



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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A
TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Eduardo Enrique Aballi Herwing

Asesorado por la Inga. Suriel Cristina Aballi Herwing

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A
TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDUARDO ENRIQUE ABALLI HERWING

ASESORADO POR LA INGA. SURIEL CRISTINA ABALLI HERWING

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Muphy Olympo Paiz Recinos (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Roberto Arellano Lagos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A
TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 24 de mayo de 2019.

Eduardo Enrique Aballi Herwing

Guatemala 8 de noviembre de 2,019

Ingeniero:

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Universidad de San Carlos de Guatemala

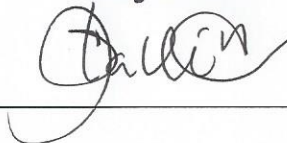
Respetable Señor Director:

Por este medio **HAGO CONSTAR** que he revisado y dado mi aprobación al trabajo de graduación: "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE GUATEMALA", del estudiante: Eduardo Enrique Aballi Herwing, quien se identifica con número de carné: 1989-30792.

Después de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para ser aprobado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial; en vista de ello se lo remito y pongo a su consideración.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

INGA. SURIEL CRISTINA ABALLI HERWING
Colegiado No.11416



Inga. Suriel Cristina Aballi Herwing

Colegiada No. 11416.

ASESOR.



REF.REV.EMI.140.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Eduardo Enrique Aballi Herwing**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Brenda Izabel Miranda Consuegra
Ingeniera Industrial
Colegiado 13,675

Brenda Izabel Miranda Consuegra
Inga. Brenda Izabel Miranda Consuegra
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.014.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Eduardo Enrique Aballi Herwing**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2020.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

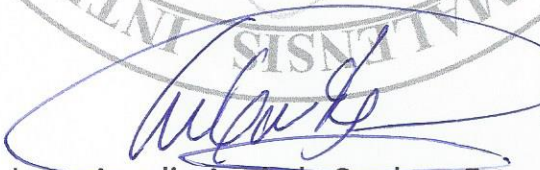


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.038.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MÚLTIPLE A TRAVÉS DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Eduardo Enrique Aballi Herwing**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	<p>Por permitirme despertar con nuevas fuerzas cada día, para poder cumplir las metas que me he trazado.</p> <p>“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Dios estará contigo en donde quiera que vayas”, Josué 1:9.</p>
Mis padres	<p>Por haber sido el medio que Dios empleó para bendecirme con la vida, y por el apoyo que me han brindado.</p>
Mi familia	<p>Astrid Carolina Salvatierra y David Eduardo Aballi, por ser motivación para continuar hacia adelante. Y por el apoyo que me han brindado en cada instante.</p>
Mis hermanos	<p>Por ser mis compañeros en la vida, por su apoyo y compañía en todo momento que los he necesitado.</p>
Mis amigos	<p>Quienes me motivaron siempre con su ayuda incondicional.</p>
Demás familia	<p>Suegros, cuñados, primos y tíos.</p>

En memoria de

Pablo Enrique Aballi Salvatierra (q.e.p.d) y Maria
Cristina de Paz de Herwig (q.e.p.d)

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme las fuerzas y carácter para cerrar este ciclo de mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	En especial a la Facultad de Ingeniería por permitirme ser parte de esta familia.
Mis padres	Por haberme instruido en mi camino desde niño.
Mis hermanos	Por su apoyo brindado, en especial a Suriel Aballi quien también me asesora profesionalmente.
Mis amigos	En especial a Rodolfo Cardona, Flor Mencos y Otto Cortez, por su apoyo.
Mi esposa	Por su apoyo y por creer en mí.
Mis hijos	Por darme la motivación para terminar mis metas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ESTUDIO DE MERCADO	1
1.1. Descripción del servicio múltiple.....	1
1.1.1. Servicios que conforman el servicio múltiple	1
1.2. Análisis de la oferta de servicios convergentes en Guatemala	2
1.2.1. Oferta empresa Claro	3
1.2.2. Oferta empresa Tigo.....	4
1.2.3. Oferta Empresa Telefónica.....	5
1.3. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del servicio	6
1.3.1. Fortalezas del servicio múltiple.....	6
1.3.2. Oportunidades del servicio múltiple	7
1.3.3. Debilidades del servicio múltiple.....	7
1.3.4. Amenazas del servicio múltiple.....	8
1.4. Análisis de matriz BCG de los productos que componen el múltiple	9
1.4.1. Telefonía fija	9
1.4.2. Telefonía móvil	10

1.4.3.	Internet residencial de banda ancha	11
1.4.4.	Televisión por suscripción	12
1.5.	Segmentación para el servicio múltiple en Guatemala	15
1.5.1.	Cálculo del precio actual por servicio	16
1.5.2.	Cálculo del segmento para el servicio múltiple en Guatemala.....	16
1.6.	Mercado objetivo	18
1.6.1.	Demanda potencial	18
1.6.2.	Demanda objetivo	19
1.6.3.	Oferta proyectada.....	21
1.7.	Estrategia comercial.....	22
1.7.1.	Oferta del servicio	22
1.7.2.	Estructura de precios	23
1.7.3.	Plan de publicidad y comunicación	24
1.7.4.	Canales de venta	25
2.	ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA	27
2.1.	Funcionamiento del servicio múltiple.....	27
2.1.1.	Telefonía fija.....	27
2.1.2.	Telefonía móvil	30
2.1.3.	Internet de banda ancha.....	32
2.1.4.	Televisión por suscripción	33
2.2.	Solución técnica propuesta	34
2.2.1.	Arquitectura servicio múltiple.....	34
2.2.2.	Funcionalidad distribuida.....	37
2.2.3.	Convergencia de hogares y servicios móviles.....	38
2.3.	Determinación del tamaño del proyecto	39
2.3.1.	Capa de acceso	39
2.3.2.	Capa de transporte.....	39

	2.3.3.	Capa de núcleo de red	40
	2.3.4.	Capa de servicios	41
2.4.		Insumos y equipos necesarios para el funcionamiento	41
	2.4.1.	En el hogar del usuario	41
	2.4.2.	Capa de acceso.....	41
	2.4.3.	Capa de transporte	43
	2.4.4.	Capa de núcleo de red	43
	2.4.5.	Capa de servicios	44
2.5.		Inversiones en equipos.....	44
	2.5.1.	Capa de acceso.....	44
	2.5.2.	Capa de transporte	45
	2.5.3.	Capa de núcleo de red	46
	2.5.4.	Capa de servicios	46
	2.5.5.	Consolidado de inversiones en equipos	46
2.6.		Inversiones en obras físicas necesarias para el proyecto	49
	2.6.1.	Acceso móvil.....	49
	2.6.2.	Acceso fijo	50
2.7.		Diseño de planta.....	51
	2.7.1.	Distribución de equipos	51
	2.7.2.	Energía	54
	2.7.3.	Iluminación.....	56
	2.7.4.	Aire acondicionado	61
3.		ESTUDIO ADMINISTRATIVO – LEGAL.....	65
	3.1.	Requisitos para operar como empresa en Guatemala	65
		3.1.1. Requisitos de la Superintendencia de Administración Tributaria	65
		3.1.2. Registro Mercantil.....	66

3.1.3.	Requisitos del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.....	66
3.2.	Requisitos para operar como empresa de telecomunicaciones en Guatemala	67
3.2.1.	Superintendencia de Telecomunicaciones	67
3.2.2.	Requisitos para una empresa de telecomunicaciones.....	67
3.2.3.	Recursos esenciales de telecomunicaciones.....	68
3.3.	Aspectos legales a considerar para el servicio múltiple	69
3.3.1.	Ley de cableoperadoras	69
3.3.2.	Ley de telecomunicaciones	70
3.3.3.	Reglamentos municipales	70
3.4.	Leyes laborales en Guatemala.....	71
3.4.1.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social.....	73
3.4.2.	Código de trabajo	75
3.5.	Descripción de la organización	75
3.5.1.	Historia	75
3.5.2.	Misión	77
3.5.3.	Visión.....	77
3.5.4.	Organigrama	77
3.5.5.	Proveedores	79
3.5.6.	Clientes	80
3.5.7.	Productos ofrecidos.....	80
3.6.	Reseña del proyecto	81
3.6.1.	Resumen técnico.....	82
3.6.2.	Situación actual	82
3.6.3.	Identificación de la necesidad a satisfacer	83
3.6.4.	Beneficiarios y beneficios	84
3.7.	Cuadro de mando del servicio múltiple	84

3.7.1.	Indicadores estadísticos del servicio	84
3.7.2.	Implementación del cuadro de mando.....	87
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	93
4.1.	Perfil ambiental de la ciudad de Guatemala	93
4.2.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	95
4.2.1.	Requisitos a cumplir en el estudio de impacto ambiental	95
4.3.	Evaluación ambiental inicial.....	100
4.3.1.	Fase de construcción.....	100
4.3.2.	Fase de operación	101
4.3.3.	Fase de abandono.....	102
4.4.	Tipos de infraestructura de telecomunicaciones.....	103
4.4.1.	Por ubicación	103
4.4.1.1.	Bajo nivel del suelo.....	104
4.4.1.2.	Sobre nivel del suelo	104
4.4.2.	De acuerdo al uso.....	104
4.4.2.1.	Radio	105
4.4.2.2.	Internet	105
4.4.2.3.	Telefonía.....	106
4.5.	Estudio de ruido.....	106
4.6.	Estudio de emisiones a la atmosfera	107
4.7.	Medidas de mitigación	108
4.7.1.	Programas de seguridad e higiene industrial.....	111
5.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	113
5.1.1.	Costos de inversión	113
5.1.2.	Inversiones en equipos.....	113
5.1.3.	Inversiones en obras físicas	114

5.1.4.	Capacitación de personal	115
5.2.	Cronograma de inversiones	116
5.2.1.	Cronograma de inversiones	116
5.2.2.	Flujo de caja de inversiones	117
5.3.	Ingresos del servicio.....	121
5.3.1.	Ingresos por servicios básicos	121
5.3.2.	Ingresos por servicios adicionales.....	122
5.4.	Costos fijos.....	124
5.4.1.	Mantenimiento de red.....	124
5.4.2.	Rentas de emplazamientos de equipos	125
5.4.3.	Energía eléctrica	126
5.4.4.	Soporte técnico de red	127
5.4.5.	Publicidad del servicio múltiple.....	128
5.4.6.	Gastos administrativos	129
5.5.	Costos variables.....	129
5.5.1.	Comisiones sobre ventas	129
5.5.2.	Costo de renta de nuevas instalaciones.....	130
5.5.3.	Costo operativo de contenido de televisión	131
5.5.4.	Costo operativo de internet de banda ancha.....	131
5.5.5.	Costo operativo de llamadas de voz	132
5.5.6.	Costo operativo de atención de averías	133
5.6.	Depreciación de equipos.....	134
5.6.1.	Equipos asociados al servicio	134
5.6.2.	Cálculo de depreciación de equipos.....	134
5.7.	Punto de equilibrio del servicio múltiple	135
5.7.1.	Cálculo de punto de equilibrio	139
5.7.2.	Interpretación de resultados	140
6.	ESTUDIO FINANCIERO	141

6.1.	Flujo de caja del servicio múltiple	141
6.1.1.	Servicio de voz fija.....	141
6.1.2.	Servicio de voz móvil	142
6.1.3.	Servicio de banda ancha	143
6.1.4.	Servicio de televisión pagada	144
6.2.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)	145
6.2.1.	Interpretación.....	145
6.3.	Métodos de evaluación.....	145
6.3.1.	Valor presente neto (VPN).....	145
6.3.2.	Tasa interna de rendimiento (TIR)	146
6.3.3.	Costo anual uniforme equivalente (CAUE)	146
6.3.4.	Razón beneficio/costo (B/C)	147
6.4.	Análisis de resultados.....	148
6.4.1.	Valor presente neto (VPN).....	148
6.4.2.	Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	148
6.4.3.	Costo anual uniforme equivalente (CAUE)	148
6.4.4.	Razón beneficio/costo (B/C)	148
6.5.	Análisis de sensibilidad.....	149
6.5.1.	Criterio de evaluación	149
6.5.2.	Análisis de sensibilidad.....	149
6.5.3.	Interpretación de resultado	154
6.6.	Análisis de riesgo	154
6.6.1.	Identificación de las variables	154
6.6.2.	Evaluación de riesgos y precauciones.....	155
6.6.3.	Análisis de resultados.....	156
6.7.	Razones financieras	158
6.7.1.	Razones de apalancamiento	158
6.7.2.	Razones de cobertura	159
6.7.3.	Razones de rentabilidad	160

6.7.4. Interpretación de resultados 161

CONCLUSIONES..... 163

RECOMENDACIONES 165

BIBLIOGRAFÍA..... 167

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Convergencia en servicio múltiple.....	1
2.	Oferta de servicio múltiple.....	2
3.	Análisis FODA.....	9
4.	Crecimiento de telefonía fija en Guatemala	10
5.	Gráfico de crecimiento de telefonía móvil Guatemala.....	11
6.	Gráfico de crecimiento de internet banda ancha Guatemala	12
7.	Gráfico de crecimiento de televisión por cable Guatemala	13
8.	Situación de los servicios en el ciclo de vida del producto.....	14
9.	Matriz BCG del servicio múltiple	14
10.	Pirámide de ingresos familiar Guatemala	17
11.	Demanda potencial y ventas anuales servicio múltiple	20
12.	Arquitectura de funcionamiento del servicio múltiple	35
13.	Funcionalidad distribuida del servicio múltiple	37
14.	Convergencia de hogares y usuarios móviles.....	38
15.	Gabinete para instalación de equipo.....	52
16.	Diseño de planta	53
17.	Luminarias led.....	59
18.	Diseño de planta	60
19.	Organigrama a nivel Direcciones	78
20.	Organigrama propuesto para el proyecto.....	78
21.	Cuadro de mando del servicio	91
22.	Cinturón ecológico metropolitano.....	93
23.	Cronograma de inversión año 1	116

24.	Cronograma de inversión año 2 al 5.....	117
25.	Modelo matemático del proyecto.....	150
26.	Ajuste estadístico de los datos	157

TABLAS

I.	Oferta de servicios <i>triple play</i> Claro.....	3
II.	Oferta de servicios <i>triple play</i> de Tigo	4
III.	Oferta de servicios <i>triple play</i> de Telefónica.....	5
IV.	Estimación de crecimiento anual número de hogares	19
V.	Demanda potencial y demanda objetivo.....	20
VI.	Oferta de servicios.....	21
VII.	Estructura de precios y mezcla del servicio.....	23
VIII.	Parámetros de entrada servicio voz fijo.....	28
IX.	Tráfico de línea fija	29
X.	Parámetros de entrada servicio voz móvil.....	31
XI.	Tráfico de línea móvil	31
XII.	Tráfico internet de banda ancha.....	32
XIII.	Tráfico internet de televisión de banda ancha	33
XIV.	Tráfico agregado de servicio múltiple	40
XV.	Materiales necesarios acceso fijo.....	42
XVI.	Inversiones capa de acceso	44
XVII.	Inversiones capa de transporte	46
XVIII.	Consolidado de equipos	47
XIX.	Consolidado de inversiones	48
XX.	Obra civil	50
XXI.	Factor de utilización iluminación.....	58
XXII.	Suma total de calor.....	63
XXIII.	Impacto ambiental en fase de construcción	101

XXIV.	Impacto ambiental en fase de operación	102
XXV.	Impacto ambiental en fase de abandono	103
XXVI.	Inversiones en equipos en quetzales.....	113
XXVII.	Inversiones en obras físicas	114
XXVIII.	Capacitación de personal	115
XXIX.	Flujo de inversión año 0 y 1	117
XXX.	Flujo de inversión año 2.....	118
XXXI.	Flujo de inversión año 3.....	119
XXXII.	Flujo de inversión año 4.....	120
XXXIII.	Flujo de inversión año 5.....	120
XXXIV.	Ingresos por servicios básicos.....	122
XXXV.	Ingresos adicionales por paquetes	122
XXXVI.	Ingresos adicionales por tráfico de voz.....	123
XXXVII.	Costos mantenimiento de red.....	124
XXXVIII.	Costos arrendamientos.....	125
XXXIX.	Costos energía por sitio central	126
XL.	Costos energía por sitios de acceso	126
XLI.	Costos soporte técnico de red	127
XLII.	Costos publicidad	128
XLIII.	Gastos administrativos.....	129
XLIV.	Comisiones sobre ventas.....	130
XLV.	Costos de instalación.....	130
XLVI.	Costos de contenidos TV.....	131
XLVII.	Costos de la salida a Internet	132
XLVIII.	Costos de interconexión de voz.....	132
XLIX.	Costos de operativos de atención de averías	133
L.	Base instalada de equipos.....	134
LI.	Cálculo de depreciación anual.....	135
LII.	Flujo de efectivo.....	136

LIII.	Flujo de caja del servicio línea fija	141
LIV.	Flujo de caja del servicio línea móvil	142
LV.	Flujo de caja del servicio internet	143
LVI.	Flujo de caja del servicio de televisión pagada	144
LVII.	Valor Presente Neto	146
LVIII.	Beneficio-costo	147
LIX.	Flujo del proyecto, con tasa de cambio Q14.91/dólar.....	151
LX.	Costos por interconexión con perfil móvil por 5,48 veces.....	151
LXI.	Flujo del proyecto con perfil móvil por 5,48 veces	152
LXII.	Costos por interconexión con perfil fijo por 2.87 veces	153
LXIII.	Flujo del proyecto con perfil fijo por 2.87 veces.....	153
LXIV.	Simulación con variable de innovación.....	155
LXV.	Simulación con variable de imitación.....	156
LXVI.	Matriz de riesgos	156
LXVII.	Margen de utilidad	160
LXVIII.	Margen de utilidad neta	161

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar estadounidense
%	Porcentaje
2G	Tecnología móvil de segunda generación.
3G	Tecnología móvil de tercera generación.
4G	Tecnología móvil de cuarta generación.
B	Byte, conjunto de ocho bits
G	Giga, prefijo que indica $1 * 10^9$
K	Prefijo que indica 1000
M	Mega, prefijo que indica $1 * 10^6$
Q.	Quetzal guatemalteco
Σ	Sumatoria
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
$^{\circ}\text{F}$	Grados Fahrenheit

GLOSARIO

ARPU	Ingreso promedio por suscriptor.
ATL	Por encima de la línea, publicidad que utiliza principalmente los medios masivos.
<i>Backbone</i>	Red Metro-ethernet, y sus principales nodos troncales.
BCG	Grupo de consultas de Boston.
BHCA	Intentos de llamada en hora cargada u ocupada.
bps	Bits por segundo.
BTL	Por debajo de la línea, publicidad no masiva, dirigida a segmentos específicos.
BTU	Unidades termales en sistema británico.
Business Bureau	Consultora que se dedica a la investigación de servicios de televisión pagada y telecomunicaciones.
CAPEX	Gastos de inversión.
CAUE	Costo anual equivalente uniforme.

CDN	Red de distribución de contenidos.
CRM	Gestión de la relación con los clientes, incluye tanto la automatización, como el contacto con el cliente de forma directa.
<i>Doble-play</i>	Oferta de dos servicios de telecomunicaciones, normalmente: línea fija e internet.
DPI	Equipo que inspecciona y clasifica el tipo de tráfico IP.
DPI	Documento personal de identificación.
DSL	Tecnología de línea fija, significa línea digital de suscriptor.
DSLAM	Multiplexor de acceso línea digital de suscriptor.
DTH	Tecnología de televisión por satélite, directo al hogar.
E1	Portadora de datos a velocidad de 2,048 Mbps, consta de 32 canales, uno es utilizado para sincronismo.
ERL	Abreviación de Erlang.

ERLANG	Unidad de intensidad de ocupación debido al tráfico telefónico en un periodo de tiempo determinado.
Ethernet	Tecnología que conecta redes de área local cableadas.
GOS	Grado de servicio, utilizado para dimensionar rutas telefónicas de voz.
HDTV	Televisión de alta definición.
HFC	Tecnología de capa de acceso que utiliza fibra y cobre.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
IMS	Define un marco de trabajo y arquitectura base para tráfico de voz, datos, video, servicios e imágenes conjuntamente a través de infraestructura basada en el enrutamiento de paquetes a través de direcciones IP.
IPTV	Tecnología de señal de televisión digital, transportada sobre protocolo de internet.
IP-VPN	Red privada virtual sobre protocolo de internet.
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones.

LTE	Tecnología de telefonía móvil de cuarta generación, significa tecnología de evolución a largo plazo.
Media Gateway	Equipo que permite la comunicación con otras redes a una central de voz.
Metro-Ethernet	Una Red Metro Ethernet, es una arquitectura tecnológica destinada a suministrar servicios de conectividad de datos en una Red de área metropolitana.
Mufa	Dispositivo para albergar empalmes de redes de acceso.
NIT	Número de identificación tributario.
NNI	Interface entre dos redes.
NSE	Nivel socioeconómico.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OPEX	Gastos de operación.
PDF	Formato de documento portátil.
PON	Red de acceso, que utiliza fibra de forma pasiva.
POP	Material publicitario en puntos de venta.

RBS	Radio base de acceso móvil.
<i>Roaming</i>	Itinerancia de red, acceso como visitante en otra red distinta a la que pertenece el suscriptor.
RTU	Registro tributario unificado.
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria.
SDP	Plataforma de entrega de servicios, contiene las bases de datos de saldos y realiza la tasación en tiempo real.
SIT	Superintendencia de Telecomunicaciones.
TIR	Tasa interna de retorno del proyecto.
TMAR	Tasa mínima atractiva de rendimiento.
<i>Triple-play</i>	Conjunto de 3 servicios de telecomunicaciones, normalmente contiene: línea fija, internet y televisión por cable.
UDB	Base de datos universal, que contiene los perfiles de suscriptor.
UGAP	Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad.
UNI	Interfaz de red del usuario.

