$

Fuente: elaboración propia con base a flujos netos proyectados y tasa de descuento.

Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM), cifras en quetzales.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujos netos proyectados	-5,052,901	1,229,315	2,032,097	1,995,365	1,957,338	2,577,033
Tasa de rendimiento requerida	14.60%					
TIRM	20.09%					

Fuente: elaboración propia con base a flujos netos proyectados y tasa de descuento.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), cifras en quetzales.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujos netos proyectados	-5,052,901	1,229,315	2,032,097	1,995,365	1,957,338	2,577,033
Flujos netos descontados	-5,052,901	1,072,701	1,547,302	1,325,771	1,134,821	1,303,758
Flujos descontados acumulados	-5,052,901	-3,980,200	-2,432,898	-1,107,127	27,694	1,331,452

$$PRI = 3 + \frac{1,107,127}{1,134,821} \quad PRI = 3.98$$

Fuente: elaboración propia con base a flujos netos proyectados y tasa de descuento.

Análisis Costo-Beneficio, cifras en quetzales.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos							
Ingresos por arrendamiento de telemetrías		3,391,500	5,499,000	5,499,000	5,499,000	5,499,000	
Valore de rescate						659,138	
Total de Ingresos		3,391,500	5,499,000	5,499,000	5,499,000	6,158,138	
Valor Actual de Ingresos		2,959,424	4,187,111	3,653,675	3,188,198	3,115,490	17,103,897
Egresos							
Costos fijos		1,270,339	2,392,654	2,403,185	2,414,031	2,425,204	
Costos variables		47,481	102,648	128,310	153,972	179,634	
Capital		313,467	348,012	386,364	428,943	476,214	
Intereses		190,265	155,719	117,367	74,788	27,517	
Impuesto Sobre la Renta (ISR 25%)		340,634	467,870	468,410	469,927	472,536	
Inversión Inicial	5,052,901						
Total de egresos	5,052,901	2,162,185	3,466,903	3,503,635	3,541,662	3,581,105	
Valor Actual de Egresos	5,052,901	1,886,723	2,639,809	2,327,904	2,053,377	1,811,732	15,772,445
Relación Costo-Beneficio							1.08

Fuente: elaboración propia con base a flujos netos proyectados y tasa de descuento.

Anexo 12

Flujos netos proyectados por escenario, cifras en quetzales.

Descripción	Escenario				
	Base	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingresos					
Año 1	3,391,500	4,069,800	2,713,200	3,391,500	3,391,500
Año 2	5,499,000	6,598,800	4,399,200	5,499,000	5,499,000
Año 3	5,499,000	6,598,800	4,399,200	5,499,000	5,499,000
Año 4	5,499,000	6,598,800	4,399,200	5,499,000	5,499,000
Año 5	5,499,000	6,598,800	4,399,200	5,499,000	5,499,000
Egresos					
Año 1	2,162,185	2,331,760	1,992,610	2,162,185	2,366,565
Año 2	3,466,903	3,741,853	3,191,953	3,564,597	3,747,625
Año 3	3,503,635	3,778,585	3,228,685	3,709,330	3,784,681
Año 4	3,541,662	3,816,612	3,266,712	3,866,710	3,823,618
Año 5	3,581,105	3,856,055	3,306,155	4,038,011	3,864,627
Flujos netos					
Año 0	-5,052,901	-5,052,901	-5,052,901	-5,052,901	-5,052,901
Año 1	1,229,315	1,738,040	720,590	1,229,315	1,024,935
Año 2	2,032,097	2,856,947	1,207,247	1,934,403	1,751,375
Año 3	1,995,365	2,820,215	1,170,515	1,789,670	1,714,319
Año 4	1,957,338	2,782,188	1,132,488	1,632,290	1,675,382
Año 5	2,577,033	3,401,883	1,752,183	2,120,126	2,293,511

Fuente: elaboración propia con base a variaciones en ingresos y egresos.

Costo de capital propio para cuarto escenario

Costo de capital propio	
Componentes	Tasa
Tasa libre de riesgo	6.88%
Prima de riesgo de mercado (ERP) Guatemala	7.66%
Beta apalancada (β_e)	1.12
Riesgo país de Guatemala (CRP)	2.82%
Costo de capital propio	18.25%

Fuente: elaboración propia tomando en consideración una tasa impositiva del 40%.

Promedio ponderado de costo de capital para cuarto escenario

Tipo de capital	Cantidad	Porcentaje	Tasa de costo	Tasa impositiva	PPCC
Capital de deuda	1,953,000	38.65%	10.50%	40.00%	2.44%
Capital propio	3,099,901	61.35%	18.25%		11.20%
Total	<u>5,052,901</u>	<u>100%</u>			<u>13.63%</u>

Fuente: elaboración propia tomando en consideración una tasa impositiva del 40%.