VDSL2

Línea digital de abonado con alta transmisión de bits.

VPN

Valor presente neto.

RESUMEN

El servicio múltiple es la oferta en conjunto de, la línea fija, línea móvil, el internet residencial y la televisión pagada. En el presente no existe un producto que aglomere estas funcionalidades; existen ofertas de tres de los servicios y sería relativamente sencillo añadir a la oferta un nuevo servicio.

El beneficio para el cliente o suscriptor radica en tener servicios de calidad a un mejor precio al comprar el grupo de servicios. Para la empresa, en que puede aumentar los ingresos promedio por suscriptor; para el país que se genera inversión y fuentes de trabajo directas e indirectas.

Para la implementación del servicio es necesario realizar ampliaciones en todas las capas de red, en acceso fijo, ampliar la capilaridad y los puntos de acceso para que más clientes puedan recibir el servicio. En acceso móvil es necesario densificar para tener mayor capacidad de recibir suscriptores. El crecimiento en la capa de acceso requiere un mayor transporte para acarrear toda la información hacia las otras capas de red. En cuanto a la capa de núcleo de red se hace indispensable el crecimiento de la interconexión, local e internacional; finalmente, en la capa de servicios es necesaria la adquisición de dos nodos cabecera para los servicios de televisión.

La empresa debe cumplir requisitos legales para implementar con instituciones como: Registro Mercantil, Superintendencia de Administración Tributaria, Superintendencia de Telecomunicaciones, municipalidad, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, entre otros.

Luego de clasificar las inversiones, los costos fijos y los costos variables se realizó el cálculo del punto de equilibrio, el cual es alcanzable durante el periodo que el proyecto fue evaluado.

El proyecto se evaluó con una tasa mínima de retorno y se obtienen indicadores financieros que hacen factible su ejecución con algunos riesgos y recomendaciones que deben ser tomados en cuenta.

OBJETIVOS

General

Realizar el estudio de factibilidad para la implementación del servicio múltiple a través de una empresa de telecomunicaciones en la ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Diseñar un servicio que genere utilidad anual a la empresa.
2. Diseñar un servicio útil para el usuario y asequible en precio.
3. Diseñar la solución técnica del servicio múltiple.
4. Describir los requisitos legales con que debe cumplir el proyecto.
5. Dimensionar el tamaño del proyecto en base a la demanda detectada. Definiendo tanto el tamaño de instalaciones, equipos y personal necesario.
6. Determinar las ubicaciones geográficas a las cuales se les ofrecerá el servicio.
7. Determinar cuál es la tecnología que mejor se adapta a las necesidades del mercado guatemalteco.

INTRODUCCIÓN

El hombre es un ser social, desde sus inicios ha necesitado estar comunicado; al principio se comunicaba por medio de sonidos onomatopéyicos y señales físicas; estos métodos primitivos evolucionaron hasta crear el lenguaje hablado; el desarrollo de la comunicación siguió su curso creando el lenguaje escrito, por varios siglos estuvo estancado el desarrollo hasta el siglo XV, donde un acontecimiento marca una nueva etapa de la comunicación: la invención de la imprenta, la que permitió un despliegue más rápido de la comunicación vía escrita, que dio inicio a lo que hoy se conoce como la era de la comunicación masiva; en el último siglo se han tenido los mayores avances en este campo, se pueden citar varios hitos que han dejado huella: el telégrafo, el teléfono, la radio, la televisión, el internet, entre otros.

Hoy en día es común comunicarse por medio del teléfono celular para hablar, o hacer uso del Internet, para hacer llegar mensajes vía correo electrónico, descargar información, comunicarse vía *chat*. Tanto el celular como el Internet han alcanzado una gran difusión dentro de la población urbana del país; mientras que otros medios como la televisión pueden encontrarse en cualquier población donde se cuente con fluido de energía eléctrica.

En la actualidad, los servicios de comunicación telefónica y los de señal de televisión (abierta o vía cable) son ofrecidos por distintos tipos de compañía mientras que el servicio de internet es prestado tanto por empresas del ramo de telecomunicaciones como empresas del ramo de televisión por cable, esta es de las primeras convergencias, en cuanto a esta clase de servicios.

Las aplicaciones del hogar y de empresas cada vez son más exigentes en cuanto a sus requerimientos, tanto de ancho de banda, movilidad, calidad de servicio y otros específicos al tipo de industria. Se hace imprescindible la innovación constante para satisfacer las necesidades de comunicación. Por ejemplo, hace unos años un celular era utilizado únicamente para conversar; hoy en día es utilizado adicionalmente como plataforma de juegos, reproductor de música, cámara fotográfica.

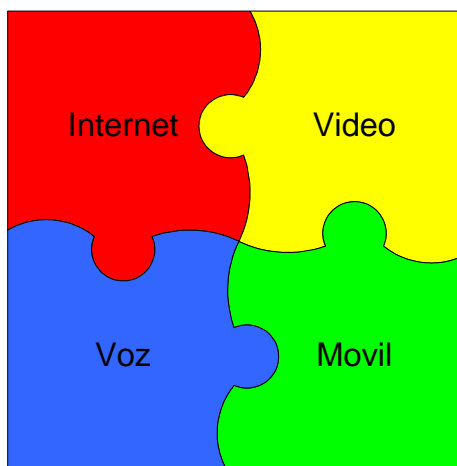
Ante las necesidades cada vez mayores de comunicación tanto de usuarios individuales como de empresas, se presenta como opción la implementación del servicio múltiple el cual consiste la convergencia de los servicios de comunicación telefónica, conexión de banda ancha a internet, televisión por suscripción, con la ventaja de ser un servicio prestado sobre una terminal móvil. El cual será prestado a través de una empresa de telecomunicaciones en la ciudad de Guatemala.

1. ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Descripción del servicio múltiple

Servicio múltiple es el nombre de las prestaciones convergentes de telecomunicaciones que incluyen los servicios de acceso a Internet de banda ancha, televisión, teléfono y movilidad.

Figura 1. **Convergencia en servicio múltiple**



Fuente: elaboración propia.

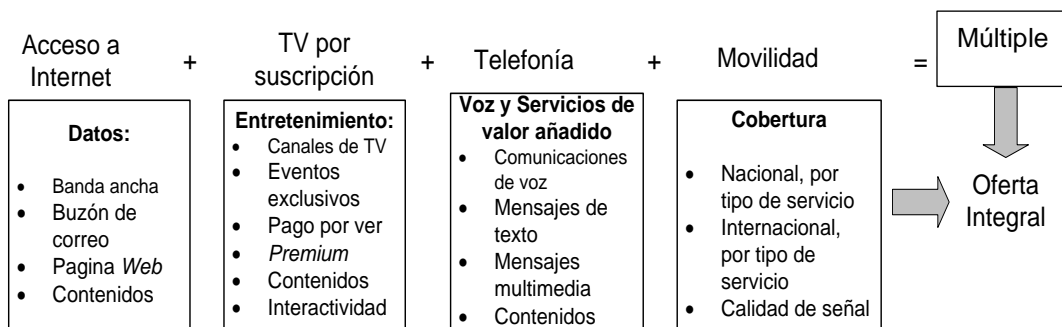
1.1.1. Servicios que conforman el servicio múltiple

Recientemente, se ha observado que tanto las telecomunicaciones como los medios de comunicación masiva tienden a converger; los servicios de telefonía fija, banda ancha, telefonía móvil, cable, televisión por suscripción y

televisión abierta, se ofrecen en paquetes como el *triple-play* que ofrece: televisión, telefonía e internet y en muchos mercados se observa la aparición del servicio múltiple que añade la movilidad a la oferta.

Actualmente, el servicio *triple-play* es prestado tanto por proveedores del servicio de cable, que añadieron a su oferta los servicios de telefonía y de internet de banda ancha; y por proveedores de servicio de telecomunicaciones, que han agregado al servicio de internet de banda ancha y de voz, el servicio de televisión por cable. Es previsible que ambos tipos de empresas se enfrenten por alcanzar los usuarios del mercado del múltiple. La figura número dos ilustra la oferta del servicio múltiple.

Figura 2. **Oferta de servicio múltiple**



Fuente: elaboración propia.

1.2. Análisis de la oferta de servicios convergentes en Guatemala

La oferta en Guatemala de los servicios convergentes comprende actualmente servicios principalmente *triple-play*; en la actualidad, no hay ningún operador que lo ofrezca, aunque técnicamente es posible, que disponga en su cartera del servicio múltiple.

Se analizará la oferta de los tres operadores que ofrecen *triple-play* en la actualidad.

1.2.1. Oferta empresa Claro

Su producto se denomina Claro Hogar, ofrece únicamente servicios de crédito o pospago. El servicio se ofrece sin costo de instalación. La oferta abarca servicios de *doble-play* y *triple-play*:

- El servicio de Internet ofrece velocidades desde 3 Mbps hasta 10 Mbps, sin límite de descarga; utiliza tecnología de línea digital de suscriptor, DSL, por sus siglas en inglés.
- Los minutos de voz hacia otras compañías tienen un precio que oscila entre Q 0,48 y Q 0,70, dependiendo la zona geográfica u operador.

Tabla I. **Oferta de servicios *triple play* Claro**

Plan	3 MB	5 MB	10 MB
Cuota mensual	Q 269,00	Q 299,00	Q 409,00
Adicional	Claro Video incluido	Claro Video incluido	Claro Video incluido
Opcionales	HBO/FOX Q 80 cada uno	HBO/FOX Q 80 cada uno	HBO/FOX Q 80 cada uno
Línea fija	Minutos de llamadas a Claro ilimitados	Minutos de llamadas a Claro ilimitados	Minutos de llamadas a Claro ilimitados

Fuente: Claro Guatemala. <https://www.claro.com.gt/personas/servicios/servicios-hogar/todo-claro/3-play/planes-y-precios/>. Consulta: 5 de agosto de 2019.

1.2.2. Oferta empresa Tigo

Comercializa su producto bajo la marca Tigo Star, utiliza también tecnología DSL; comercializa su servicio como *triple play* aunque bien pudiera integrar el cuarto servicio, haciendo más potente su oferta; no tiene costo de instalación y ofrece velocidades entre 4 Mbps hasta 20 Mbps, y regala como beneficio de pronto pago Q 150 quetzales en un servicio móvil prepago en caso el cliente tuviera un acceso disponible.

Tabla II. **Oferta de servicios *triple play* de Tigo**

Plan	4 MB	8 MB	15 MB	25 MB
Cuota mensual	Q 289,00	Q 449,00	Q 479,00	Q 599,00
Adicional	Tigo Sports + Q 150,00 Saldo Tigo	Tigo Sports + Q 150,00 Saldo Tigo	Tigo Sports + Q 150,00 Saldo Tigo	Tigo Sports + Q 150,00 Saldo Tigo
Opcionales	Amazon video por Q 49,00 adicionales	Amazon video por Q 49,00 adicionales	Amazon video por Q 49,00 adicionales	Amazon video por Q 49,00 adicionales
Línea fija	Minutos a líneas Tigo ilimitados	Minutos a líneas Tigo ilimitados	Minutos a líneas Tigo ilimitados	Minutos a líneas Tigo ilimitados

Fuente: Tigo Guatemala. <http://residencial.tigo.com.gt/productos/internet?zone=815>. Consulta: 5 de agosto de 2019.

El precio por minuto a otros operadores oscila entre Q 0,15 hasta Q 0,95.

1.2.3. Oferta Empresa Telefónica

Ofrece servicios *triple-play* bajo la marca Movistar Play. Utiliza una combinación tecnológica, directo al hogar, DTH, por sus siglas en inglés. La cual se utiliza para entregar el servicio de televisión y evolución a largo plazo, LTE, por sus siglas en inglés, para entregar los servicios de internet; la telefonía se entrega sobre la tecnología móvil celular de tercera generación 3G.

El precio por minuto hacia otras redes es variable dependiendo el origen y destino entre: Q 0,33 y Q 0,85.

Tabla III. **Oferta de servicios *triple play* de Telefónica**

Plan	3 MB	5 MB	10 MB	15 MB
Cuota mensual	Q 314,00	Q 344,00	Q 444,00	Q 544,00
Adicional	Movistar Play	Movistar Play	Movistar Play	Movistar Play
Opcionales	Alianza con Netflix	Alianza con Netflix	Alianza con Netflix	Alianza con Netflix
Línea fija	Minutos ilimitados a líneas Movistar	Minutos ilimitados a líneas Movistar	Minutos ilimitados a líneas Movistar	Minutos ilimitados a líneas Movistar
Minutos adicionales	100 minutos Centro América, Estados Unidos y Canadá	100 minutos Centro América, Estados Unidos y Canadá	100 minutos Centro América, Estados Unidos y Canadá	100 minutos Centro América, Estados Unidos y Canadá

Fuente: Movistar Guatemala. <https://www.movistar.com.gt/hogar/trio>. Consulta: 6 de agosto de 2019.

1.3. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del servicio

Se realizará el análisis por de cada una de las variables de entorno a continuación.

1.3.1. Fortalezas del servicio múltiple

- Incremento de ingreso promedio por usuario, ARPU, por sus siglas en inglés; los ingresos promedio por usuario son incrementados debido a que se le ofrece una oferta integral de servicios de telecomunicaciones y entretenimiento que hace más fácil al cliente ya que debe tener relación comercial con una empresa para contratar los servicios, recepción de facturas, reclamos de servicio y acceder a los servicios a precios más favorables que solicitándolos individualmente. A la empresa le permite tener más participación en el consumo de sus suscriptores. Adicionalmente de las cuotas básicas, el cliente puede suscribir nuevos paquetes en cada servicio lo que al final representa un incremento en la facturación de la compañía.
- Fidelización de clientes: los contratos para la prestación del servicio son mayores a un año lo que permite a la empresa garantizar los ingresos que obtendrá en cierto periodo de tiempo; adicionalmente, puede conocer mejor los gustos y preferencias de los consumidores segmentado lo que le permitirá realizar ofertas específicas acorde a los patrones de consumo observados en el abonado, para su retención en caso de que quiera finalizar la relación comercial, o bien sea para una ampliación de la suscripción ofreciéndole contenido específico en caso de los clientes satisfechos.

1.3.2. Oportunidades del servicio múltiple

- Se cuenta con varios suscriptores de los servicios que se ofrecen actualmente, a los cuales se les puede clasificar y realizar venta cruzada del nuevo producto ofreciéndoles paquetes a mejor precio, esto reducirá el número de clientes que den baja de servicios.
- Ofrecer a los clientes antes que la competencia el servicio múltiple, que permita captar nuevos clientes y poner las condiciones iniciales del nuevo producto.
- Lograr precios preferenciales de los proveedores ya que al ser una compañía multinacional cuenta con descuentos por volumen. Lo que permitiría contar con costos de implementación del proyecto competitivos.
- Posicionarse en el mercado como una empresa que innova a través de la prestación de nuevos servicios, como los contenidos de televisión.
- Obtener nuevos medios de publicidad para productos o servicios propios o para terceros, ya que se tendrá un medio visual, así como los existentes de audio e internet.

1.3.3. Debilidades del servicio múltiple

- Es un servicio con una cuota mensual alta, lo que reduce el tamaño del segmento al cual estará enfocado el servicio.
- Se requiere de una fuerte inversión inicial, para la implementación del servicio; también, se incrementan los costos de operación de la red.

- No se cuenta con experiencia en la prestación de contenidos de televisión lo que puede ser una desventaja comparativa versus los proveedores de servicio de televisión por cable.
- La mayoría de los clientes actuales de la compañía se encuentran en modalidad prepago, lo que hace necesario realizar una segmentación de forma detallada.

1.3.4. Amenazas del servicio múltiple

- Es un servicio que puede ser adoptado fácilmente por los proveedores de telecomunicaciones, para los operadores de cable, que actualmente también ofrecen los servicios móviles.
- Con la evolución tecnológica es muy posible que aparezcan sustitutos de estos servicios que permite a nuevos competidores la entrada en el mercado.
- Con la prestación de nuevos servicios es necesario contar con nuevos proveedores con los cuales es necesario entablar relaciones comerciales, esto representa una variable.
- Cambios en la ley de telecomunicaciones, los cuales fueron solicitados al suscribir el acuerdo de libre comercio con Centro América y Estados Unidos; originalmente, estos cambios no deberían incidir en la prestación del nuevo servicio, pero se corre el riesgo que realicen otras modificaciones.

1.4. Análisis de matriz BCG de los productos que componen el múltiple

Se estudiará de forma separada cada servicio, para conocer en qué etapa de la curva de producto se encuentran.

Figura 3. Análisis FODA

Análisis FODA				
	Fortalezas	Importancia	Debilidades	Importancia
Interno	1. Incremento de ingreso promedio por usuario	Alta	1. Cuota mensual alta 2. Inversión Inicial alta 3. Experiencia en servicios de contenidos de televisión 4. Mayoría de clientes en modalidad prepago.	Media
	2. Fidelización de clientes	Media		Media
Externo	Oportunidades		Amenazas	
	1. Venta cruzada 2. Innovación 3. Precios de proveedores preferenciales 4. Posicionamiento comercial 5. Ampliar canales publicitarios, propios y como oferta	Media Media Alta Media Media	1. Fácil de copiar 2. Aparición de sustitutos 3. Negociar con nuevos proveedores 4. Cambios en la ley	Alta Media Media Media

Fuente: elaboración propia.

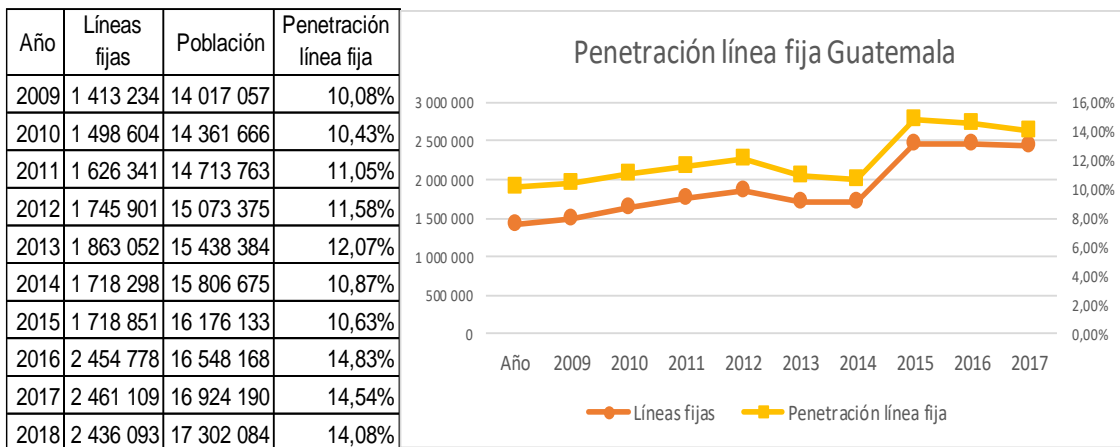
1.4.1. Telefonía fija

Con pequeños crecimientos en los últimos años este servicio nunca logró la penetración que se tiene en países desarrollados donde se alcanzan ratios de arriba del 30 %. El indicador de penetración calculado refleja la cantidad de servicios instalados por cada 100 habitantes. Se muestra, a continuación, el crecimiento obtenido en los últimos años; los datos provienen del informe

semestral de la SIT correspondiente al segundo semestre del año 2018; mientras que para la población se utilizan datos del Instituto Nacional de Estadística.

La penetración en los últimos años se mantiene estable, con una leve tendencia a la baja, inclusive el número de accesos totales disminuyó entre el año 2017 y 2018.

Figura 4. **Crecimiento de telefonía fija en Guatemala**



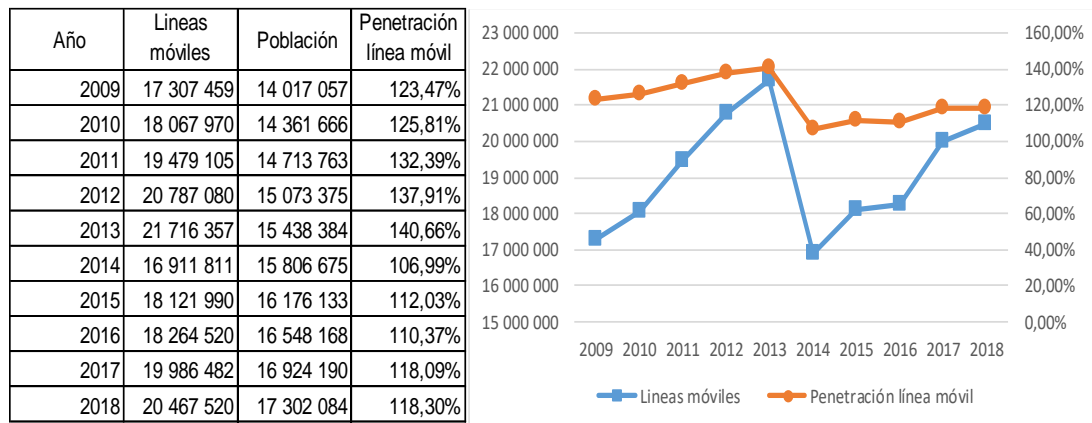
Fuente: Superintendencia de Telecomunicaciones. <https://sit.gob.gt/gerencia-de-telefonía/estadísticas-de-telefonía/>. Consulta: 27 de agosto de 2019.

1.4.2. **Telefonía móvil**

La oferta del servicio se inicia a finales de la década de los años 80. Pero a raíz de la liberación de las frecuencias y permitir la entrada de nuevos operadores, el servicio obtiene un crecimiento exponencial a partir de los últimos años de la década de los 90, que logran penetración superior al 100 %; es decir, se cuenta con mayor cantidad de líneas móviles que habitantes en nuestro país; esto un fenómeno mundial.

Utilizando nuevamente los datos del reporte semestral de la Superintendencia de Telecomunicaciones y los datos de población del Instituto Nacional de Estadística, se procede a calcular la penetración.

Figura 5. **Gráfico de crecimiento de telefonía móvil Guatemala**



Fuente: Superintendencia de Telecomunicaciones. <https://sit.gob.gt/gerencia-de-telefonía/estadísticas-de-telefonía/>. Consulta: 27 de agosto de 2019.

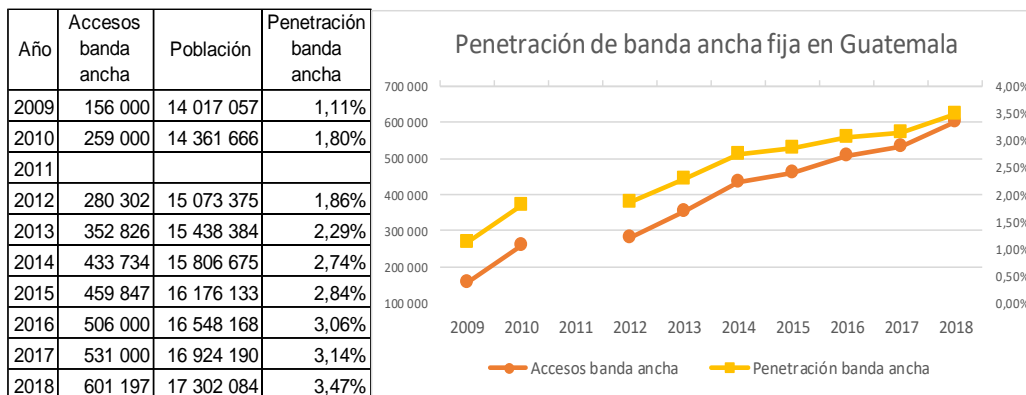
Se observa un 2,4 % de crecimiento durante el último año y con las nuevas aplicaciones para esta clase de servicios como lo es la aplicación en máquinas se espera nuevamente un repunte del número de accesos móviles.

1.4.3. Internet residencial de banda ancha

Este servicio es el de más reciente introducción al mercado guatemalteco, los datos utilizados provienen de la ITU y fue necesario inferir estadísticamente los años el año 2018, ya que no se poseen datos, que utilizan para tal efecto el método de mínimos cuadrados. Actualmente, el servicio tiene una penetración

por cada 100 habitantes superior al 3 %. Y un crecimiento del total de accesos de un 13,2 %.

Figura 6. **Gráfico de crecimiento de internet banda ancha Guatemala**



Fuente: International Telecommunication Union. https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2019/Fixed_broadband_2000-2018_Jun2019_revised27082019.xls. Consulta: 27 de agosto de 2019.

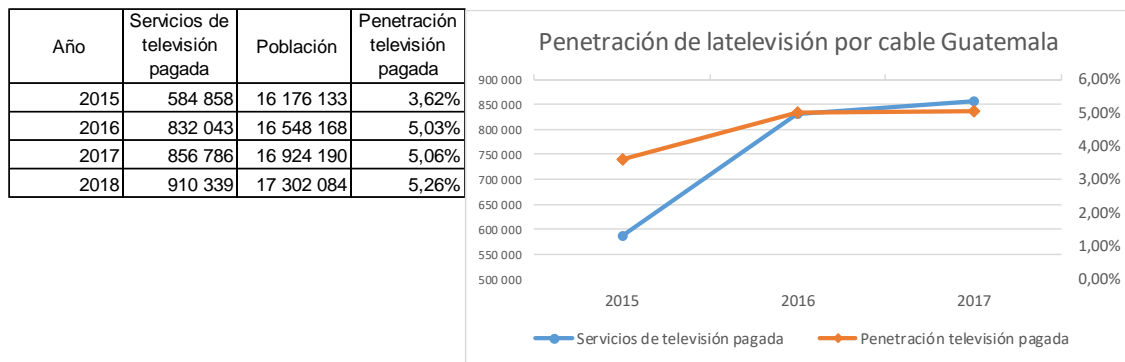
1.4.4. **Televisión por suscripción**

Este servicio se inició a prestar en el país desde los años 80; existen más de 500 operadores de cable registrados en el país; hasta el año 2015 existían pocos datos estadísticos del servicio; a partir de ese año Business Bureau lo publica de manera anual.

El servicio se encuentra en una fase de estabilidad; en los últimos 3 años la penetración se ha mantenido rondado el 5 %. Con un crecimiento el último año de 6,5 % en cantidad total de accesos. De acuerdo a los crecimientos del último año, pueden ser ubicados en la curva del producto. El tamaño del círculo

representa los ingresos obtenidos por los proveedores por la prestación del servicio.

Figura 7. **Gráfico de crecimiento de televisión por cable Guatemala**



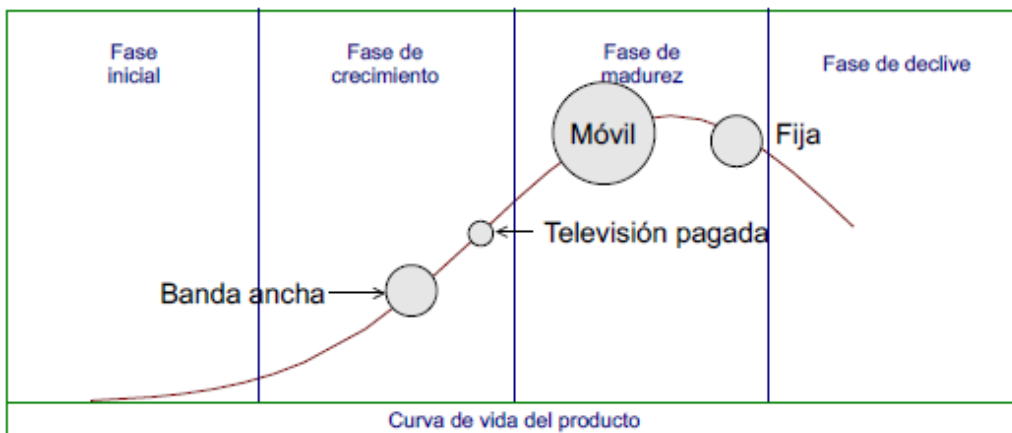
Fuente: Business Bureau_ <https://bb.vision/wp-content/uploads/>. Consulta: 30 de agosto de 2019.

El producto de línea fija se considera en etapa de madurez debido al índice de crecimiento de los últimos años, en donde prácticamente se ha estancado y ha iniciado el decrecimiento en los últimos años. En cuanto a la telefonía móvil, presenta un crecimiento del 2,5 % durante el último año, está alcanzando la madurez y presenta índices de penetración superiores al 100 %, esto es posible debido a que algunos usuarios poseen más de un celular; además, muchas máquinas están utilizando en mayor medida celulares para realizar sus transacciones: cajeros, terminales para cobro con tarjeta de crédito, etc.

En cuanto al producto de televisión pagada, se considera que se encuentra en fase de crecimiento por la introducción de nuevos competidores y los cambios en la oferta por la introducción de televisión digital y paquetes de canales. El servicio de más reciente introducción en el país es la banda ancha que ha dejado

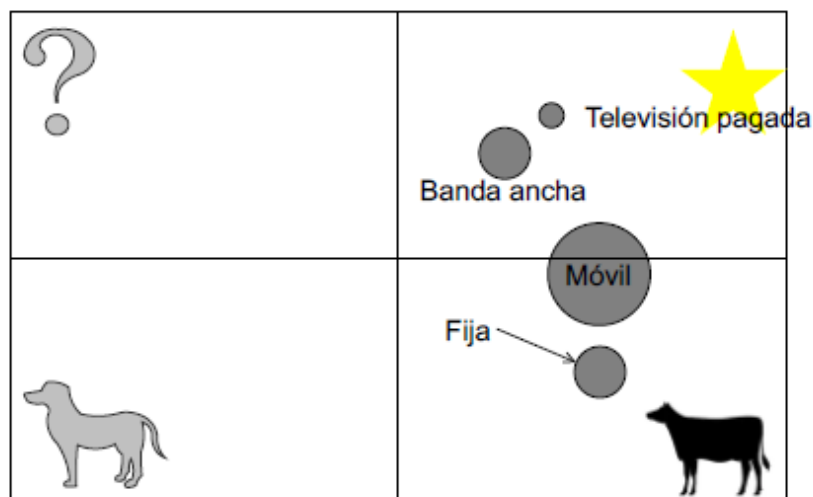
de ser una interrogante y ha crecido a un ritmo del 13 % el último año ubicándolo en fase de crecimiento.

Figura 8. **Situación de los servicios en el ciclo de vida del producto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Matriz BCG del servicio múltiple**



Fuente: elaboración propia.

Ya ubicados en la curva de vida del producto se pueden trasladar a la matriz BCG, nombrada así por ser utilizada inicialmente por el Boston Consulting Group:

1.5. Segmentación para el servicio múltiple en Guatemala

La segmentación que se utilizará será con base en variables geográficas y demográficas, como la ubicación del hogar y el ingreso por hogar. Se utilizarán los siguientes supuestos:

- El costo para el usuario final al adquirir un paquete multiservicio será un 10 % menor, que al adquirir los servicios por separado.
- Se tomará como parámetro para el servicio de internet el costo promedio de un acceso de 3 Mbps.
- Para que un hogar tenga acceso al servicio el precio del servicio debe ser menor al 7,5 % de la renta percibida por el hogar, esto definirá el mercado potencial.
- El mercado real del producto estará ubicado en el área urbana.
- Existirán competidores en este segmento y la cuota de mercado que se logrará será el 40 % del mercado, a partir del 2 año. El primer año se captará la totalidad de los clientes al ser los únicos en ofrecer el multiservicio.
- El número de hogares que pueden acceder al servicio crece al mismo ritmo que el número de hogares en el país.

1.5.1. Cálculo del precio actual por servicio

- El precio del líder de mercado de acceso a internet de 3 Mbps es de Q 175,00, que incluye línea fija, con una cuota de minutos locales incluidos.
- El ARPU de una línea móvil de plan pospago es de Q 295,00.
- El precio promedio de un servicio de televisión pagada es de Q.110,00 sin paquetes adicionales.

El costo de los servicios contratados por separado actualmente es de Q 580,00. Al hacer un paquete el precio de este será Q 522,00, para hacerlo atractivo para el usuario.

1.5.2. Cálculo del segmento para el servicio múltiple en Guatemala

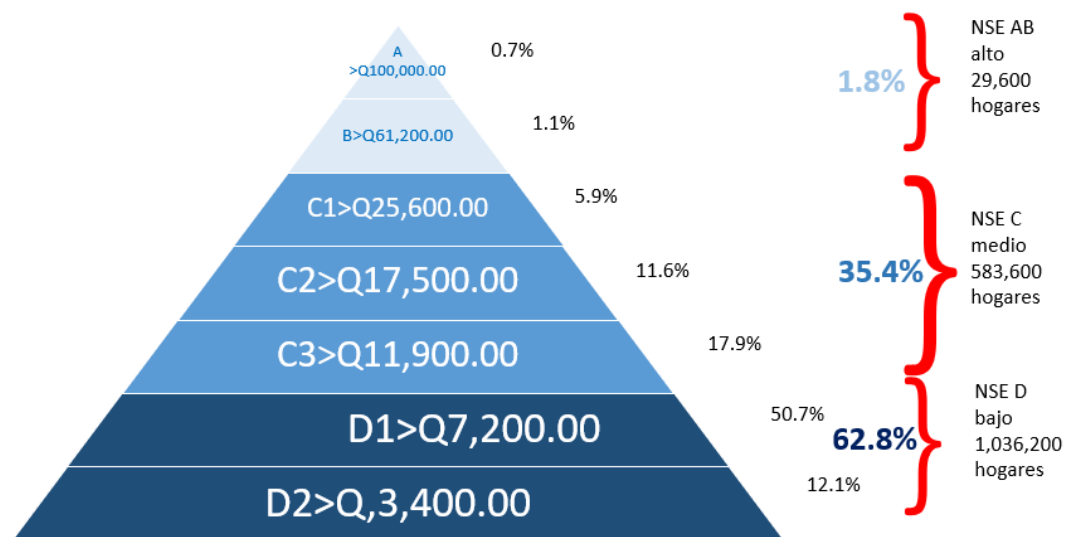
Si el precio del servicio representa el 7,5 % de los ingresos del hogar como mínimo; entonces el ingreso mínimo para poder acceder al servicio es de Q 6 960,00.

La pirámide de niveles socioeconómicos en Guatemala se utilizará para determinar la cantidad de hogares urbanos que tienen acceso al servicio.

Para acceder al servicio se necesita que el ingreso sea superior a Q 6 960,00. Lo que sitúa en la escala D1. Los datos de la pirámide poblacional, la cual fue elaborada por la UGAP en el año 2 014. Se realizarán ajustes

poblacionales tomando los índices de crecimiento calculados por el Banco Mundial, el cual es de 2,56 % anual.

Figura 10. **Pirámide de ingresos familiar Guatemala**



Fuente: Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad. *El nivel social y económico del guatemalteco urbano*. p. 4.

En el año 2014: 1 449 900 hogares podían acceder al servicio; aplicando el índice de crecimiento se obtiene que en el año 2019: 1 645 238 hogares pueden acceder al servicio.

El tamaño del mercado está dado por el producto del número de suscriptores potenciales multiplicado por el ingreso promedio por usuario:

$$\text{Segmento} = 1\,645\,238 \text{ hogares} * Q\,522,00/\text{mes hogar}$$

Segmento = Q 858 814 256,00 / mes

1.6. Mercado objetivo

No todos los individuos con potencial de compra y que pertenecen al mercado total adoptaran el servicio, esto debido a las barreras: los gustos o costumbres del consumidor, el equipo necesario: computadora, televisión, conocimientos de computación, ubicación, entre otros.

El mercado real es de 1 645 238 hogares. El mercado objetivo o mercado meta es el segmento dentro del mercado real al cual va dirigido el producto o servicio.

Para la fase de lanzamiento se utilizará una estrategia de mercado meta combinado que permite utilizar dos o más segmentos como base; se aplicará la segmentación con base en la ubicación y el nivel social; el servicio estará dirigido a los usuarios ubicados en áreas urbanas de la capital, y que pertenezcan a los niveles sociales A, B, C1, C2, C3 y D1.

1.6.1. Demanda potencial

Se calculará la demanda potencial en el tiempo con base en la tasa de crecimiento de los hogares en el país se muestra a continuación; esto se utilizará para realizar el cálculo de la demanda potencial en el tiempo. Se segmentará al área de la ciudad capital que representa un 48 % de la población urbana, según la UGAP.

De donde la demanda potencial en el año 2 019 es de 789 715 hogares en el área urbana, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Estimación de crecimiento anual número de hogares**

Año	Cantidad de hogares	Hogares urbanos	Crecimiento anual
2014	1 449 900	65 952	
2015	1 487 018	713 769	2,56 %
2016	1 525 086	732 042	2,56 %
2017	1 564 129	750 782	2,56 %
2018	1 604 171	770 003	2,56 %
2019	1 645 238	789 715	2,56 %

Fuente: elaboración propia.

1.6.2. Demanda objetivo

Para determinar la demanda objetivo, se utilizará el modelo Bass de curvas predictivas de innovación, las cuales son utilizadas para medir el proceso de adopción de nuevos productos; se basa en la siguiente fórmula:

$$N_t = N_{t-1} + p(m - N_{t-1}) + q \cdot (N_{t-1}/m) \cdot (m - N_{t-1})$$

Donde:

- N representa el número de compras de servicios
- p representa el coeficiente de clientes innovadores
- q representa el coeficiente de clientes imitadores
- m es el mercado potencial
- t es el período

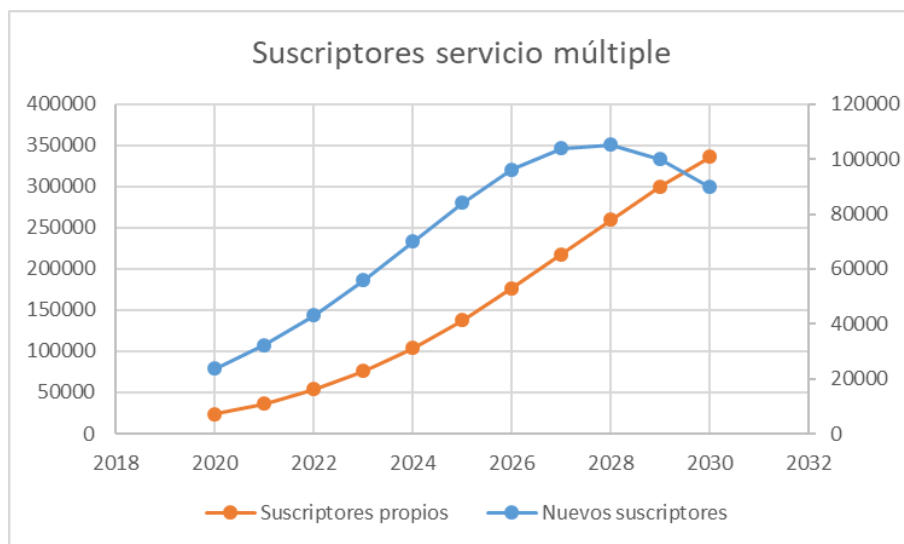
Tabla V. **Demanda potencial y demanda objetivo**

Año (t)	Suscriptores (N)	Nuevos suscriptores	Mercado potencial (m)	Mercado objetivo	Clientes captados	Suscriptores propios
2 019	0		1 645 238	789 715		
2 020	23 691	23 691	1 687 356	809 930	23 691	23 691
2 021	56 017	32 326	1 730 552	830 664	12 930	36 621
2 022	99 107	43 090	1 774 854	851 929	17 236	53 857
2 023	154 971	55 864	1 820 290	873 739	22 345	76 202
2 024	224 978	70 007	1 866 889	896 106	28 002	104 204
2 025	309 139	84 161	1 914 681	919 046	33 664	137 868
2 026	405 394	96 255	1 963 696	942 574	38 502	176 370
2 027	509 303	103 909	2 013 966	966 703	41 563	217 933
2 028	614 597	105 294	2 065 523	991 451	42 117	260 050
2 029	714 674	100 077	2 118 400	1 016 832	40 030	300 080
2 030	804 439	89 765	2 172 631	1 042 862	35 906	335 986

Fuente: elaboración propia.

Para realizar los cálculos se tomarán los valores típicos para p y q, Innovadores del 3 % e imitadores del 38 %.

Figura 11. **Demanda potencial y ventas anuales servicio múltiple**



Fuente: elaboración propia.

1.6.3. Oferta proyectada

El despliegue inicial del servicio comprenderá únicamente la ciudad capital, la oferta del servicio fijo, es decir, la acometida hacia la casa del suscriptor se realizará bajo pedido, construyendo una red de transporte que acerque los servicios hacia los posibles suscriptores. En la parte móvil el servicio se prestará sobre la red LTE.

Se instalarán ampliaciones de portadoras de LTE en todos los nodos existentes la ciudad de Guatemala, si es necesario serán ampliadas dependiendo de la demanda del sector. Para esto es necesario utilizar los siguientes parámetros: cada portadora, en plano de control puede manejar más de 200 conexiones simultáneas de conexión de internet; la limitante está en la conexión del nodo hacia la capa de transporte, la cual tiene un ancho de banda de 1 Gbps; si el usuario normalmente utiliza 5 Mbps de internet y 5 Mbps de IPTV, para un total de 10 Mbps por usuario; se tiene que el nodo soportará 100 usuarios por portadora. En cuanto a los servicios de voz, no se analizará la capacidad ya que puede ser soportada por la red que actualmente está en servicio.

Tabla VI. **Oferta de servicios**

Año	Portadoras en departamento de Guatemala	Oferta de servicios	Nuevas portadoras
1	653	65 300	0
2	783	78 300	130
3	939	93 900	156
4	1126	112 600	187
5	1351	135 100	225

Fuente: elaboración propia.

Se considera un crecimiento anual por densificación de cobertura de un 20 % anual, para cubrir la demanda; de forma que la oferta para el departamento de Guatemala para los próximos cinco años se muestra en la tabla anterior. Con la estrategia planteada es posible cubrir la demanda del servicio.

1.7. Estrategia comercial

El producto por promover es el servicio múltiple. El cual se comercializará en la ciudad capital de Guatemala de forma masiva, dirigido a los segmentos de interés.

1.7.1. Oferta del servicio

El servicio incluye:

- Línea fija con minutos locales ilimitados
- Línea móvil con minutos locales ilimitados
- Internet ilimitado 5 Mbps, en acceso fijo
- 20 GB de internet en acceso móvil
- Televisión (100 canales)

Existen paquetes de canales adicionales de deportes y de cine, para el servicio de televisión. El internet tiene posibilidades de mejora a velocidad de 10 Mbps. Adicionalmente, es posible adquirir móviles adicionales.

El servicio tendrá una cuota mensual básica de Q 522,00, no se cobrará cuota de instalación, y se los precios de los servicios adicionales elegidos por el suscriptor se añadirán a su factura de forma mensual.

1.7.2. Estructura de precios

Se pueden utilizar las siguientes promociones para este servicio las cuales podrán ser utilizadas por región o por temporada:

- Sin cuota de instalación
- Un mes de servicio gratuito
- Paquetes de televisión gratis por un mes
- Internet de 10 Mbps por un mes
- Destinos de voz a menor precio
- Servicio móvil adicional sin costo por un mes

La estructura de precios y la mezcla la cual representa el porcentaje de clientes que accederán a los servicios básicos y opcionales se muestran a continuación:

Tabla VII. Estructura de precios y mezcla del servicio

		Básico	Paquetes	Mezcla	
		Activación	Q 0,00	Q 0,00	100 %
Servicio	TV	Básico	Q 122,00	Q 0,00	100 %
		Deportes	Q 0,00	Q 78,00	20 %
		Cine	Q 0,00	Q 78,00	10 %
	Internet	5 Mbps	Q 200,00	Q 0,00	100 %
		10 Mbps	Q 0,00	Q 156,00	8 %
	Móvil	Ilimitadas nacionales	Q 150,00	Q 0,00	100 %
		móvil adicional	Q 0,00	Q 156,00	20 %
	Fijo	Ilimitadas nacionales	Q 50,00	Q 0,00	100 %

Fuente: elaboración propia.