Anexo 13

Análisis de riesgo, probabilidad de rentabilidad o pérdida

Para determinar la probabilidad de rendimiento positivo y negativo, se tomó como referencia la función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria que sigue una distribución normal. El valor esperado del VAN (Q1,162,667) y la desviación estándar sobre los escenarios (Q1,408,767).

Cálculo de desviación estándar sobre escenarios, cifras en quetzales.

Escenario	% Probabilidad (Pk)	VA Flujo de fondos (Ak)	Factor (Pk*Ak)	Desviación (Ak-Ay)	Desviación cuadrada (Ak-Ay) ⁽²⁾	Producto Pk*(Ak-Ay) ⁽²⁾
Base	45%	-3,721,449	-1,674,652	168,785	28,488,208,034	12,819,693,615
Primero	15%	-1,205,885	-180,883	2,684,349	7,205,729,550,253	1,080,859,432,538
Segundo	15%	-6,237,014	-935,552	-2,346,780	5,507,376,348,788	826,106,452,318
Tercero	15%	-4,352,117	-652,817	-461,883	213,335,630,969	32,000,344,645
Cuarto	10%	-4,463,294	-446,329	-573,060	328,397,430,398	32,839,743,040
	100%	(Ay)=	-3,890,234		13,283,327,168,442	1,984,625,666,157
Desviación estándar						1,408,767

Fuente: elaboración propia con base en los escenarios establecidos y la probabilidad de ocurrencia de cada escenario.

Para determinar la probabilidad de que el VAN sea mayor, menor o igual a un valor dado, se estandariza la variable aleatoria VAN, conocidos los parámetros de su distribución normal de la siguiente manera:

$$Z = \frac{VAN_0 - VE(VAN)}{\sigma(VAN)}$$

Donde:

Z = valor de Z para distribución normal.

VAN_0 = Valor buscado del VAN.

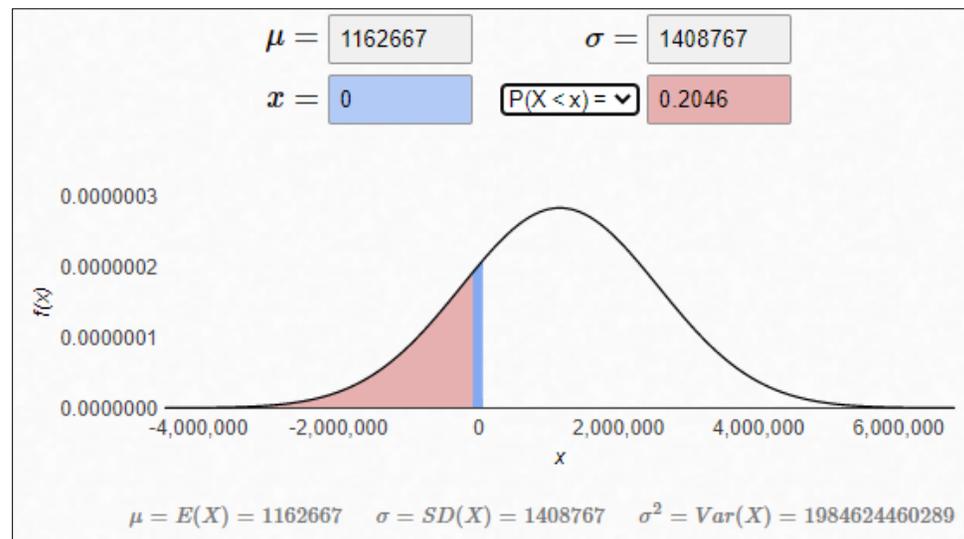
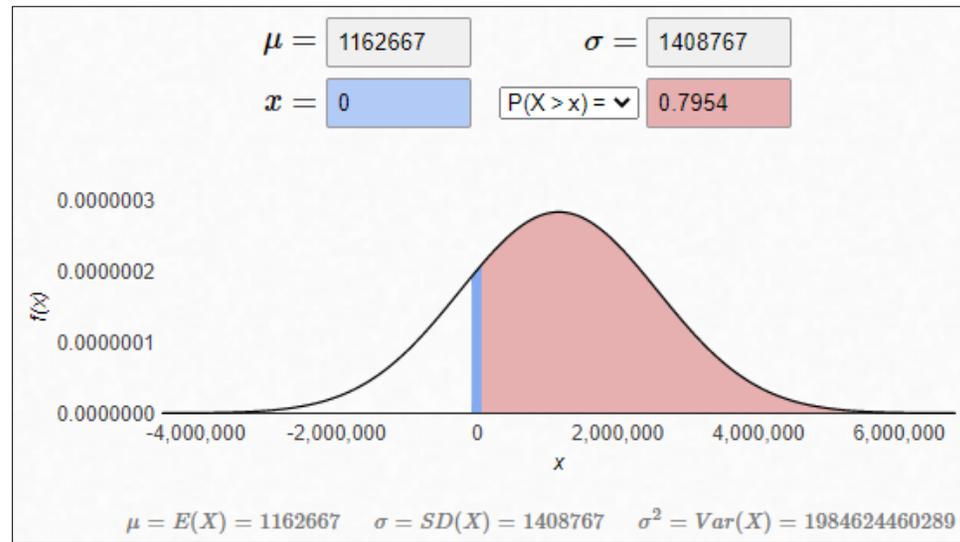
$VE(VAN)$ = Valor esperado del VAN o media de los escenarios.