1.7.3. Plan de publicidad y comunicación

El servicio se comunicará de la siguiente forma:

- Al consumidor ATL (*above the line*), entre la estrategia de comunicación se contará con los siguientes medios durante la campaña de lanzamiento:
 - Radio: se tendrá una campaña de comunicación por radio, la cual tendrá presencia en las 2 radios de mayor alcance y aceptación de Guatemala. Se transmitirán 8 pautas diarias durante 2 meses.
 - TV: se tendrá una campaña de comunicación por televisión, esta campaña se llevará a cabo con 8 pautas diarias en 2 canales *premium* de televisión por 2 meses. Además, durante el noticiero de la tarde, se tendrá una pauta, transmitiéndose todos los días, durante 2 meses.
 - Prensa: se tendrá una campaña de comunicación por prensa, esta tendrá duración de 2 semanas, constará de publicaciones de página completa en días alternos en todos los medios de Guatemala (5 periódicos).
 - Vallas: también se tendrán dos vallas de publicidad en puntos estratégicos de la ciudad capital por dos meses.
- En el punto de venta y al canal BTL (*below the line*) y material POP (*point of purchase*):

- Afiches: a cada punto de venta se le estarán entregando 4 afiches publicitarios para contar con presencia en cada punto. Estos afiches se cambiarán cada 2 meses; se cubre así 12 meses de presencia del producto en cada punto de venta.
- Unifoliales: los unifoliales se repartirán entre toda la fuerza de venta, aquí se incluye cada punto de venta del canal indirecto, como los 10 vendedores. Se estima repartir 30 000 unifoliales por mes; se cubre así 3 meses de comunicación.

1.7.4. Canales de venta

Se trabajará con 2 tipos de canales:

- Canal directo: este canal estará formado por 10 vendedores, que están enfocados en la venta del servicio múltiple.
- Canal indirecto: la razón del uso de este canal se explica por su mayor eficiencia para poner el servicio a disposición del mercado objetivo. Por medio de sus contactos, experiencia, especialización y escala de operaciones; por lo general, ofrece más de lo que podría lograr por nosotros mismos y nos permite extender nuestra capilaridad. Durante el primer año, se contará con la participación de 5 puntos de cadenas, los cuales estarán distribuidos en la ciudad de Guatemala y los municipios. En los siguientes años de acuerdo con el plan de expansión se estará trabajando con 6 puntos de cadenas nuevas por año.
- Objetivos por canal

- Canal directo: 10 vendedores con una meta de 40 altas por cada uno. Con capacidad de 400 altas mensuales.
- Canal indirecto: 40 puntos de canal con la meta de 42 altas mensuales por punto; esto nos da capacidad de captación de 1680 altas mensuales el primer año.
- Comisión: la comisión será de Q 200,00 por servicio vendido

Con estos objetivos es posible alcanzar la captación de clientes proyectada.

.

2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA

2.1. Funcionamiento del servicio múltiple

A continuación, se detallan los servicios comprendidos dentro del servicio múltiple.

2.1.1. Telefonía fija

Telefonía fija se refiere al servicio de teléfono fijo tradicional, también, conocido como línea de casa. Un teléfono fijo normalmente utiliza una línea telefónica de alambre generalmente de cobre, para la transmisión de la voz.

En sus inicios, los suscriptores de teléfonos fijos estaban conectados con la central telefónica del operador, mediante pares de cobre directos, también, conocidos como bucle telefónico. La agrupación de estos pares de cobre constituye la red de acceso, y el despliegue de esta red se llevó a cabo principalmente en la segunda mitad del siglo XX.

Como consecuencia de las evidentes limitaciones que tiene una línea de cobre para la transmisión de información, se han instalado redes de acceso totalmente digitales, utilizando como medio de transmisión fibra óptica, total o parcialmente hasta la vivienda del suscriptor.

Se cuenta con los parámetros de entrada, mostrados en la tabla siguiente la cual corresponde al servicio de voz fija, en donde, los intentos de llamada en

hora ocupada corresponden a los intentos de llamada que el suscriptor realice en la hora más cargada del sistema, BHCA, *Busy Hour Call Attempts*.

Tabla VIII. **Parámetros de entrada servicio voz fijo**

Línea fija		
Parámetro	Valor	Dimensión
Intentos de llamada en hora ocupada	1	BHCA
Tráfico en hora pico	0,15	Erlang
Matriz de destinos		
Tráfico interno	35	%
Tráfico nacional	55	%
Tráfico LDI	10	%

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al tráfico este se mide en Erlangs, el cual representa el tiempo ocupado de ocupación de un circuito de voz en un intervalo de tiempo, en este caso hora; es decir, para el caso de línea fija, 0,15 Erlangs, significa que el suscriptor realizará una o varias llamadas de voz, con una duración total de 9 minutos.

Con los parámetros de entrada se procede a realizar el cálculo de tráfico de voz fijo que cursaran los suscriptores del servicio. Dando como resultado los datos mostrados en la tabla siguiente. Donde el tráfico total se obtiene de multiplicar la cantidad de suscriptores por los intentos en hora cargada y esto a su vez multiplicado por el tráfico en hora cargada.

Para obtener el tráfico interno, nacional e internacional, simplemente se multiplica por su porcentaje correspondiente en la matriz de destinos.

El tráfico interno no genera conexiones ya que será dentro de las mismas centrales de la empresa, para calcular los circuitos de interconexión necesarios se suma el tráfico nacional y tráfico internacional.

Tabla IX. Tráfico de línea fija

Año (t)	Suscriptores propios	Tráfico interno en la red (Erlangs)	Tráfico nacional (Erlangs)	Tráfico internacional (Erlangs)	Tráfico en hora cargada (Erlangs)	Tráfico fuera de red (nacional + internacional)	Circuitos necesarios Erlang B GOS 1 %	Circuitos necesarios Ocupación al 60 %	E1 necesarios
2 020	23 691	995	1 564	284	2 843	1 848	1 876	3 080	103
2 021	36 621	1 538	2 417	439	4 395	2 856	2 881	4 761	159
2 022	53 857	2 262	3 555	646	6 463	4 201	4 217	7 002	234
2 023	76 202	3 200	5 029	914	9 144	5 944	5 947	9 907	331
2 024	104 204	4 377	6 877	1 250	12 504	8 128	8 113	13 547	452

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de los circuitos de interconexión necesarios, existen dos métodos válidos, uno es utilizar la fórmula de Erlang B. Para lo cual en servicios de voz se utiliza un grado de servicio de pérdida del 1 %. Que significa que de cada 100 llamadas cursadas una no se cursara debido a falta de circuito.

La fórmula Erlang B es la siguiente:

$$B = \frac{A^N}{N!} \sum \left(\frac{A^i}{i!} \right)$$

Donde:

- B = Erlang B probabilidad de pérdida, o grado de servicio
- N = número de troncales en el grupo de disponibilidad total
- A = tráfico ofrecido al grupo en Erlangs

La suma se realiza de $i = 0$ a N.

En la empresa se tiene como adoptada la práctica de dimensionar los circuitos de voz al 60 % de ocupación, así que el cálculo se realizará con este método que solo consiste en dividir el tráfico esperado entre el 60 % esperado de ocupación.

Se conoce como E1, la trama de 2 Mbps, de tecnología TDM que transporta los canales de voz, se calculan 30 canales por E1.

2.1.2. Telefonía móvil

El servicio de telefonía móvil es el que se presta a través de un teléfono portátil y puede hacer o recibir llamadas utilizando ondas de radiofrecuencia.

El servicio de telefonía móvil también se conocido como servicio de telefonía celular, ya que se cubre el territorio con múltiples emisores de baja potencia conocidos como celdas; cada una de da cobertura a una pequeña zona específica, al transmitir con baja potencia cada celda puede reutilizar canales de radio de otras que están lo suficientemente alejadas para permitir la reutilización.

En los sistemas celulares los teléfonos están siempre cerca de una antena emisora lo que les permite transmitir con baja potencia y con bajo consumo de energía. Esta característica permite la fabricación de terminales móviles pequeños y fáciles de transportar.

Se tienen los parámetros de entrada, los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla X. **Parámetros de entrada servicio voz móvil**

Línea móvil		
Parámetro	Valor	Dimensión
Intentos de llamada en hora ocupada	1	BHCA
Tráfico en hora pico	0,09	Erlang
Matriz de destinos		
Tráfico interno	35	%
Tráfico local	55	%
Trafico LDI	10	%

Fuente: elaboración propia.

Aplicando el mismo método de cálculo expuesto en el inciso anterior, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla XI. **Tráfico de línea móvil**

Año (t)	Suscriptores propios	Tráfico interno en la red	Tráfico nacional	Tráfico internacional	Tráfico en hora cargada (Erlangs)	Tráfico fuera de red (nacional + internacional)	Circuitos necesarios Erlang B GOS 1 %	Circuitos necesarios ocupación al 60 %	E1 necesarios
2 020	23 691	415	652	118	1 185	770	799	1 284	43
2 021	36 621	641	1 007	183	1 831	1 190	1 220	1 984	67
2 022	53 857	942	1 481	269	2 693	1 750	1 779	2 918	98
2 023	76 202	1 334	2 096	381	3 810	2 477	2 503	4 128	138
2 024	104 204	1 824	2 866	521	5 210	3 387	3 408	5 645	189

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Internet de banda ancha

En telecomunicaciones banda ancha se interpreta como cualquier tipo de red que tenga la capacidad de permitir la transmisión de datos a velocidades elevadas; por lo tanto, es un concepto subjetivo ya que varía en función del tiempo y con el desarrollo tecnológico.

Desde ese punto de vista del usuario, la banda ancha puede ser prestada por telefonía fija o móvil. La banda ancha fija se presta hoy en día, principalmente, a través de las redes de telefonía (par de cobre), redes de cable y fibra óptica. Y la banda ancha móvil a través de redes de cuarta generación, utilizando tecnología LTE (*Long Term Evolution*).

Se tiene como parámetro de entrada para el cálculo de internet fijo una relación de 4 a 1 para realizar los cálculos del *backbone*; de tal manera, que se obtiene la siguiente estimación de tráfico:

Tabla XII. Tráfico internet de banda ancha

Año	Suscriptores	Tráfico por suscriptor (Mbps)	Relación de suscripción	Tráfico internet en Mbps	Tráfico internet en Gbps
2 020	23 691	5	0,25	29 613,75	28,92
2 021	36 621	5	0,25	45 776,25	44,70
2 022	53 857	5	0,25	67 321,25	65,74
2 023	76 202	5	0,25	95 252,50	93,02
2 024	104 204	5	0,25	130 255,00	127,20

Fuente: elaboración propia.

Para el caso del internet móvil este se han estimado las portadoras necesarias de acuerdo al número de suscriptores en la red.

2.1.4. Televisión por suscripción

El servicio consiste en un servicio en el cual la señal de televisión llega hasta el hogar del suscriptor a través de una acometida de cobre o de fibra óptica. Se empieza a comercializar en la década de los 70 del siglo pasado extendiéndose por todo el mundo.

Debido a la necesidad de nuevos contenidos por parte de los consumidores, ha permitido el nacimiento de gran cantidad de canales temáticos, que se incluyen en la suscripción y que pueden ser tanto internacionales como de producción local.

El IPTV utiliza un ancho de banda de alrededor de 5 Mbps para contenido en alta definición y de 3 Mbps para contenido estándar. Se tiene como parámetro de entrada que los usuarios en hora cargada utilizaran una sesión en promedio, con una sobre suscripción del 0,5. De tal manera que se obtiene el siguiente tráfico del servicio de televisión.

Tabla XIII. Tráfico internet de televisión de banda ancha

Año	Suscriptores	Tráfico por suscriptor (Mbps)	Relación de suscripción	Tráfico internet en Mbps	Tráfico internet en Gbps
2 020	23 691	5	0,5	59 227,50	57,84
2 021	36 621	5	0,5	91 552,50	89,41
2 022	53 857	5	0,5	134 642,50	131,49
2 023	76 202	5	0,5	190 505,00	186,04
2 024	104 204	5	0,5	260 510,00	254,40

Fuente: elaboración propia.

2.2. Solución técnica propuesta

Para prestar el servicio, será necesario la introducción de acceso fijo ya sea cableado o por fibra. Este tipo de tecnología se conoce como HFC (híbrido fibra y coaxial).

En la capa de transporte es necesario ampliar la red *Metro-Ethernet* para soportar la capacidad de tráfico que conlleva el servicio. Para los equipos de núcleo de red, para la voz, se debe considerar el crecimiento de circuitos de interconexión; para el internet, deben considerarse las ampliaciones de acuerdo al ancho de banda agregado que cursen los suscriptores, tanto del internet en sí como del IPTV; adicionalmente, para prestar el servicio de *IPTV* es necesario la instalación de 2 servidores cabecera CDN (*Content Delivery Network*) en la capa de servicios.

2.2.1. Arquitectura servicio múltiple

Para permitir a los proveedores de servicio, ofrecer un servicio fácil de usar, es esencial que las funciones que son comunes entre varios servicios estén alineadas y que esos servicios funciones bien en conjunto; este es el fundamento del IMS (*Internet Protocol Multimedia Subsystem*). Esta solución ofrece servicios estándar como lo son multimedia, mensajería, telepresencia. También, provee interfaces para ser desarrolladas por aplicaciones más específicas como IPTV (*Internet Protocol Television*).

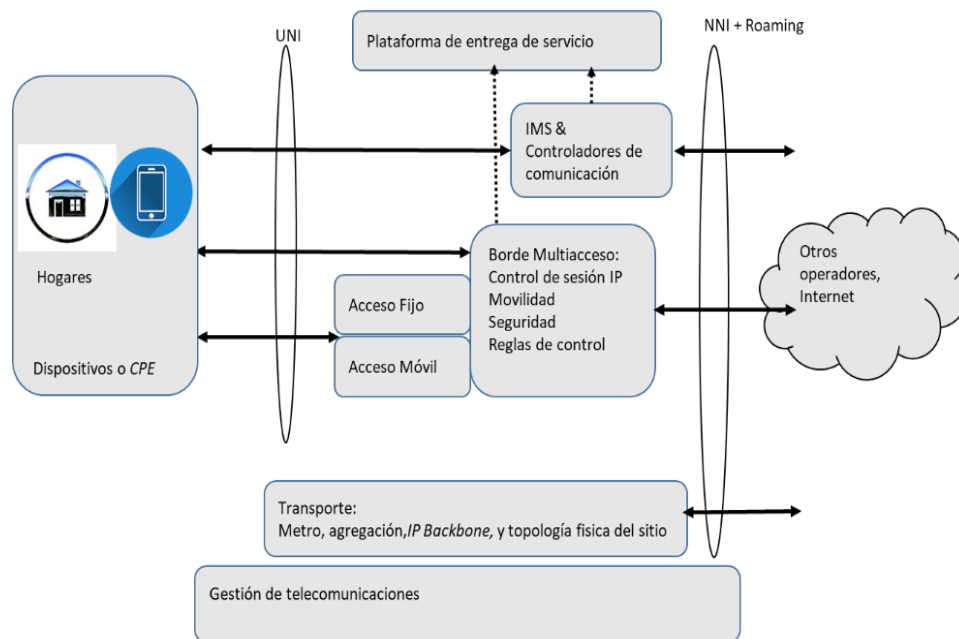
En las capas superiores del IMS reside el SDP (*Service Delivery Platform*), esta plataforma contiene el proceso de negocio para facturar los servicios. El SDP también conecta estos procesos de negocio con el CRM (*Customer Relationship*

Management), facturación, redes y otro elemento esencial de la cadena de suministro, como los portales de autoservicio residenciales y empresariales.

Las redes acceso implementan funciones específicas de la tecnología, por ejemplo, en una RBS (*Radio Base Station*) o un acceso DSL (*Digital Subscriber Line*) multiplexador de acceso DSLAM. La evolución de las redes de las tecnologías de las redes de acceso ha permitido y gestionado la evolución de los servicios. El dominio del borde multiacceso el acceso en específico; también, las capacidades de movilidad, autenticación, *roaming*, de control y de tarificación.

La arquitectura básica del funcionamiento del servicio múltiple se muestra en la siguiente figura:

Figura 12. **Arquitectura de funcionamiento del servicio múltiple**



Fuente: The International Engineering Consorting. *Beyond the Quadruple play: Networking, Convergence and Customer Delivery*. p. 3.

Existen distintos tipos de acceso, como el acceso por fibra óptica, como un enlace Ethernet punto a punto o las diferentes clases de tecnologías PON (Passive Optical Network). Que están siendo utilizadas para entregar servicios de multimedia avanzados, como HDTV (High Definition Television); esto en combinación con la construcción de sitios remotos VDSL2 (Very High bit rate Digital Subscriber Line 2), está creando una profunda arquitectura de agregación de fibra, que es una de las bases de la prestación de un servicio de banda ancha. Esto es una tendencia en las áreas urbanas. En las áreas rurales la tendencia de la fibra es más débil y una agregación multinivel puede ser preferida.

La capa de transporte tiene un diseño robusto con redundancias de rutas, y la ruta es optimizada por costo y por desempeño, esta capa se mantiene independiente del servicio como tal; por lo tanto, sus capacidades pueden ser introducidas, crecidas y distribuidas de forma aislada. La capa de transporte provee la transmisión y los servicios IP-VPN (*Virtual Private Network*) hacia las capas superiores de servicio o hacia redes externas, por ejemplo, hacia empresas. El ruteo y conmutación son accesos tecnológicamente independientes, permiten que accesos de distintas tecnologías coexistan o sean modificados o introducidos fácilmente.

Los elementos de agregación y transporte de la arquitectura de banda ancha son diseñados para ser comunes a todos los accesos ya sean de tecnología fija o móvil. Esto se realiza en esta vía ya que los servicios pueden incrementarse homogéneamente, independiente del tipo de acceso, la mayor carga de tráfico son paquetes IP sobre tramas Ethernet.

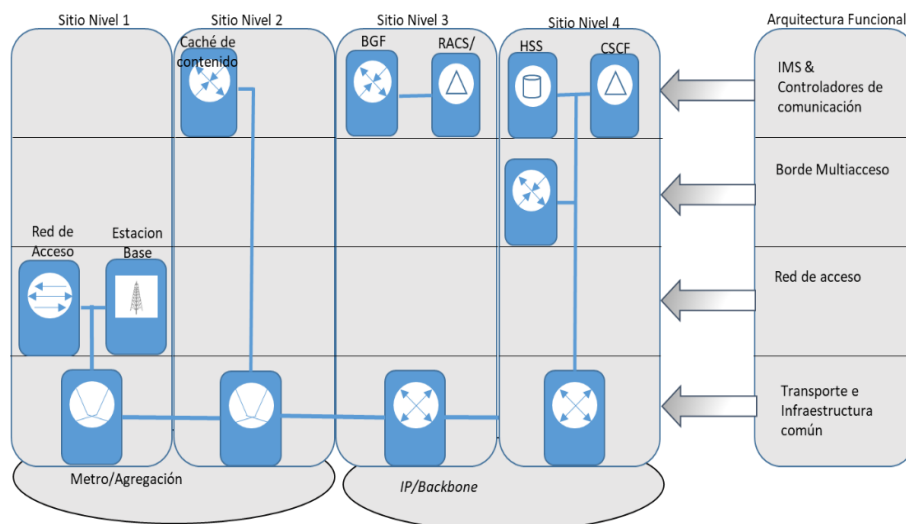
La agregación de transporte de red es flexible en términos de reenvío y separación de tráfico, soportando distintas técnicas y protocolos. Los servicios de

conectividad son provistos por los agregadores convergiendo en la red Metro-Ethernet.

2.2.2. Funcionalidad distribuida

La ubicación física de una funcionalidad depende de muchos factores, entre los cuales se pueden mencionar: topología del sitio, costos, distribución geográfica de usuarios, utilización de transporte para el servicio versus gastos operacionales del sitio OPEX (*Operational Expenses*) y gastos de capital CAPEX (*Capital Expenses*), nivel de movilidad, ubicación de los puntos de monitoreo.

Figura 13. **Funcionalidad distribuida del servicio múltiple**



Fuente: The International Engineering Consorting. *Beyond the Quadruple play: Networking, Convergence and Customer Delivery*. p. 4.

Todo lo anterior, justifica claramente la flexibilidad que permite que las funciones sean óptimamente distribuidas utilizando protocolos de internet abiertos. La necesidad de flexibilidad es aún más evidente, cuando se realiza la

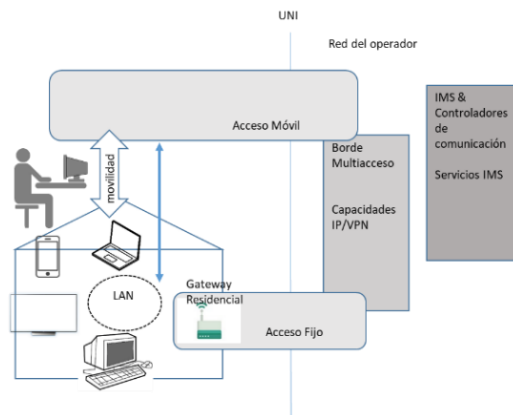
consideración de cómo ubicar las funcionalidades en la infraestructura del sitio, como está ilustrado en el ejemplo de la siguiente figura se observa cómo se puede administrar la funcionalidad de ubicación compartida, distribuida y como se habilita la administración de funcionalidad entre niveles topológicos.

Cada área necesita ser gestionada y, por lo tanto, está vinculada a la estructura general de gestión de telecomunicaciones.

2.2.3. Convergencia de hogares y servicios móviles

El servicio entrega un consistente y multicapa UNI (*User Network Interface*) Siendo esto prerrequisito para que los usuarios puedan contar con un servicio de banda ancha, el NNI (*Network to Network interface*) e interfaces de *roaming*, son necesarias para gestionar el uso que facilitan a un usuario que pueda ser conectado a cualquier otro dispositivo, otra red o servicio donde quiera que este se encuentre, como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 14. Convergencia de hogares y usuarios móviles



Fuente: The International Engineering Consorting. *Beyond the Quadruple play: Networking, Convergence and Customer Delivery*. p. 6.

2.3. Determinación del tamaño del proyecto

Conociendo los volúmenes tráfico esperado para cada servicio, se procederá a determinar los cambios necesarios en la red para brindar los servicios.

2.3.1. Capa de acceso

En la capa de acceso se deben considerar los siguientes crecimientos importantes:

- El número de portadoras de tecnología LTE en la zona urbana, desde 653 en el año 0 hasta 1 351 en el año 5 según la proyección para cubrir la demanda estimada.
- Es necesario desarrollar la planta externa para llegar a casa de los suscriptores.

2.3.2. Capa de transporte

En la capa de transporte se necesitan equipos de agregación para conectar los equipos de acceso, se utilizará transporte común para acceso fijo y móvil; en todos los emplazamientos existirá acceso móvil y acceso fijo únicamente en los sitios que la demanda lo amerite; por lo tanto, se realizará el cálculo con base en las portadoras móviles; cada sitio de acceso tendrá un ancho de banda de 1 Gbps, si se sabe que el total de portadoras es de 1 351 el total de la demanda de 1 351 Gbps, el *backbone* cuenta con 10 emplazamientos; por lo tanto, en cada sitio se utilizará equipos de al menos 200 Gbps.

Se deben crecer los equipos del anillo urbano para recibir el tráfico agregado de los servicios de voz, internet y de IPTV, para el tráfico de voz cada E1 tiene una trama de 2,048 Mbps, se calcula el ancho de banda necesario y se presenta en Gbps para operarlo con los tráficos adicionales.

Tabla XIV. Tráfico agregado de servicio múltiple

Año	Tráfico voz móvil (Gbps)	Tráfico de voz fijo (Gbps)	Tráfico de internet Gbps	Tráfico IPTV Gbps	Total de tráfico en Gbps
2 020	0,292	3,85	28,91967773	57,84	90,90
2 021	0,45	5,952	44,70336914	89,41	140,51
2 022	0,662	8,752	65,7434082	131,49	206,64
2 023	0,936	12,384	93,02001953	186,04	292,38
2 024	1,28	16,934	127,2021484	254,40	399,82

Fuente: elaboración propia.

Este tráfico será recibido en los nodos desde los agregadores, son 10 emplazamientos, por lo que cada equipo debe recibir 40,46 Gbps, por lo que es necesario ampliar la capacidad de cada equipo en 50 Gbps.

En la red Metro-Ethernet, es necesario realizar ampliación de capacidad para cursar el tráfico, es necesario tener un anillo a 500 Gbps, con base en el tráfico total. El cual debe contar con redundancia para enviar el tráfico en cualquiera de los dos sentidos en caso de averías.

2.3.3. Capa de núcleo de red

Para los equipos de núcleo de red, tanto de voz como de datos, el tráfico de los suscriptores representa un tráfico equivalente al 5 % de los abonados actuales. Los equipos de se encuentran con la holgura necesaria para manejar este tráfico.

En cuanto a las rutas de interconexión deben ampliarse la capacidad de los circuitos de voz con base en el cálculo de tráfico realizado.

2.3.4. Capa de servicios

En la capa de servicios es necesario ampliar la salida a internet con base en el crecimiento de usuarios de manera anual para no incurrir en costos innecesarios. Y se deben instalar 2 CDN con capacidad de 300 Gbps cada uno para prestar el servicio de IPTV.

2.4. Insumos y equipos necesarios para el funcionamiento

Se procederá a listar los equipamientos necesarios para que el servicio sea funcional en cada una de las capas de la red.

2.4.1. En el hogar del usuario

Por cada suscriptor:

- Módem
- Decodificador
- 20 metros de cable ethernet categoría 6
- Celular (puede adquirir servicios adicionales)

2.4.2. Capa de acceso

Por portadora:

- Portadora LTE

- Equipo terminal de datos
- 3 antenas
- 200 metros de fibra
- Accesorios de fijación y amarre

Para el acceso fijo, por cada 5 000 se tiene como parámetros de entrada lo siguiente:

- 20 000 metros fibra óptica
- 200 herrajes de tensión
- 10 crucetas de reserva
- 150 postes metálicos
- 4 mufas
- 200 herrajes de paso
- 96 cordón mono fibra
- 96 acopladores
- 2 distribuidor óptico 48 fibras
- 1 equipo tecnología PON

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de materiales que se necesitarán en cada año.

Tabla XV. Materiales necesarios acceso fijo

Equipo/material	Cantidad año 1	Cantidad año 2	Cantidad año 3	Cantidad año 4	Cantidad año 5
Fibra óptica exterior	100 000	60 000	80 000	100 000	120 000
Herraje de tensión	1 000	600	800	1 000	1 200
Cruceta para reserva	50	30	40	50	60
Postes metálicos	750	450	600	750	900
Mufa	20	12	16	20	24
Herraje de paso	1 000	600	800	1 000	1 200

Continuación de la tabla XV.

Cordón mono fibra	480	288	384	480	576
Acopladores	480	288	384	480	576
Distribuidores ópticos	10	6	8	10	12
Equipos PON	5	3	4	5	6

Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Capa de transporte

Se necesitan los siguientes dispositivos:

- 20 agregadores de tráfico 48 puertos de 1 Gbps (duplicado por redundancia).
- 200 interfaces de 10 Gbps para crecimiento de capacidad en *backbone*.
- 100 interfaces de 100 Gbps par ampliación de Metro-Ethernet a 500 Gbps.
- 20 distribuidores ópticos de 48 fibras.
- 280 conectores de fibra.

2.4.4. Capa de núcleo de red

Es necesario ampliar una capacidad de interconexión de 385 E1, para ello se ocuparán tarjetas capacidad STM-1, cada una con capacidad de 63 E1; por lo que se necesitará adquirir 11 tarjetas. Las cuales se instalarán sobre los equipos existentes.

2.4.5. Capa de servicios

Es necesario instalar dos equipos CDN con capacidad de 300 Gbps cada uno, los cuales serán las cabeceras del servicio de IPTV, recibirán y distribuirán por las distintas capas de la red la señal de televisión, y contenidos bajo demanda.

2.5. Inversiones en equipos

Conociendo los equipos necesarios, se procederá a cuantificar las inversiones necesarias en cuanto a equipos se refiere. Los precios se manejan en dólares americanos ya que se trata de material y equipo importado.

2.5.1. Capa de acceso

Se detallan, a continuación, los precios de inversión en materiales y equipos para la capa de acceso para tecnologías móvil y fija. En cantidades, precios unitarios y totalizados por despliegue anual durante un plazo de 5 años de evaluación del proyecto. Esta capa es la de mayor despliegue e inversión del proyecto.

Tabla XVI. Inversiones capa de acceso

Equipo/material	Precio unitario	Cantidad año 1	Cantidad año 2	Cantidad año 3	Cantidad año 4	Cantidad año 5
Portadoras LTE	\$ 20 000,00	0	130	156	187	225
Antenas	\$ 1 500,00	0	390	468	561	675
Fibra para antena	\$ 1 000,00	0	130	156	187	225
Accesorios de fijación y amarre	\$ 300,00	0	130	156	187	225
Fibra óptica exterior	\$ 2,00	100 000	60 000	80 000	100 000	120 000
Herraje de tensión	\$ 10,00	1 000	600	800	1 000	1 200

Continuación de la tabla XVI.

Cruceta para reserva	\$ 20,00	50	30	40	50	60
Postes metálicos	\$ 200,00	750	450	600	750	900
Mufa	\$ 350,00	20	12	16	20	24
Herraje de paso	\$ 10,00	1 000	600	800	1 000	1 200
Cordón mono fibra	\$ 2,00	480	288	384	480	576
Acopladores	\$ 2,00	480	288	384	480	576
Distribuidores ópticos	\$ 150,00	10	6	8	10	12
Equipos PON	\$ 50 000,00	5	3	4	5	6
Total inversiones						

Inversiones año 1	Inversiones año 2	Inversiones año 3	Inversiones año 4	Inversiones año 5
\$ 0,00	\$ 2 600 000,00	\$ 3 120 000,00	\$ 3 740 000,00	\$ 4 500 000,00
\$ 0,00	\$ 585 000,00	\$ 702 000,00	\$ 841 500,00	\$ 1 012 500,00
\$ 0,00	\$ 130 000,00	\$ 156 000,00	\$ 187 000,00	\$ 225 000,00
\$ 0,00	\$ 39 000,00	\$ 46 800,00	\$ 56 100,00	\$ 67 500,00
\$ 200 000,00	\$ 120 000,00	\$ 160 000,00	\$ 200 000,00	\$ 240 000,00
\$ 10 000,00	\$ 6 000,00	\$ 8 000,00	\$ 10 000,00	\$ 12 000,00
\$ 1 000,00	\$ 600,00	\$ 800,00	\$ 1 000,00	\$ 1 200,00
\$ 150 000,00	\$ 90 000,00	\$ 120 000,00	\$ 150 000,00	\$ 180 000,00
\$ 7 000,00	\$ 4 200,00	\$ 5 600,00	\$ 7 000,00	\$ 8 400,00
\$ 10 000,00	\$ 6 000,00	\$ 8 000,00	\$ 10 000,00	\$ 12 000,00
\$ 960,00	\$ 576,00	\$ 768,00	\$ 960,00	\$ 1 152,00
\$ 960,00	\$ 576,00	\$ 768,00	\$ 960,00	\$ 1 152,00
\$ 1 500,00	\$ 900,00	\$ 1 200,00	\$ 1 500,00	\$ 1 800,00
\$ 250 000,00	\$ 150 000,00	\$ 200 000,00	\$ 250 000,00	\$ 300 000,00
\$ 631 420,00	\$ 3 732 852,00	\$ 4 529 936,00	\$ 5 456 020,00	\$ 6 562 704,00

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Capa de transporte

Para el crecimiento de los equipos de transmisión y ruteo se necesitan las inversiones mostradas en la tabla siguiente, todas en el año 0 del proyecto.

Tabla XVII. **Inversiones capa de transporte**

Transporte	Costo unitario	Cantidad	Precio
Agregadores de tráfico 48 puertos	\$ 8 000,00	20	\$ 160 000,00
Interfaces 10 Gbps	\$ 1 000,00	100	\$ 100 000,00
Distribuidores ópticos	\$ 150,00	20	\$ 3 000,00
Cordón de fibra	\$ 150,00	280	\$ 42 000,00
Interfaces 100Gbps	\$ 75 000,00	200	\$ 15 000 000,00
Total			\$ 15 305 000,00

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Capa de núcleo de red

En núcleo de red es necesaria la ampliación de 7 tarjetas STM-1 con un precio estimado de \$ 30 000.00 por tarjeta, que dan un total de \$ 270 000,00.

2.5.4. Capa de servicios

Es necesario invertir en dos nodos Content Delivery Network CDN, cada uno con un valor de \$ 1 200 000.00, que dan un total de \$ 2 400 000,00.

2.5.5. Consolidado de inversiones en equipos

Se agregan también los equipos necesarios en el hogar del suscriptor, en las tablas XVIII y XIX.

Tabla XVIII. Consolidado de equipos

Equipo/material	Precio unitario	Cant. año 0	Cant. año 1	Cant. año 2	Cant. año 3	Cant. año 4	Cant. año 5
Hogar del suscriptor							
Módem	\$ 50,00	23 691	12 930	17 236	22 345	28 002	32 803
Decodificador	\$ 50,00	23 691	12 930	17 236	22 345	28 002	32 803
Cable categoría 6	\$ 15,00	142 146	77 580	103 416	134 070	168 012	196 818
Acceso							
Portadoras LTE	\$ 20 000,00	0	0	130	156	187	225
Antenas	\$ 1 500,00	0	0	390	468	561	675
Fibra para antena	\$ 1 000,00	0	0	130	156	187	225
Accesorios de fijación y amarre	\$ 300,00	0	0	130	156	187	225
Fibra óptica exterior	\$ 2,00		100 000	60 000	80 000	100 000	120 000
Herraje de tensión	\$ 10,00		1 000	600	800	1 000	1 200
Cruceta para reserva	\$ 20,00		50	30	40	50	60
Postes metálicos	\$ 200,00		750	450	600	750	900

Mufa	\$ 350,00	20	12	16	20	24
Herraje de paso	\$ 10,00	1 000	600	800	1 000	1 200
Cordón mono fibra	\$ 2,00	480	288	384	480	576
Acopladores	\$ 2,00	480	288	384	480	576
Distribuidores ópticos	\$ 150,00	10	6	8	10	12
Equipos PON	\$ 50 000,00	5	3	4	5	6
Transporte						
Agregadores de tráfico 48 puertos	\$ 8 000,00	20	0	0	0	0
Interfaces 10 Gbps	\$ 1 000,00	100	0	0	0	0
Distribuidores ópticos	\$ 150,00	20	0	0	0	0
Cordón de fibra	\$ 150,00	280	0	0	0	0
Interfaces 100Gbps	\$ 75 000,00	200	0	0	0	0
Núcleo de red			0	0	0	0
Tarjetas STM-1	\$ 30 000,00	11	0	0	0	0
Servicios			0	0	0	0
Equipos CDN	\$ 1 200 000,00	2	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Consolidado de inversiones

Equipo/material	Inversiones año 0	Inversiones año 1	Inversiones año 2
Hogar del suscriptor			
Módem	\$ 1 184 550,00	\$ 646 500,00	\$ 861 800,00
Decodificador	\$ 1 184 550,00	\$ 646 500,00	\$ 861 800,00
Cable categoría 6	\$ 2 132 190,00	\$ 1 163 700,00	\$ 1 551 240,00
Acceso			
Portadoras LTE	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2 600 000,00
Antenas	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 585 000,00
Fibra para antena	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 130 000,00
Accesorios de fijación y amarre	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 39 000,00
Fibra óptica exterior	\$ 0,00	\$ 200 000,00	\$ 120 000,00
Herraje de tensión	\$ 0,00	\$ 10 000,00	\$ 6 000,00
Cruceta para reserva	\$ 0,00	\$ 1 000,00	\$ 600,00
Postes metálicos	\$ 0,00	\$ 150 000,00	\$ 90 000,00
Mufa	\$ 0,00	\$ 7 000,00	\$ 4 200,00
Herraje de paso	\$ 0,00	\$ 10 000,00	\$ 6 000,00
Cordón mono fibra	\$ 0,00	\$ 960,00	\$ 576,00
Acopladores	\$ 0,00	\$ 960,00	\$ 576,00
Distribuidores ópticos	\$ 0,00	\$ 1 500,00	\$ 900,00
Equipos PON	\$ 0,00	\$ 250 000,00	\$ 150 000,00
Transporte	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Agregadores de tráfico 48 puertos	\$ 0,00	\$ 160 000,00	\$ 0,00
Interfaces 10 Gbps	\$ 0,00	\$ 100 000,00	\$ 0,00
Distribuidores ópticos	\$ 0,00	\$ 3 000,00	\$ 0,00
Cordón de fibra	\$ 0,00	\$ 42 000,00	\$ 0,00
Interfaces 100Gbps	\$ 0,00	\$ 15 000 000,00	\$ 0,00
Núcleo de red			
Tarjetas STM-1	\$ 0,00	\$ 330 000,00	\$ 0,00
Servicios	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Equipos CDN	\$ 0,00	\$ 2 400 000,00	\$ 0,00
Total inversiones equipos	\$ 4 501 290,00	\$ 21 123 120,00	\$ 7 007 692,00

Equipo/material	Inversiones año 3	Inversiones año 4	Inversiones año 5
Hogar del suscriptor			
Módem	\$ 1 117 250,00	\$ 1 400 100,00	\$ 1 640 150,00
Decodificador	\$ 1 117 250,00	\$ 1 400 100,00	\$ 1 640 150,00
Cable categoría 6	\$ 2 011 050,00	\$ 2 520 180,00	\$ 2 952 270,00
Acceso			
Portadoras LTE	\$ 3 120 000,00	\$ 3 740 000,00	\$ 4 500 000,00
Antenas	\$ 702 000,00	\$ 841 500,00	\$ 1 012 500,00
Fibra para antena	\$ 156 000,00	\$ 187 000,00	\$ 225 000,00
Accesorios de fijación y amarre	\$ 46 800,00	\$ 56 100,00	\$ 67 500,00
Fibra óptica exterior	\$ 160 000,00	\$ 200 000,00	\$ 240 000,00

Continuación de la tabla XIX.

Herraje de tensión	\$ 8 000,00	\$ 10 000,00	\$ 12 000,00
Cruceta para reserva	\$ 800,00	\$ 1 000,00	\$ 1 200,00
Postes metálicos	\$ 120 000,00	\$ 150 000,00	\$ 180 000,00
Mufa	\$ 5 600,00	\$ 7 000,00	\$ 8 400,00
Herraje de paso	\$ 8 000,00	\$ 10 000,00	\$ 12 000,00
Cordón mono fibra	\$ 768,00	\$ 960,00	\$ 1 152,00
Acopladores	\$ 768,00	\$ 960,00	\$ 1 152,00
Distribuidores ópticos	\$ 1 200,00	\$ 1 500,00	\$ 1 800,00
Equipos PON	\$ 200 000,00	\$ 250 000,00	\$ 300 000,00
Transporte	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Agregadores de tráfico 48 puertos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Interfaces 10 Gbps	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Distribuidores ópticos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Cordón de fibra	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Interfaces 100Gbps	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Núcleo de red			
Tarjetas STM-1	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Servicios	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Equipos CDN	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Total inversiones equipos	\$ 8 775 486,00	\$ 10 776 400,00	\$ 12 795 274,00

Fuente: elaboración propia.

2.6. Inversiones en obras físicas necesarias para el proyecto

Se especifican los trabajos de obra civil que conlleva el proyecto.

2.6.1. Acceso móvil

El primer año se ubicarán las portadoras en sitios existentes, es necesario realizar adecuaciones mínimas en los sitios, se estima una inversión promedio

de dos mil dólares por sitio. En los años siguientes se buscarán sitios nuevos por lo que la inversión se estima en quince mil dólares por sitio.

2.6.2. Acceso fijo

Se estima que se deberá canalizar al menos diez mil metros de trabajos de canalización en áreas donde no es permitido colocar cableado utilizando postes, o que causa impacto visual, para realizar esta canalización se necesitan los siguientes materiales:

- 10 000 metros de canalización de 4 vías
- 5 000 metros cúbicos de restauración de asfalto
- 5 000 metros cúbicos de restauración de concreto

Los gastos de obra civil se muestran a continuación:

Tabla XX. **Obra civil**

Obra civil	Precio	Año 1		Año 2	
		Cant.	Costo	Cant.	Costo
Sitios		653		783	
Adecuaciones sitios existentes	\$ 2 000,00	653	\$ 1 306 000,00	0	\$ 0,00
Adecuaciones sitios nuevos	\$ 15 000,00		\$ 0,00	130	\$ 1 950 000,00
Canalización 4 vías (metros ⁹)	\$ 40,00	10 000	\$ 400 000,00	10 000	\$ 400 000,00
Restauración de asfalto (metros cúbicos)	\$ 100,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
Restauración de concreto (metros cúbicos)	\$ 100,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
Total obra civil			\$ 2 706 000,00		\$ 3 350 000,00

Año 3	Año 4		Año 5		
Cantidad	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo
939		1 126		1 351	
0	\$ 0,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
156	\$ 2 340 000,00	187	\$ 2 805 000,00	225	\$ 3 375 000,00

Continuación de la tabla XX.

10 000	\$ 400 000,00	10 000	\$ 400 000,00	10 000	\$ 400 000,00
5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
	\$ 3 740 000,00		\$ 4 205 000,00		\$ 4 775 000,00
	\$ 112 200,00		\$ 126 150,00		\$ 143 250,00

Fuente: elaboración propia.

Para realizar estas obras es necesario conseguir las licencias respectivas las cuales se estiman en tres por ciento de los gastos de canalización.

2.7. Diseño de planta

Conociendo los equipos necesarios para la solución se procede a realizar un diseño de distribución de equipos, aunque existen ya equipos instalados, el interés es mostrar cómo se realiza esta tarea. La cual también es de utilidad para el cálculo de gastos por energía en el emplazamiento principal.

2.7.1. Distribución de equipos

Se utilizarán gabinetes estándar con dimensiones de 600 mm de ancho por 1200 mm de profundidad y como máximo 2 000 mm de altura, como se muestra en la figura 15.