$\sigma(VAN)$ = Desviación estándar de los escenarios del VAN.

Resultados

Valor Actual Neto buscado	0	VAN_0
Valor Actual Neto Esperado	1,162,667	$VE(VAN)$
Desviación estándar de los escenarios (σ)	1,408,767	$\sigma(VAN)$
Valor de Z	-0.83	$(VAN_0 - VE(VAN))/\sigma(VAN)$
Probabilidad de flujos negativos ($VAN \leq 0$)	20.46%	
Probabilidad de flujos positivos ($VAN > 0$)	79.54%	

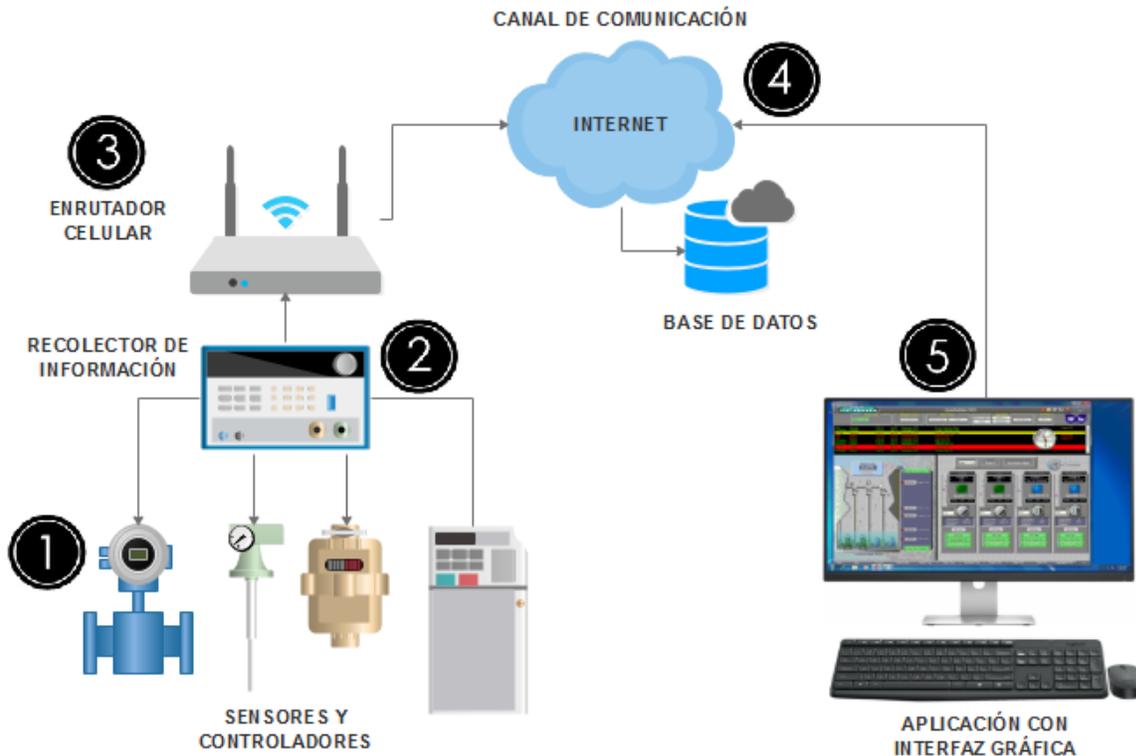
Fuente: elaboración propia con base a distribución normal, valor esperado del VAN y desviación estándar de los escenarios.