Se listan los equipos a continuación:

- En la capa de servicios:

- 2 CDN
- 1 servicio de mensajes cortos (existente)
- 1 servicio de buzón de voz (existente)

- Capa de núcleo de red (todos los equipos instalados actualmente)
 - 2 IMS
 - 2 UDB
 - 1 MSC Server
 - 1 Media Gateway
 - 2 núcleo de paquetes
 - 1 DPI (*Deep Packet Inspector*)

Figura 15. **Gabinete para instalación de equipo**

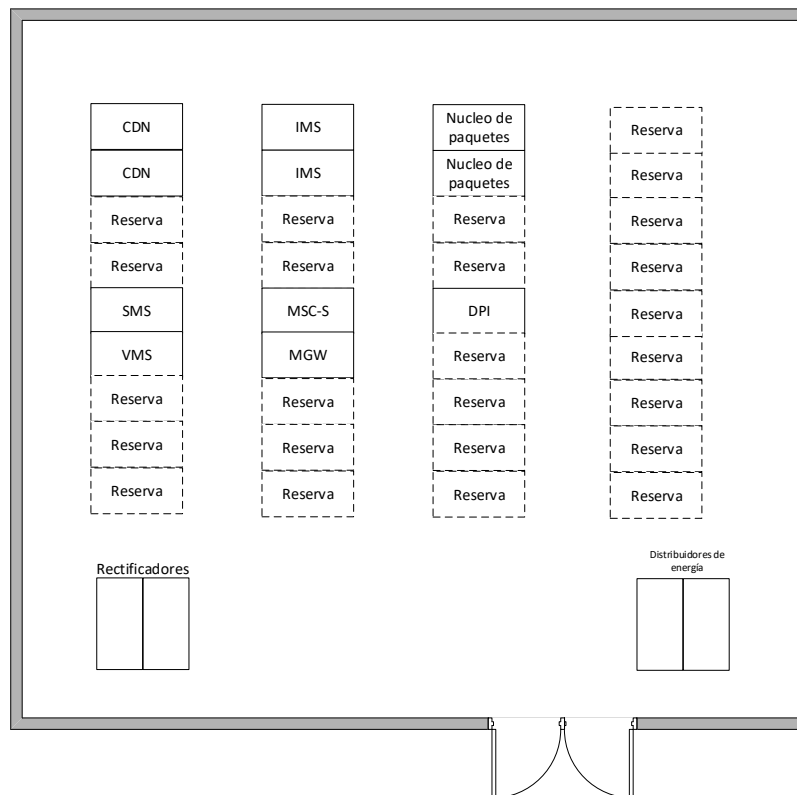


Fuente: Huawei. *SEQ Analyst Solution Description*. p. 63.

- Capa de transporte
 - 2 equipos de ruteo de datos (existentes)
 - 2 agregadores

- Energía
 - 2 equipos de rectificación de energía
 - 2 distribuidores de energía, PDF, por sus siglas en inglés

Figura 16. **Diseño de planta**



Fuente: elaboración propia.

En la imagen anterior se muestra el diseño de planta propuesto, se dejan espacios de reserva para crecimientos de equipos; se utilizará piso falso, por lo que el cableado tanto de energía como de información y tráfico será subterráneo al igual que la inyección del piso falso. Las dimensiones de la sala son de 10 metros de largo por 9,15 metros de ancho. La puerta tiene 1,80 metros para permitir el acceso de nuevos equipos.

Se deben dejar espacios entre filas o hacia las paredes de al menos 90 centímetros, bien sea entre filas de equipos o desde las paredes, para realizar las tareas de operación y mantenimiento.

2.7.2. Energía

La energía de los equipos de telecomunicaciones generalmente se realiza en voltaje de -48 voltios, y el proveedor de los equipos debe proporcionar las especificaciones de consumo para colocar los fusibles adecuados en el bastidor de distribución de energía, también, realizar el tiraje de energía con un cableado adecuado. Por lo tanto, esta información se obtiene cuando el proveedor de equipos ha sido seleccionado después de un proceso de realizar un proceso de compras, por lo que se utilizará en este cálculo un valor promedio en los equipos actuales, 1 500 watts por bastidor.

Por motivos de redundancia cada bastidor cuenta con al menos dos fuentes: una se alimenta del distribuidor lado A y la redundancia del distribuidor lado B.

Se sabe que:

$$P=V*I$$

Donde:

- P= potencia
- V= voltaje
- I = corriente

Conociendo P = 1 500 watts, y V= -48 voltios, se obtiene que la corriente es de 31,25 Amperios, por lo que es recomendable colocar un fusible de 40 amperios, ya con esto Se procede al cálculo del conductor a utilizar para energizar los bastidores.

Para el cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$s = \frac{2 \cdot I \cdot L}{K \cdot e^p}$$

Donde:

- s= sección en milímetros
- I= es la corriente
- que es de 31,25 amperios
- L= longitud del conductor, se utilizarán 20 metros
- K=57 para el alambre de cobre
- e^p=caída de voltaje permitida, se utilizará 0,5 voltios

Se tiene como resultado que la sección es de 43,86 mm, lo cual corresponde a un cable AWG 1/0.

En cuanto al consumo se tienen 11 bastidores con un consumo de 1 500 watts, lo que da un total de 16 500 watts.

Adicionalmente, se conoce que la eficiencia de los rectificadores es de un 80 % aproximadamente; por lo que el consumo de los equipos de 20 625 watts.

2.7.3. Iluminación

Se cuenta con los siguientes parámetros de entrada:

- Largo de la sala 10 metros
- Ancho de la sala 9,15 metros
- Alto de la sala 3,50 metros
- Color de las paredes: gris claro
- Color del piso: blanco
- Color del cielo: blanco
- Em = iluminancia requerida = 1 000 lux
- Radiación: directa

- Cálculo de niveles de reflexión

- ρ_1 (techo) = 0,7 a 0,85
- ρ_2 (paredes) = 0,4 a 0,5
- ρ_3 (piso) = 0,7 a 0,85

- Cálculo de altura

Altura de plano de trabajo sobre el nivel del suelo = 0,90 metros

$$h^1 = \text{altura} - \text{altura de plano de trabajo}$$

$$\text{Entonces } h^1 = 3,50 \text{ metros} - 0,90 \text{ metros} = 2,60 \text{ metros}$$

$$\text{altura óptima} = 4/5 * h^1$$

$$\text{altura óptima} = 4/5 * 2,60 \text{ metros} = 2,08 \text{ metros}$$

La altura óptima de las luminarias es a 2,08 metros sobre el plano de trabajo y a 2,98 metros sobre el nivel del suelo. Al ser la altura menor de 4 metros el tipo de luminaria a seleccionar es extensiva.

- Distancia entre luminaria

Al ser tipo extensiva, se tiene que:

$$D \leq 1,6 * h$$

De donde la distancia entre luminarias es de:

$$D \leq 1,6 * 2,08$$

La distancia entre luminarias es $D \leq 2,20$ metros

- Cálculo del índice del local

Para luminarias tipo directas se tiene que:

$$K = \frac{a * b}{h(a + b)}$$

De donde K, índice del local es igual a 1,365

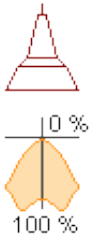
- Cálculo de factor de utilización

Utilizando el índice del local y los niveles de reflectancia, que se han calculado se obtiene factor de utilización.

Al utilizar el factor de reflexión del techo de 0,8 y de paredes de 0,5 se obtiene 0,88 como factor de utilización, si se utiliza de índice de local 1,5 de la tabla XXI. En la misma tabla al utilizar 1,25 como índice de local se obtiene 0,85. El valor de índice de local es de 1,365 y para obtener el dato para este valor es necesario realizar una interpolación de la cual se obtiene el factor de 0,864 que es el factor de utilización para este índice y es el que se utilizará en cálculos posteriores.

A continuación, se muestra la tabla de factor de utilización de iluminación:

Tabla XXI. Factor de utilización iluminación

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)																								
		Factor de reflexión del techo																								
		0.8			0.7			0.5			0.3			0												
		Factor de reflexión de las paredes																								
												0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0			
	0.6	.66	.62	.60	.66	.62	.60	.65	.62	.59	.62	.59	.58													
	0.8	.75	.71	.68	.75	.71	.68	.74	.71	.68	.70	.68	.67													
	1.0	.80	.76	.73	.80	.76	.73	.79	.76	.73	.76	.73	.72													
	1.25	.85	.81	.80	.85	.81	.80	.84	.81	.78	.80	.78	.77													
	1.5	.88	.86	.82	.88	.85	.82	.88	.84	.82	.84	.82	.81													
	2.0	.94	.90	.88	.93	.90	.88	.92	.89	.87	.88	.87	.85													
	2.5	.96	.93	.92	.96	.93	.91	.94	.92	.90	.91	.89	.88													
	3.0	.99	.95	.94	.98	.95	.93	.96	.94	.92	.93	.91	.89													
	$D_{max} = 0.7 H_m$	4.0	1.01	.99	.96	1.00	.98	.96	.98	.97	.95	.95	.94	.92												
	f_m	.70	.75	.80	5.0	1.02	1.01	.99	1.01	1.00	.98	1.00	.98	.97	.97	.96	.94									

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Fuente: Iluminación interior. <https://recursos.citcea.upc.edu/illum/interior/iluint3.html>. Consulta: 21 de octubre de 2019.

- Cálculo de rendimiento total

$\eta = \text{rendimiento total} = \text{factor de utilización} * \text{rendimiento luminaria}$

rendimiento total = 0,864 * ,9

Rendimiento total = 0,7776

El 0,9 de la luminaria es dado por el fabricante, y se puede observar en las especificaciones de luminaria en la figura siguiente.

Figura 17. **Luminarias led**



Fuente: Ecoluxlite.

https://www.ecoluxlite.com/home/phocadownloadpap/especializados/industrial_reducido.pdf.

Consulta: 21 de octubre de 2019.

- Factor de conservación

Es un factor de mantenimiento; en este caso, se aplica uno de buen mantenimiento:

$$F_c = 0,75$$

- Cálculo de flujo total de iluminación

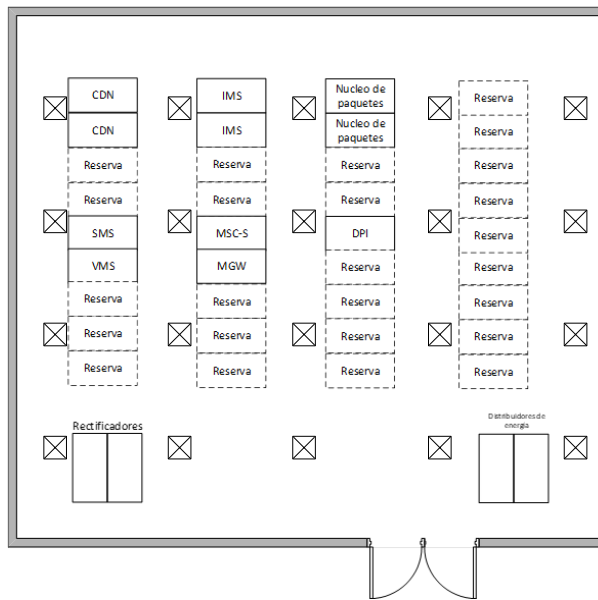
$$\text{Flujo total} = \Phi_t = \frac{E_m * S}{\eta * f_c}$$

$$\text{Flujo total} = \Phi_t = \frac{1000 * 91,5}{0,7776 * 0,75} = 156\ 893 \text{ lm}$$

- Cálculo de luminarias

Se utilizarán luminarias led de 100 watts de potencia, las cuales se muestran en la figura anterior.

Figura 18. **Diseño de planta**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

$$\Phi_l = 9\ 000 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_l}$$

Donde N, es el número de luminarias, se tiene que:

$$N = \frac{156\,893}{9000} = 17,43$$

Se utilizarán 20 para hacer una distribución uniforme en la sala, la cual se muestran en la figura 18.

El consumo de la iluminación es de 2 000 watts, se calculan 10 horas de iluminación por día.

2.7.4. Aire acondicionado

Se tienen los siguientes parámetros de entrada:

- La sala no tiene ventanas, es tabicada con concreto. Y se encuentra aislada del exterior.
- La temperatura máxima en ciudad de Guatemala en verano es de 30 grados centígrados con una humedad de 70 %.
- La temperatura máxima en invierno es de 25 grados centígrados con una humedad de 75 %.
- Área de la sala 91,5 metros cuadrados, altura 3,5 metros.
- Carga térmica por bastidor 20,000 BTU.

- Se estiman dos personas en la sala en promedio, realizando trabajos, 600 BTU / h.
- Coeficiente K para el concreto 5,6.

Con esto se procede a calcular la suma de las cargas térmicas:

$$Q_r^o = Q_s^o + Q_l^o$$

Donde:

- Q_s es la carga térmica sensible
- Q_l es la carga térmica latente por ocupación del lugar (W)

- Cálculo de calor por área de la sala

$$\text{Temperatura de diseño} = 0,6T_{\text{max-verano}} + 0,4T_{\text{max-invierno}} =$$

$$0,6(30) + 0,4(25) = 28,1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ec}} = 28,1^{\circ}\text{C} = 82,58^{\circ}\text{F}$$

$$T_i = 21^{\circ}\text{C} = 69,8^{\circ}\text{F}$$

$$S = 91,5 \text{ m}^2 = 984,9 \text{ pie}^2$$

$$Q_{\text{str}} = K \cdot S \cdot (T_{\text{ec}} - T_i) =$$

$$Q_{\text{str}} = 5,6 \cdot 984,9 \cdot (82,58 - 69,8) =$$

$$= 70 474,5 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{\text{str}} = 70 474,5 \text{ BTU/h aproximadamente } 70 475 \text{ BTU/h}$$

- Cálculo de calor por iluminación

Para esto se utiliza el factor para iluminación para K que es de 3,4.

$$Q_{si} = 20 \text{ lamparas} * 100 \text{ watts} * 3,4 =$$

$$2\ 000 \text{ watts} * 3.4 = 6\ 800 \text{ BTU/h}$$

- Cálculo de calor por equipos

$$Q_{se} = 11 \text{ bastidores} * 20\ 000 \frac{\text{BTU}}{\text{bastidor(h)}} =$$

$$\text{Calor por equipos} = 220\ 000 \text{ BTU/h}$$

- Cálculo de calor por personal

$$Q_l = \text{número de personas} * 600 \text{ BTU/h}$$

$$Q_l = 2 * 600 \text{ BTU} = 1\ 200 \text{ BTU/h}$$

- Suma total de calor

Se muestra en la tabla, a continuación, al ser una sala aislada del exterior, se desprecia la transferencia a través de paredes y cielo.

Tabla XXII. **Suma total de calor**

Tipo de calor	BTU/h
Calor por volumen de la sala	70 475
Calor por personal	1 200
Calor por iluminación	6 800
Calor por equipos	220 000
Total	298 475
Factor de diseño +20 %	358 170

Fuente: elaboración propia.

Convirtiendo de BTU/h a toneladas, 1 tonelada es igual a 12 000 BTU/h, se tiene que se necesitan 30 toneladas de aire para acondicionar la sala.

Como: $1 \text{ BTU/h} = 0,2931 \text{ watts}$, entonces se necesitan 104 979,6 watts de energía.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO – LEGAL

3.1. Requisitos para operar como empresa en Guatemala

Para comercializar y operar en Guatemala es necesario cumplir con los requisitos y documentación necesaria, para la obtención de licencias o permisos de operación, y para la obtención recursos de numeración, frecuencias radioeléctricas, etc.

3.1.1. Requisitos de la Superintendencia de Administración Tributaria

Según el Registro Mercantil, en la Superintendencia de Administración Tributaria, SAT, es necesario realizar el trámite de registro de la sociedad, adjuntando los siguientes documentos:

- Testimonio de escritura pública
- Acta notarial de nombramiento de cada representante legal
- Documento de identidad de cada representante legal
- Boleto de ornato de un socio, notario o representante legal

Con este trámite se obtiene:

- NIT
- Autorización de libros contables y sociales
- Razón de inscripción
- Razón de inscripción del nombramiento

- Patente de sociedad
- Patente de empresa.

3.1.2. Registro Mercantil

Se debe realizar la inscripción de la empresa, para esto es necesario presentar el boleto de ornato del representante legal, el trámite se puede realizar en línea en la página Registro Mercantil.

3.1.3. Requisitos del Ministerio de Trabajo y Previsión Social

Se enumeran a continuación:

- Inscripción en el IGSS:
 - Debe completar el formulario DRPT-001, o lo puede realizar en línea en la página minegocio.gt.
 - Debe adjuntar una certificación contable, elaborada por un contador.
- Autorización de libros de salarios, para esto solo debe completar la solicitud, en las instalaciones del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.
- Inscripción de los contratos de trabajo, para esto deben cumplir con los requisitos del modelo de contrato laboral. Se realiza en las instalaciones del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

3.2. Requisitos para operar como empresa de telecomunicaciones en Guatemala

En Guatemala, los servicios de telecomunicaciones son normados a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, SIT.

3.2.1. Superintendencia de Telecomunicaciones

Según el artículo 23 de la Ley de telecomunicaciones es necesario el registro, textualmente dice:

Se establece el Registro de Telecomunicaciones, el cual será administrado por la Superintendencia. Todos los operadores de redes comerciales de telecomunicaciones, titulares de derechos de usufructo del espectro radioeléctrico, usuarios de bandas de reserva estatal y radioaficionados deberán inscribirse en el mismo antes de iniciar operaciones o ejercer sus respectivos derechos. La información contenida en este Registro será pública y por ende toda persona tendrá libre acceso al mismo. Solamente surtirá efectos frente a terceros lo inscrito en el mismo, pero el Registro no tendrá carácter constitutivo de derecho¹.

3.2.2. Requisitos para una empresa de telecomunicaciones

Según la Superintendencia de Telecomunicaciones, los requisitos para solicitar la inscripción como empresa para prestar servicios de telecomunicaciones son los siguientes:

- Fotocopia de patente de comercio.
- Fotocopia de patente de sociedad.

¹ Superintendencia de Telecomunicaciones. *Leyes y reglamentos*. <https://sit.gob.gt/gerencia-juridica/leyes-y-reglamentos/>. Consulta: 7 de octubre de 2019.

- Fotocopia de la razón del nombramiento del representante legal.
- Fotocopia de RTU de la empresa (ratificado).
- DPI original de representante legal.
- Si el trámite lo realiza una tercera persona deberá presentar carta de autorización.
- Descargar y llenar el formulario FOR-SIT-RCO-J-001.

3.2.3. Recursos esenciales de telecomunicaciones

Según el artículo 27 de la Ley de telecomunicaciones son recursos esenciales:

- Terminación en la red de una de las partes, de telecomunicaciones originadas en cualquier otra red comercial.
- Transferencia de telecomunicaciones originadas en la red de una de las partes a cualquier otra red comercial de telecomunicaciones seleccionada por el usuario final, implícita o explícitamente.
- Señalización.
- Datos necesarios para la facturación de los servicios prestados.
- Derechos de publicación de datos y registro de usuarios en las páginas blancas de todo directorio telefónico.

- Derecho de acceso a las bases de datos de los directorios públicos de los clientes de otras empresas de servicios de telecomunicaciones, con la única finalidad de su publicación en las páginas blancas de su directorio telefónico.
- Traspaso de identificación automática del número de identificación del usuario que origina la comunicación.

3.3. Aspectos legales a considerar para el servicio múltiple

Para todo proyecto es de suma importancia conocer el marco legal en el que se debe desempeñar, ya que se utiliza para conocer las leyes que regulan los productos o servicios a comercializar. Para el caso de estudio la implementación de la prestación del servicio múltiple está regido actualmente por la Ley de telecomunicaciones, de cable operadoras y por decretos municipales, los cuales se analizarán a continuación, realizando una síntesis de lo contenido en las normativas:

3.3.1. Ley de cableoperadoras

Creada por el decreto 41-92 tiene por objeto regular el uso y operación de estaciones terrenas que sean capaces de captar señales que provengan de satélites y su distribución por medio de cable, o cualquier otro medio conocido, y su utilización u operación por parte de personas individuales o jurídicas.

De interés para el proyecto, es el pago del arbitrio municipal de Q 2,00 en la capital y cabeceras departamentales, Q 1,00 en los municipios. Por concepto de utilización de la vía pública.

3.3.2. Ley de telecomunicaciones

Según el artículo 1 de la ley, la cual fue creada por el decreto 94-96, el objeto de esta ley es establecer un marco legal para desarrollar actividades de telecomunicaciones y normar el aprovechamiento y la explotación del espectro radioeléctrico; con la finalidad de apoyar y promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones, estimular las inversiones en el sector; fomentar la competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones; proteger los derechos de los usuarios y de las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones, y apoyar el uso racional y eficiente del espectro radioeléctrico.

Establece como requisito el registro en la Superintendencia de Telecomunicaciones, cualquier empresa que comercialice con esta clase de servicios, también, establece a la superintendencia como la administradora del espectro radioeléctrico y los recursos esenciales.

3.3.3. Reglamentos municipales

Según la página de la Municipalidad de Guatemala los siguientes reglamentos sirven de normativa para el uso de la vía pública y utilización de infraestructura municipal:

- Acuerdo COM 02-2002. Reglamento para el uso de la vía pública para la instalación de infraestructura aérea o subterránea para la transmisión de los servicios de información, comunicación y energía. De interés para este proyecto es el pago de licencia el 3 % del costo de la obra a realizar. Adicionalmente, de forma anual se debe pagar

Q 6,00 por metro instalado de forma aérea, Q 1,00 por metro de ducto, y Q 50,00 por poste instalado.

- Acuerdo COM 31-2008. Reglamento para la implementación, el uso y administración del poste único municipal, para la conducción de infraestructura aérea en los servicios de transmisión de datos, internet, telefonía y televisión por cable.
- Acuerdo COM 33-2003. Declaratoria de las vías públicas municipales preestablecidas como rutas de conducción subterránea.
- Acuerdo COM 001-2008. Modificar el Acuerdo COM 33-2003, que contiene: la declaratoria de las vías públicas municipales preestablecidas como rutas de conducción subterránea.

3.4. Leyes laborales en Guatemala

En materia laboral en Guatemala hasta el momento se tienen las siguientes leyes laborales:

- Decreto Número 42-92: Ley de bonificación anual para trabajadores del sector privado y público.
- Decreto Número 1441: Código de trabajo.
- Decreto Número 71-86: Ley de sindicalización y regulación de la huelga de los trabajadores del estado.

- Decreto Número 295: Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
- Decreto Número 48-99: Ley de servicio civil del organismo judicial.
- Decreto Número 1748: Ley de servicio civil.
- Decreto Número 37-2001: Decreto crea bonificación incentivo.
- Decreto Número 1-87: Ley de servicio municipal.
- Decreto Número 63-88: Ley de clases pasivas del estado.
- Acuerdo Gubernativo No. 1220-88: Reglamento de la ley de clases pasivas civiles del estado.
- Acuerdo Gubernativo No. 18-98 Reglamento de la ley del servicio civil.
- Decreto Número 59-95: Ley consolidación salarial.
- Decreto Ley Número 75-84: Ley orgánica del Instituto del Previsión Militar.
- Decreto 74-78: Reforma a la ley que regula el aguinaldo de los trabajadores del estado.
- Decreto Número 1485: Provisional de los trabajadores del estado.
- Decreto Número 11-73: Ley de salarios de la administración pública.

- Decreto Número 44-94: Ley orgánica del plan de prestaciones del empleado municipal.
- Decreto Número 44-86: Ley del servicio civil del organismo legislativo.
- Decreto Número 85-2005: Ley del programa de aporte económico del adulto mayor.
- Decreto Número 07-2007: Ley de regulación del ejercicio de enfermería.
- Decreto Número 32-2010: Ley para la maternidad saludable.
- Decreto Número 42-2010: Ley que promueve el turismo interno.
- Acuerdo Número 388-2010: Salarios mínimos para actividades agrícolas, no agrícolas y de la actividad.

3.4.1. Ministerio de Trabajo y Previsión Social

Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social sus funciones son:

- Formular la política laboral, salarial y de salud e higiene ocupacional del país. Es el encargado de definir el salario mínimo vigente en el país.
- Promover y armonizar las relaciones laborales entre los empleados y los trabajadores, prevenir los conflictos laborales e intervenir, de conformidad con la ley, en la solución extrajudicial de estos, y propiciar el arbitraje como mecanismo de solución de conflictos laborales, todo ello, de conformidad con la ley.

- Estudiar, discutir, y si fuere de beneficio para el país, recomendar la ratificación y velar por el conocimiento y la aplicación de los convenios internacionales de trabajo.
- Aprobar los estatutos, reconocer la personalidad jurídica e inscribir a las organizaciones sindicales y asociaciones solidarias de los trabajadores no estatales y administrar lo relativo al ejercicio de sus derechos laborales.
- En coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores, representar al Estado en los organismos internacionales relacionados con asuntos de su competencia y en los procesos de negociación de convenios internacionales sobre el trabajo, así como velar por la aplicación de los que estuvieren vigentes.
- Administrar, de forma descentralizada, sistemas de información actualizada sobre migración, oferta y demanda en el mercado laboral, para diseñar mecanismos que faciliten la movilidad e inserción de la fuerza laboral en el mercado de trabajo.
- Velar por el cumplimiento de la legislación laboral en relación con la mujer, el niño y otros grupos vulnerables de trabajadores.
- Diseñar la política correspondiente a la capacitación técnica y profesional de los trabajadores. La ejecución de los programas de capacitación será competencia de los órganos privados y oficiales correspondientes.
- Formular y velar por la ejecución de la política de previsión social, propiciando el mejoramiento de los sistemas de previsión social y prevención de accidentes de trabajo.

3.4.2. Código de trabajo

El Código de trabajo es la ley que regula y reglamenta los derechos y obligaciones de patronos y trabajadores en Guatemala y que además crea instituciones o medios para resolver sus conflictos, fue creado el Decreto 1441 del Congreso de la República de Guatemala.

3.5. Descripción de la organización

Es una empresa multinacional de telecomunicaciones, situada como la compañía de telecomunicaciones más importante de Europa y la quinta a nivel mundial. Es una de las mayores compañías de telecomunicaciones en el mundo por capital bursátil y por número de clientes.

3.5.1. Historia

Se realizará un listado de los principales hitos históricos de la compañía, en el mundo, Latinoamérica y Guatemala:

- Se constituye en Madrid la Compañía Nacional Telefónica de España (1924).
- El Estado español toma el 79,6 % de las acciones de la compañía (1945).
- La compañía es ya la primera empresa de España (100 000 accionistas, 32 000 empleados) (1960).
- Inicia de las comunicaciones por satélite (1967).

- Puesta en servicio de la 1ª red especial de transmisión de datos de Europa (1971).
- Instala el teléfono 10 millones (1978).
- Empieza a cotizar en la Bolsa de Nueva York (1987).
- Toma parte en la constitución de Hispasat (1989).
- Entra en Chile (CTC) y en Argentina (TASA) (1990), siendo sus primeras operaciones en Latinoamérica.
- Inicia operaciones en Perú (TdP) (1994).
- Gana el concurso para adquirir Telesp en Brasil (1998).
- Telefónica se privatiza por completo (1999).
- Lanza el servicio de acceso fijo de banda ancha ADSL (1999).
- Inicia operaciones en Guatemala (1999).
- Telefónica y Portugal Telecom crean Vivo en Brasil (2003).
- Adquisición de los activos de BellSouth en América Latina (2004).
- Telefónica y Bellsouth se fusionan en Latinoamérica, incluyendo Guatemala (2004).

- Nueva organización totalmente orientada al cliente (2014).
- Anunciada venta de centroamérica¹ (2019), que incluye Guatemala, la cual fue adquirida por América Móvil.

La fuente utilizada es la página de la empresa.

3.5.2. Misión

Queremos hacer nuestro mundo más humano, conectando la vida de las personas. Por una tecnología más humana.

Pensamos que son las personas las que dan sentido a la tecnología, y ofrecer conexiones de calidad es nuestra razón de ser. Conexiones que nos acercan. Conexiones seguras que podemos controlar. Conexiones que nos hacen más abiertos y que no dejan a nadie atrás.²

3.5.3. Visión

“Abrimos camino para seguir transformando posibilidades en realidad, con el fin de crear valor para empleados, clientes, accionistas, socios a nivel global y a toda la sociedad.”³

3.5.4. Organigrama

Se muestra a continuación el primer nivel del organigrama de la empresa de telecomunicaciones.

² Telefónica. *Misión*. www.telefonica.com/mision/. Consulta: 9 de octubre de 2019.

³ Telefónica Argentina. *Visión*. http://www.telefonica.com.ar/corporativo/acercadetelefonica/ar/about_telefonica/html/grupos/visi-on.shtml. Consulta: 9 de octubre de 2019.

Figura 19. Organigrama a nivel direcciones



Fuente: elaboración propia.

Las direcciones comerciales son B2B *Business to Business*, enfocada en la atención de clientes empresariales; B2H *Business to Home*, enfocada a servicios del hogar; y finalmente el comercio masivo atendido por B2C *Business to Customer*. Cada una de estas divisiones comerciales cuenta con su equipo de mercadeo y ventas.

Figura 20. Organigrama propuesto para el proyecto



Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior se muestra el organigrama propuesto para el funcionamiento del proyecto.

3.5.5. Proveedores

Los principales proveedores de equipos de telecomunicaciones de la empresa son:

- Ericsson: es una compañía multinacional sueca dedicada a ofrecer equipos y soluciones de telecomunicaciones.
- Nokia: compañía multinacional finlandesa que se dedica a brindar soluciones, servicios y equipos de telecomunicaciones.
- Huawei: compañía privada china, que provee soluciones personalizadas de telecomunicaciones.
- Cisco Systems: es una empresa global, de origen estadounidense, dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones.
- Juniper Networks: es una multinacional estadounidense dedicada a sistemas de redes y seguridad.

Para el desarrollo de la planta externa busca proveedores locales los cuales deben de completar el siguiente procedimiento:

Prerregistrarse en la plataforma en línea proporcionando los datos solicitados, así como aceptar las condiciones de suministro de bienes y

servicios de la empresa, la política de privacidad y la política de sostenibilidad en la cadena de suministro.

Cuando la preinscripción es aprobada, la empresa analizará la documentación remitida, si procede, se formalizará la inscripción en el catálogo. Así mismo, para formar parte del catálogo de proveedores necesitará firmar el contrato de acceso a la plataforma de compras y remitir la información que le soliciten desde la unidad encargada de gestionar su expediente, entre la que se encuentra el certificado anticorrupción.

3.5.6. Clientes

Como se ha explicado en la organización la empresa atiende a clientes de tipo:

- Personas individuales
- Hogar
- Grandes empresas
- Pequeñas y medianas empresas

3.5.7. Productos ofrecidos

Los productos que ofrece actualmente la empresa son los siguientes:

- Servicio de telefonía móvil.
- Servicio de telefonía fija.
- Servicio de telefonía fija corporativa.

- Correo empresarial.
- Servicios de transmisión de datos.
- Respaldo de información en la nube.
- Machine to machine: servicio de transmisión de datos móviles entre maquinas.
- Publicidad móvil.
- Datos patrocinados.
- Mobile Customer Relationship Management: servicio de relacionamiento con el cliente de forma móvil.
- Big data services, servicios de manejo de grandes volúmenes de información.
- Dúo: internet + teléfono fijo.
- Trio: internet + teléfono fijo + televisión por suscripción.

3.6. Reseña del proyecto

Este proyecto se orienta al desarrollo de un nuevo servicio de telecomunicaciones, el servicio múltiple, el cual ofrece de forma conjunta línea móvil, fija, internet y televisión por suscripción. Se realizará una breve descripción

de la solución técnica propuesta, situación actual, problema a resolver y beneficios y beneficiarios del proyecto.

3.6.1. Resumen técnico

Actualmente, la empresa carece de un desarrollo apropiado de red de acceso para prestar los servicios fijos. Por lo que en la capa de acceso se procederá a ampliar la red de fibra y de cobre para ser más accesible a los suscriptores. En cuanto al acceso móvil se crecerá para poder densificarlo y permitir a más usuarios acceder al servicio.

En la capa de transporte, se hace necesario la ampliación de capacidad, para poder cursar el tráfico agregado de los servicios de voz, internet y televisión.

En la capa de núcleo de red se hace necesario el crecimiento de dispositivos que permitan la interconexión con redes nacionales e internacionales.

En la capa de servicios es necesaria la introducción de servidores cabecera para el servicio de televisión por suscripción.

3.6.2. Situación actual

En la actualidad, la infraestructura de núcleo de red se encuentra instalada en 2 edificios, los controladores de estaciones base son 6 de tecnología 2G y 5 con tecnología 3G y se cuenta con un núcleo de paquetes con tecnología 2G/3G y 4G.

En cuanto al red de transporte se cuenta una red de fibra óptica en la ciudad, conocido como anillo metropolitano el cual está conformado por 10 nodos.

En la capa de acceso las bases celulares cuentan con tecnología 2G, 3G y 4G. Se cuenta con acceso fijo en las zonas más comerciales de la ciudad como lo son zonas 1, 9 y 10, lo que ha permitido captar clientes empresariales.

Se cuenta con salida a internet de forma directa, a través de un proveedor de transporte vía cable submarino.

Se cuenta con señal de televisión de suscripción la cual actualmente se ofrece sobre tecnología DTH. Y en la capa de servicios se cuenta con 1 SDP el cual cuenta con redundancia.

3.6.3. Identificación de la necesidad a satisfacer

La evolución global de los servicios de telecomunicaciones tiende a la reducción del número de empresas a través fusiones y absorciones, esto hace que las empresas amplíen su oferta a otros productos, que brindan la facilidad a los usuarios de adquirir paquetes. Guatemala no es la excepción a esta tendencia, y tanto empresas operadores de telecomunicaciones como empresas dedicadas a la distribución de señales de televisión por medio de cable o satélite piensan en diversificar su oferta para atraer nuevos clientes o retener a los existentes.

En Guatemala, ninguna empresa que ofrezca servicios de televisión por suscripción ofrece un paquete que incluya en la oferta el servicio de móvil, lo cual hace que el suscriptor en ocasiones tenga servicios dispersos con distinto proveedor, lo que genera pago de servicios por separado y tener distintos puntos de contacto cuando necesite realizar alguna gestión con el proveedor; esta es el espacio que trata de ocupar el servicio, que ofrece la agrupación de los servicios en una única factura y con un solo punto de contacto para los consumidores.

3.6.4. Beneficiarios y beneficios

Los usuarios y beneficios esperados son:

- Usuario: al poder acceder a un servicio de calidad a un mejor precio que comprar los servicios por separado.
- Compañía y accionistas: obtener beneficios financieros comercializando el servicio.
- El país: por tener fuentes de inversión y de trabajo, tanto en la empresa como en los proveedores.
- La ciudad de Guatemala: que obtendrá ingresos provenientes de la instalación de los servicios.

3.7. Cuadro de mando del servicio múltiple

Para construir el cuadro de mando es necesario conocer los indicadores clave.

3.7.1. Indicadores estadísticos del servicio

Los indicadores estadísticos tienen una gran importancia ya que nos muestran cómo se están comportando los servicios contenidos en el servicio múltiple. Los indicadores son propios de cada servicio y son independientes a la tecnología.

- Servicio de voz

- Tasa de establecimiento de llamadas: número de llamada exitosos por cada 100 intentos.
- Tiempo de establecimiento de llamada: tiempo en segundos utilizado para establecer la conexión para una llamada.
- Tasa de llamadas caídas: número de llamadas caídas por cada 100 llamadas establecidas.
- Servicio de mensajería de texto
 - Tasa de envío de mensajes: número de mensajes exitosos por cada 100 intentos de envío.
 - Tiempo de envío de mensajes: tiempo promedio utilizado para entregar un mensaje.
 - Tasa de recepción de mensajes: número de mensajes exitosos por cada 100 intentos de recepción.
 - Tiempo de recepción de mensajes: tiempo promedio utilizado para recibir un mensaje desde que fue enviado.
- Navegación por internet
 - Retardo de respuesta de la página: tiempo promedio de carga de página.

- Tasa de éxito de respuesta de la página: cargas exitosas por cada 100 intentos.
- Rendimiento de descarga de página: velocidad promedio de descarga de la página.
- Televisión por Internet IPTV
 - Tiempo de retraso de inicio de video: tiempo que toma iniciar la transmisión desde la solicitud.
 - Nivel de fluidez del video: nivel fluidez del receptor del video respecto a la transmisión.
 - Nivel de claridad del video. nivel de claridad recepción del video respecto a la transmisión.
- Velocidad de descarga del video: velocidad promedio en Mbps utilizado para descarga del video.
- Mensajería instantánea
 - Velocidad de subida/bajada: velocidad promedio en Mbps utilizado para subir o bajar contenido de la aplicación.
 - Tiempo de ida y vuelta RTT (*Round Trip Time*): tiempo que tarda un paquete enviado desde el emisor pasando por el destino y volviendo al mismo emisor.

- Tasa de pérdida de paquetes (subida/bajada): porcentaje de paquetes perdidos durante la transmisión o recepción.
- Tiempo de señalización por Mbps (subida/bajada).

3.7.2. Implementación del cuadro de mando

El objetivo del cuadro de mando del servicio es llegar a conocer la experiencia del cliente con el servicio, tomando como base por un lado los indicadores que son obtenidos de forma objetiva en la red a través de gestores de servicio o herramientas de monitoreo y por el otro las opiniones de los clientes las cuales son obtenidas a través de encuestas específicas en los puntos de contacto, como pueden ser:

- Alta del servicio
- Pago de factura
- Reclamo de funcionamiento
- Solicitudes de cambio al servicio
- Baja del servicio

Como primer paso para la construcción del cuadro de mando se ponderan los servicios, colocando pesos iniciales a cada servicio, como se muestra a continuación:

- Servicio de voz: 20 %
- Servicio de mensajería de texto: 20 %
- Servicio de navegación por internet: 20 %
- Servicio de televisión por internet: 20 %
- Servicio de mensajería instantánea: 20 %

Como segundo paso se ponderan los indicadores correspondientes a cada servicio, con valores iniciales, que también serán ajustados con las retroalimentaciones obtenidas de los clientes:

- Servicio de voz
 - Tasa de establecimiento de llamadas: 40 %
 - Tiempo de establecimiento de llamada: 20 %
 - Tasa de llamadas caídas: 40 %

- Servicio de mensajería de texto
 - Tasa de envío de mensajes: 25 %
 - Tiempo de envío de mensajes: 25 %
 - Tasa de recepción de mensajes: 25 %
 - Tiempo de recepción de mensajes: 25 %

- Navegación por internet
 - Retardo de respuesta de la página: 40 %
 - Tasa de éxito de respuesta de la página: 30 %
 - Rendimiento de descarga de página: 30 %

- Televisión por Internet IPTV
 - Tiempo de retraso de inicio de video: 25 %
 - Nivel de fluidez del video: 25 %
 - Nivel de claridad del video: 25 %
 - Velocidad de descarga del video: 25 %

- Mensajería instantánea
 - Velocidad de subida/bajada: 25 %
 - Tiempo de ida y vuelta RTT (*Round Trip Time*): 25 %
 - Tasa de pérdida de paquetes (subida/bajada): 25 %
 - Tiempo de señalización por Mbps (subida/bajada): 25 %

Con la ponderación subjetiva de los indicadores y los resultados objetivos de cada uno se procede a calcular, un indicador subjetivo de calidad y experiencia por cada servicio de la siguiente manera:

- Calidad de experiencia de voz

Calidad de voz = tasa de establecimiento * ponderación1 + tiempo de establecimiento * ponderación2 + tasa llamadas caídas * ponderación3

- Calidad de experiencia de mensajería de texto

Calidad de SMS = tasa de envío * ponderación1 + tiempo de envío * ponderación2 + tasa de recepción * ponderación3 + tiempo de recepción * ponderación4

- Calidad de experiencia de navegación por internet

Calidad de internet = retardo de respuesta * ponderación1 + tasa de éxito * ponderación2 + rendimiento de descarga * ponderación 3

- Calidad de experiencia de IPTV

Calidad IPTV = tiempo de retraso * ponderación1 + nivel de fluidez *
ponderación2 + nivel de claridad * ponderación3 + velocidad de descarga *
ponderación4

- Calidad de experiencia de mensajería instantánea

Calidad mensajería instantánea = velocidad de subida y bajada * ponderación1
+ RTT * ponderación2 + tasa de pérdida de paquetes * ponderación3 + tiempo
de señalización * ponderación4

Una vez calculados estos indicadores se procede a calcular el índice de
calidad de experiencia de la siguiente manera:

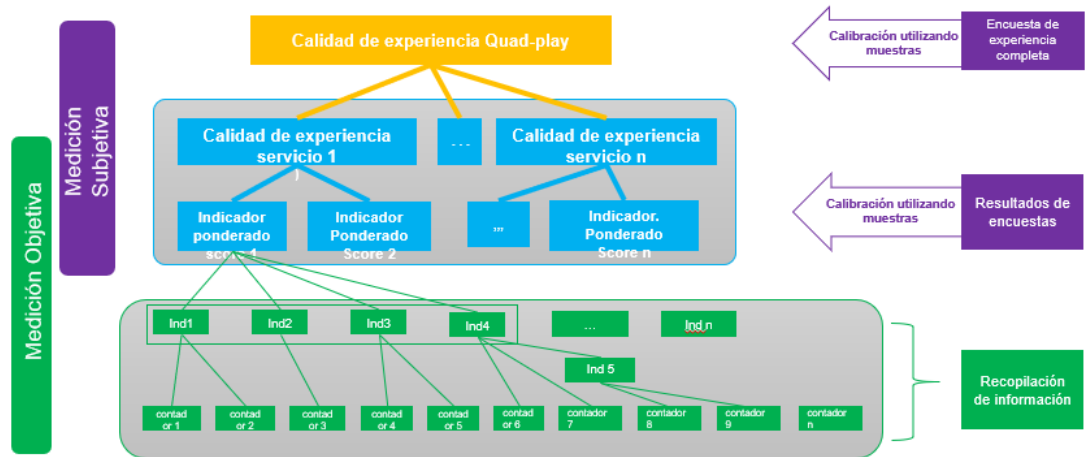
- Índice de calidad de experiencia de servicio múltiple

Índice de calidad de experiencia = calidad voz * ponderación voz + calidad SMS
* ponderación SMS + calidad internet * ponderación internet + calidad IPTV *
ponderación IPTV + calidad mensajería instantánea * ponderación mensajería
instantánea.

Este dato será el índice de calidad de experiencia inicial, este será ajustado
como ha mencionado con la información obtenida de los contactos con los
clientes y los datos provenientes de la red. La granularidad de tiempo de
actualización de los datos dependerá de las herramientas con que se cuente en
la empresa, pudiendo actualizarse en periodos desde una hora hasta semanales.

El proceso de cálculo del índice calidad se muestra en la figura a
continuación:

Figura 21. Cuadro de mando del servicio



Fuente: Huawei. *SEQ Analyst, technical white paper*. p. 22.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Perfil ambiental de la ciudad de Guatemala

La ciudad de Guatemala, como la mayoría de las grandes ciudades de Latinoamérica tiene sus fortalezas y debilidades en materia ambiental.

- Recursos forestales

Se muestra a continuación un mapa publicado por la municipalidad de Guatemala se pueden apreciar los llamados pulmones verdes de la ciudad, y forman parte del denominado cinturón ecológico metropolitano.

Figura 22. Cinturón ecológico metropolitano



Fuente: Soy502. <https://www.soy502.com/articulo/areas-verdes-expanden-capital>.

Consulta: 24 de octubre de 2019.

Debido a la topología del terreno en la ciudad se tienen varios barrancos los que conforman el llamado cinturón el cual sirve de albergue tanto para la flora y fauna.

- Recursos hídricos

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas, más del 85 % de los habitantes de la ciudad tienen acceso al agua potable.

Los ríos que cruzan la ciudad, como el río Las Vacas o el río Villalobos se consideran contaminados; este último desembocando en el lago de Amatitlán entrega gran cantidad de sedimentos debido a la deforestación de su cuenca, erosiona el suelo.

- Calidad del aire

Según el Informe anual de la calidad del aire 2017, elaborado por el Laboratorio de Monitoreo del Aire, del Departamento de Análisis Inorgánico de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de las seis estaciones donde se evaluó el dióxido de nitrógeno, el 31 % de las mediciones supera el valor de la recomendación de la OMS.