Fuente: gráficas de distribución normal realizada en el applet disponible en el siguiente enlace:
<https://homepage.divms.uiowa.edu/~mbognar/applets/normal.html>

Anexo 14

Esquema de telemetría aplicada en sistemas de distribución de agua potable



Fuente: elaboración propia, utilizando el software Edraw Max.

- 1. Sensores y controladores:** los sensores de un sistema de distribución de agua potable que pueden conectarse a un sistema de telemetría, pueden ser, caudalímetros, sensores de presión, sensores de nivel de tanques y controladores de motores. Estos equipos se encuentran instalados en la mayoría de sistemas de distribución de agua potable, de esa manera no generan un gasto para el inversor.
- 2. Recolector de información:** es un equipo que tiene la capacidad de comunicarse con los sensores y controladores de un sistema de distribución de agua y extraer las mediciones de los sensores y estados de los actuadores. Este equipo ya forma parte de la telemetría, por lo tanto, genera un gasto para el inversor.

- 3. Enrutador celular:** es un equipo que se comunica con el recolector de información; solicita la información de los sensores y controladores y la envía hacia el internet mediante la red celular. Este equipo forma parte de la telemetría, por lo tanto, genera un gasto para el inversor.
- 4. Almacenamiento de información:** consiste en una base de datos en la nube la cual almacena toda la información obtenida de los sensores y controladores de un sistema de distribución de agua potable. El costo del almacenamiento depende de la cantidad de información enviada por el enrutador celular, lo cual genera un gasto para el inversor.
- 5. Aplicación con interfaz gráfica:** consiste en un programa o aplicación que permite al usuario final visualizar remotamente y de forma amigable, los datos adquiridos de los sensores y controladores que conforman un sistema de distribución de agua potable. La aplicación se instala en una computadora del usuario final, de esa manera, el único gasto relacionado a la aplicación es el de su desarrollo.

GLOSARIO

Acueducto. “Es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que está accesible en la naturaleza hasta un punto de consumo distante, generalmente una ciudad o poblado.” (Comisión Nacional del Agua 2007).

Alcantarillado. “Es el servicio de recolección de residuos, principalmente líquidos por medio de tuberías y conductos, evacuando aguas residuales o de lluvia. Sus actividades complementarias son el transporte, tratamiento y disposición final de residuos.” (Locken 2018).

Automatización industrial. “Es el uso de sistemas o elementos computarizados, electromecánicos, electroneumáticos y electrohidráulicos para fines industriales.” (Mecafenix 2017).

Caudal. “Caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo”. (Aleaga 2010).

CRP (Country Risk Premium – Indicador de Riesgo País). “Diferencial Riesgo País, es el rendimiento o prima adicional que exigen los inversionistas para compensarlos por el mayor riesgo asociado con la inversión en un país extranjero, en comparación con la inversión en el mercado interno.” (Damodaran 2020).

Electrónica. “Es una disciplina técnica y científica, considerada como una rama de la física y como una especialización de la ingeniería, que se dedica al estudio y la producción de sistemas físicos basados en la conducción y el control de un flujo de electrones o de partículas cargadas eléctricamente.” (Ecured 2019).

ERP (Equity Risk Premium - Prima de Riesgo de Mercado). “Se refiere al exceso de rentabilidad que exigen los inversores por invertir en el activo medio con riesgo sobre la

rentabilidad ofrecida por el activo libre de riesgo, que se aproxima mediante la rentabilidad de la deuda pública a largo plazo.” (Chen 2019).

GPRS. “El servicio general de paquetes vía radio, en inglés: General Packet Radio Service, fue creado en la década de los 80 Una conexión GPRS está establecida por la referencia a su nombre de punto de acceso.” (Arreaga 2013).

Instrumentación. “Instrumentación industrial: es el grupo de elementos que sirven para medir, sobrevivir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en este.” (Ecured 2019).

Mantenimiento correctivo. “Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos para corregirlos o repararlos.” (García 2019).

Mantenimiento preventivo. “Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.” (García 2019).

Presión. “Es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea.” (Rosero 2010).

Recurso hídrico. “Recursos disponibles o potencialmente disponibles, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable.” (Mejía 2013).

Red celular. “Es una red formada por celdas de radio cada una con su propio transmisor, conocidas como estación base.” (Arreaga 2013).

SCADA. “Acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.” (Aleaga 2010).

Subsuelo. “Es la capa de suelo debajo de la capa superficial de la tierra.” (Comisión Nacional del Agua 2007).

Telecomunicaciones. “Es la disciplina que estudia, diseña, desarrolla y explota aquellos sistemas que permiten dichas comunicaciones”. (Quintero 2006).

Telemetría. “Es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.” (García 2019).