- Desechos solidos

Según el Waste-Atlas 2014 el vertedero de la zona 3, está listado dentro de los 50 más grandes del mundo y entre los 13 de América Latina, con un área de 19,3 hectáreas, recibe anualmente un promedio de 300.000 toneladas de uso

domiciliar, comercial, industrial y hospitalario. Un estimado de 6,3 a 9 millones de toneladas de basura se han acumulado desde su establecimiento en el año 1966.

- Contaminación auditiva

Esta normada por el acuerdo COM-02-2012 de la ciudad de Guatemala; en cuanto a la contaminación visual, existe una ley según el Decreto 34-2003, la cual norma los anuncios en las vías, aunque existen iniciativas de ley en proceso para ampliar la legislación.

4.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Su función es formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado; debe prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

4.2.1. Requisitos a cumplir en el estudio de impacto ambiental

Los documentos a adjuntar al estudio son los siguientes:

- Carta de presentación
 - Dirigida al Director de Gestión Ambiental y Recursos Naturales (debe ser firmada por el representante legal).
 - Nombre o razón social de la entidad.

- Nombre del propietario o representante legal.
- Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones.
- Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones.
- Documento foliado (de adelante hacia atrás).
- Dirección completa del proyecto.
- Copias de documentos debidamente autenticados
 - Constancia del registro tributario unificado RTU vigente.
 - Fotocopia del nombramiento del representante legal, si el proponente es persona jurídica.
 - Fotocopia del documento personal de identificación (DPI) del representante legal o propietario del proyecto.
 - Fotocopia de patente de comercio de empresa y patente de comercio de sociedad.
 - Fotocopia de la licencia de registro (consultor individual o empresa consultora) autorizada por el MARN.
 - Declaración jurada del consultor debidamente firmada.
 - Declaración jurada del proponente debidamente firmada.

- Certificación del Registro de la Propiedad del predio en donde se desarrollará el proyecto o actividad económica.
- Si la empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto, debe incluirse el contrato legal que aplique a su proyecto:
 - Contrato de arrendamiento
 - Contrato o promesa de compra venta
 - Unificación de bienes
 - Inmueble del estado
- Certificación de colegiado activo del consultor o consultores que participaron en la elaboración del instrumento de gestión ambiental.
- Tratamiento de aguas residuales, industriales o domésticas
 - Sistema de tratamiento de aguas residuales, industriales o domésticas firmado por un ingeniero sanitaria.
 - Memoria descriptiva del sistema de aguas negras, firmado por un ingeniero sanitaria.
- Copia digital del expediente
 - 2 copias digitales del instrumento completo en CD en un solo archivo en formato PDF, que incluya planos y edicto, y 1 CD con la publicación de prensa (edicto) en formato PDF. Se deberán

presentar tres CD cuando el proyecto se encuentre fuera del departamento de Guatemala.

- 1 copia digital que contenga la cuña radial en formato MP3, para todos los proyectos categoría A.
- Documentos originales
 - Publicación original en diario de mayor circulación del edicto de aviso público (cuando el proyecto se encuentre en el departamento de Guatemala) 2 x 4 pulgadas. Páginas completas.
 - Publicación original en diario de mayor circulación del edicto del aviso público a nivel nacional y regional (cuando el proyecto se encuentre fuera del departamento de Guatemala) 1 en idioma español y 1 en el idioma que predomine en el área donde se ubique el proyecto; sin embargo, cuando el proyecto abarque varios municipios, la publicación deberá llevarse a cabo en idioma español y el idioma que predomine en cada uno (cuando aplique) 2 x 4 pulgadas, páginas completas.
 - Fotocopia de factura de cancelación de la cuña radial para todos los proyectos categoría A.
- Presentación de planos obligatorios
 - Plano de ubicación y de localización (identificando colindancias, acceso al sitio y coordenadas geográficas).

- Plano de sistemas de tratamiento de aguas residuales-industriales o domésticas.
- Planos de conjunto y de planta (cuando se trate de urbanizaciones y edificaciones).
- Todos los planos en tamaño carta, oficio, doble carta (únicas opciones).
- Todos los planos timbrados, sellados y firmados por el profesional que los elaboró.
- Planos específicos según tipo de proyecto
 - Plano topográfico para la construcción de carreteras, urbanizaciones, lotificaciones, hidroeléctricas y otra categoría A (cuando aplique).
 - Plano de curvas de nivel, de planta de nichos, número de nichos superficiales o subterráneos; elevaciones, cortes principales e identificación de áreas verdes cuando se trate de cementerios (deberán localizarse como mínimo a 100 metros de la construcción más cercana).
 - Plano de instalaciones y estructura, cuando se trate de torres eléctricas y de telefonía celular.

Esta información se encuentra en la página del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

4.3. Evaluación ambiental inicial

Se le llama inicial ya que se realiza de forma previa al inicio del proyecto debe realizarse un análisis ya que se conoce que la implementación de cualquier tecnología de telecomunicaciones puede afectar al medioambiente; el impacto se deriva de la necesidad de construir, redes, tendidos de cable, canalizaciones, construcciones o adecuaciones para albergar las radio bases y los equipos de acceso fijo.

Los objetivos de esta evaluación son determinar los posibles efectos que un proyecto, en cualquiera de sus fases: implementación, operación o abandono, pueda tener sobre:

- La salud humana
- Sobre el entorno y la calidad de vida
- Sobre las demás especies y ecosistemas
- Sobre los recursos naturales
- Cambios en la sustentabilidad

El resultado de la evaluación es la valoración de los posibles impactos, esperados en magnitud y en tiempo. Por este motivo, se realizará el análisis en las distintas fases de vida del proyecto, construcción, operación y abandono.

4.3.1. Fase de construcción

Durante la fase de construcción de la red se identifican impactos, relacionados principalmente con la obra civil, también los hay de los trabajos de implementación de los equipos. Se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXIII. **Impacto ambiental en fase de construcción**

Riesgo	Impacto	Clasificación
Generación de excedentes en excavación	Contaminación del suelo (residuos no peligrosos)	Residuos sólidos
Generación de escombros	Contaminación del suelo (residuos no peligrosos)	Residuos sólidos
Emisiones atmosféricas	Partículas de material en el aire	Emisiones
Verter residuos sólidos y líquidos	Sedimentos a la red de drenajes	Residuos líquidos
Maquinaria generadora de ruido	Contaminación auditiva	Emisiones
Generación de humos contaminantes por soldadura	Contaminación atmosférica	Emisiones
Generación de polvo	Partículas de material en el aire	Emisiones
Tala o erradicación de flora	Alteración del paisaje	Recursos naturales
Fugas de combustible	Contaminación del suelo y agua	Residuos líquidos
Generación de residuos sólidos de cableado, fibra o equipo	Contaminación del suelo	Residuos sólidos
Residuos de equipo y material de trabajo: guantes, trapos, etc.	Contaminación del suelo	Residuos sólidos
Invasión del espacio público	Cierre parcial de la vía	Señalización
Canalización en área verde	Alteración del paisaje	Visual, natural

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Fase de operación

Durante la fase de operación, ya no se realizan trabajos de excavación en las vías públicas, pero si se opera la red, realizando instalaciones o atendiendo averías, lo que genera materiales de desecho que utilizados para resolver los inconvenientes. Se consideran los riesgos mostrados a continuación:

Tabla XXIV. Impacto ambiental en fase de operación

Riesgo	Impacto	Clasificación
Maquinaria generadora de ruido	Contaminación auditiva	Emisiones
Generación de polvo	Partículas de material en el aire	Emisiones
Fugas de combustible	Contaminación del suelo y agua	Residuos líquidos
Generación de residuos sólidos de cableado, fibra o equipo	Contaminación del suelo	Residuos sólidos
Residuos de equipo y material de trabajo: guantes, trapos, etc.	Contaminación del suelo	Residuos sólidos
Invasión del espacio público	Cierre parcial de la vía	Señalización
Generación de residuos orgánicos e inorgánicos	Contaminación del suelo (residuos no peligrosos)	Residuos sólidos
Tala o erradicación de flora	Alteración del paisaje	Recursos naturales

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Fase de abandono

El sitio de acceso debe ser devuelto a sus propietarios y reacondicionado de acuerdo a lo contratado; por lo que puede llevar tareas de desmontaje de equipos, demolición, desmontaje de torres y de cableado.

Tabla XXV. Impacto ambiental en fase de abandono

Riesgo	Impacto	Clasificación
Generación de escombros	Contaminación del suelo (residuos no peligrosos)	Residuos sólidos
Emisiones atmosféricas	Partículas de material en el aire	Emisiones
Verter residuos sólidos y líquidos	Sedimentos a la red de drenajes	Residuos líquidos
Maquinaria generadora de ruido	Contaminación auditiva	Emisiones
Generación de humos contaminantes por soldadura	Contaminación atmosférica	Emisiones
Generación de polvo	Partículas de material en el aire	Emisiones
Fugas de combustible	Contaminación del suelo y agua	Residuos líquidos
Generación de residuos sólidos de cableado, fibra o equipo	Contaminación del suelo	Residuos sólidos
Residuos de equipo y material de trabajo: guantes, trapos, etc.	Contaminación del suelo	Residuos sólidos

Fuente: elaboración propia.

4.4. Tipos de infraestructura de telecomunicaciones

Se puede clasificar de varias maneras, para este estudio se clasificará por su localización y por su utilidad.

4.4.1. Por ubicación

La localización es necesaria para alcanzar nuevas áreas de cobertura de servicio.

4.4.1.1. Bajo nivel del suelo

- Cableado subterráneo, ya sea de fibra o de cobre, para enlazar bien sea equipos de la capa de transporte o equipos de la capa de acceso.
- Ductos y canalización, establecen las vías para instalar el cable.
- Pozos de mantenimiento, cada cierta distancia se dejan pozos que sirven para la instalación y también para el mantenimiento del cableado.
- Sistemas de aterrizaje de equipos.
- Cimentaciones.

4.4.1.2. Sobre nivel del suelo

- Muros perimetrales, para protección de equipos y edificaciones
- Edificios, casetas de equipos y contenedores, para instalación de equipos
- Posteo, para realizar cableado
- Torres y mástiles, para instalación de antenas
- Antenas
- Sistemas de iluminación, y protección de descargas electro atmosféricas
- Sistemas de ventilación, aires acondicionados
- Equipos de energía, motores, rectificadores

4.4.2. De acuerdo al uso

La comunicación ha evolucionado, popularizando diversos medios, entre los que se pueden mencionar:

4.4.2.1. Radio

El espectro radio eléctrico es utilizado en la actualidad, para la comunicación de una radio base con un dispositivo móvil, o en la capa de transporte para alcanzar a algún punto de la red de acceso bien sea como acceso primario o redundante. Raramente, se utiliza en la actualidad para comunicar dos nodos de transporte.

Estos equipos son instalados normalmente en torres o estructuras de altura considerable con el fin de tener línea vista hacia el equipo receptor de la conexión.

4.4.2.2. Internet

El internet brinda servicios de información, comunicación e interacción; entre los servicios disponibles de internet en la actualidad se pueden mencionar, acceso remoto a otro computador, transferencia de archivos, correo electrónico y más recientemente los servicios en la nube: respaldos, juegos, servidores de computación, espacio en disco.

Adicionalmente, también puede catalogarse como un medio de transporte ya que al realizar una conexión privada virtual VPN. Esta puede ser usada como un medio de capa de transporte, llevando información entre dos puntos, incluso puede servir como transporte a los servicios de voz y de televisión, que conforman el servicio múltiple.

Al igual que todos los servicios utiliza todas las capas de infraestructura: Acceso, transporte, núcleo de red.

4.4.2.3. Telefonía

Los servicios de telefonía son servicios de voz o de texto, los servicios de voz se transportan por canales bien sea en una red conmutada o en una red IP. El tráfico de voz se conoce como plano de usuario, y todo el control de la llamada se concentra en enlaces de información conocidos como plano de señalización, que también es utilizado para la transmisión de los mensajes de texto.

Al igual que el servicio de internet ocupa todas las capas de servicios de una red.

4.5. Estudio de ruido

Se ocupa para establecer medidas y controles para minimizar los impactos generados por los incrementos de niveles de ruido, en las distintas fases del proyecto.

Como primer paso se identifican las actividades que generan ruido y que puedan superar el nivel de referencia de 85 dB que estipula el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016. Estas actividades se enumeran a continuación:

- Uso de taladro o martillos neumáticos
- Transporte de residuos o escombros
- Motor generador funcionando

Luego, se identifican las medidas de mitigación del ruido:

- Se debe garantizar el aislamiento del operario y de maquinaria generadora de ruido a fin de disminuir el ruido.
- El transporte y maquinaria utilizado en el proyecto no debe utilizar bocinas ni parlantes.
- Se trabajará únicamente en jornada diurna en áreas residenciales.
- En áreas cercanas a colegios, hospitales. Se trabajará por ciclos de 2 horas, dando descansos de igual duración y en horario diurno.

4.6. Estudio de emisiones a la atmosfera

Se identifican las actividades que provocan emisiones:

- Transporte de escombros
- Utilización de maquinaria como taladros
- Soldadura
- Motor generador funcionando

Para disminuir las emisiones se propone:

- Los vehículos de transporte y maquinaria pesada se deben conducir a una velocidad no mayor de 20 kilómetros por hora.
- En tiempo de verano si se trabajara en perforación se debe humedecer el área.
- Trabajos de soldadura, únicamente estrictamente necesarios y ventilar el área.

- Motores generadores en buen estado y utilizarlo en casos especiales.

4.7. Medidas de mitigación

La propuesta de mitigación de efectos es la siguiente:

- Para los desechos sólidos
 - Todos los residuos sólidos se deben de gestionar en todas sus etapas desde la recogida, almacenamiento, clasificación transporte y tratamiento o disposición final. Los residuos clasificados como peligros se separarán en la fuente.
 - En el caso de material excavado deba permanecer por largo tiempo en la obra, más de 12 horas; este debe ser cubierto con plásticos para evitar la erosión por agua o por viento.
 - Los sobrantes de instalación de fibra o cobre deben ser catalogados como retazos y entregados a bodega.
 - La recogida de los equipos se realizará en forma separada y se hará de forma que se puedan dar las condiciones óptimas para su reutilización.
- Para los residuos líquidos
 - El proveedor debe tomar las medidas necesarias para que ninguno de los residuos sólidos avance por los drenajes o cursos de agua.

- Se deben instalar mallas sintéticas en las alcantarillas cercanas al área de trabajo.
- No es permitido verter residuos líquidos a las calles drenajes o cursos de agua.
- El lavado de los vehículos y maquinaria no se hará en las cercanías de la obra, sino en lugares adecuados para ese efecto.
- Cuando la obra se demore por más de 3 días en el mismo sitio se deben proveer baños portátiles.
- Para residuos líquidos (combustible)
 - No es permitido abastecer combustible, o realizar cambios de aceite o reparaciones a los vehículos en las cercanías de las obras, debe realizarse en un lugar adecuado.
 - Mantener en los frentes de trabajo material adecuado, que incluye una pala y un recipiente para almacenaje de sustancias peligrosas.
 - Se debe impermeabilizar el área donde se almacene temporalmente la sustancia riesgosa y debe estar alejada de los cuerpos de agua o drenajes.
- Trabajos en áreas verdes
 - Para el depósito de los escombros deben poseerse lugares aprobados para tal efecto.

- En los casos en donde se requiera cortar o podar arboles debe contarse con los permisos de la autoridad respectiva y determinar el tipo de tratamiento a efectuar: poda, traslado o tala.
- Previo a los trabajos debe realizarse una evaluación inicial de los trabajos y de ser necesario contar con una persona experta en el tema para determinar el tratamiento que se le dará a la vegetación para mitigar el impacto.
- El material de cobertura vegetal debe almacenarse de manera adecuada, para su posterior uso en actividades de revegetación.
- En el caso de canalizaciones en zonas verdes, la tierra excedente de la excavación debe ser colocado a un costado de la zanja, la capa de césped se ubicará al otro costado.
- Se debe realizar una evaluación posterior a los trabajos para garantizar que el impacto ha sido mitigado o tomar las acciones pertinentes.
- Señalización de obra
 - Cuando se realicen trabajos de excavación, se debe aislar completamente el área y colocar avisos preventivos e informativos.
 - No se permite como señalización en horario nocturno, aceites usados como antorchas o mecheros.

- La obra estará delimitada de tal forma que permitirá el tránsito peatonal, con senderos y caminos definidos de acuerdo al tráfico esperado.
- Para la ubicación de materiales, se deberán utilizar espacios que no interfieran con el tránsito de personas y de vehículos.
- Ubicar y mantener adecuadamente la señalización de la obra.

4.7.1. Programas de seguridad e higiene industrial

Adicional a lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016, se tendrán programas para impulsar la seguridad e higiene en el trabajo, los cuales tendrán las siguientes actividades:

- Capacitaciones

Cada trabajador involucrado en el proyecto tanto de la empresa como de los proveedores deberá recibir información de los riesgos asociados al puesto de trabajo; entre la que se pueden mencionar:

- Riesgos en montaje e instalación.
- Riesgo eléctrico.
- Manejo y utilización de herramientas eléctricas de mano.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Normas sobre equipos de protección individual
 - Casco de seguridad
 - Calzado de seguridad
 - chaleco reflectante
 - Guantes categoría II para operaciones precisas
 - Guantes categoría II de resistencia mecánica
 - Gafas de protección de proyección en partículas
 - Protectores auditivos
 - Arnés, para trabajos en altura

- Inspecciones en áreas de trabajo

Se realizarán visitas de revisión de cumplimiento de las normas de seguridad e higiene de forma periódica, para garantizar el cumplimiento de estas.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

En este estudio se ordenará y sintetizará toda la información concerniente a los ingresos o egresos del proyecto.

5.1.1. Costos de inversión

Son los costos en que se incurre para la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en producción.

5.1.2. Inversiones en equipos

Previamente, en el estudio técnico, se ha consolidado el detalle de los equipos necesarios para poner en funcionamiento el proyecto y se muestran a continuación, ya efectuando el cambio a quetzales, se utilizará la siguiente tasa de cambio:

1 dólar = 7,69684922 quetzales

Tasa que corresponde al promedio del tipo de cambio diario, del año en curso. Según el banco de Guatemala. Los servicios de instalación se consideran un 20 % del monto de la inversión.

Tabla XXVI. **Inversiones en equipos en quetzales**

Equipo/material	Inversiones año 0	Inversiones año 1	Inversiones año 2
Total inversiones equipos	\$ 4 501 290,00	\$ 21 123 120,00	\$ 7 007 692,00
Inversiones en equipos	Q 34 645 750,40	Q 162 581 469,59	Q 53 937 148,67

Continuación de la tabla XXVI.

Servicios de instalación	Q 6 929 150,08	Q 32 516 293,92	Q 10 787 429,73
--------------------------	----------------	-----------------	-----------------

Inversiones año 3	Inversiones año 4	Inversiones año 5
\$ 8 775 486,00	\$ 10 776 400,00	\$ 12 795 274,00
Q 67 543 592,53	Q 82 944 325,88	Q 98 483 294,64
Q 13 508 718,51	Q 16 588 865,18	Q 19 696 658,93

Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Inversiones en obras físicas

Pasando a quetzales, los costos estimados de las adecuaciones y construcciones principalmente de acceso se obtiene:

Tabla XXVII. Inversiones en obras físicas

Obra civil	Precio	Año 1		Año 2	
		Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Sitios		653		783	
Adecuaciones sitios existentes	\$ 2 000,00	653	\$ 1 306 000,00	0	\$ 0,00
Adecuaciones sitios nuevos	\$ 15 000,00		\$ 0,00	130	\$ 1 950 000,00
Canalización 4 vías (mts.)	\$ 40,00	10 000	\$ 400 000,00	10 000	\$ 400 000,00
Restauración de asfalto (metros cúbicos)	\$ 100,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
Restauración de concreto (metros cúbicos)	\$ 100,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
Total obra civil			\$ 2 706 000,00		\$ 3 350 000,00
Permisos municipales			\$ 81 180,00		\$ 100 500,00
Total obra civil			Q 20 827 673,98		Q 25 784 444,87
Permisos municipales			Q 624 830,22		Q 773 533,35

Continuación de la tabla XXVII.

Año 3		Año 4		Año 5	
Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
939		1 126		1 351	
0	\$ 0,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
156	\$ 2 340 000,00	187	\$ 2 805 000,00	225	\$ 3 375 000,00
10 000	\$ 400 000,00	10 000	\$ 400 000,00	10 000	\$ 400 000,00
5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00	5 000	\$ 500 000,00
	\$ 3 740 000,00		\$ 4 205 000,00		\$ 4 775 000,00
	\$ 112 200,00		\$ 126 150,00		\$ 143 250,00
	\$ 28 786 216,06		\$ 32 365 250,95		\$ 36 752 455,00
	\$ 863 586,48		\$ 970 957,53		\$ 1 102 573,65

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se incluye el cálculo de los permisos municipales.

5.1.4. Capacitación de personal

Se tienen planeadas capacitaciones al personal técnico y comercial. El primer año del proyecto se capacitará en implementación y operación de los equipos. Adicionalmente se tiene el programa de seguridad e higiene industrial, el cual se programará anualmente.

Tabla XXVIII. Capacitación de personal

Capacitación	Año 0	Año 1 al Año 5
Programa de seguridad e higiene	Q 250,000.00	Q 250,000.00
Capacitación personal comercial	Q 50,000.00	Q 50,000.00
Curso de implementación	Q 250,000.00	
Curso de operación	Q 250,000.00	
Total Capacitación	Q 800,000.00	Q 300,000.00

Fuente: elaboración propia.

5.2. Cronograma de inversiones

Se muestra la programación de las distintas subtareas del proyecto y luego se procederá a elaborar el flujo de caja de inversión.

5.2.1. Cronograma de inversiones

Se presenta un cronograma para el primer año del proyecto, los permisos municipales se tramitan con antelación al igual que las compras de equipos en casa de los suscriptores; es decir, para el año 1 es necesario gestionarlos a finales del año 0.

Figura 23. Cronograma de inversión año 1

Cronograma de inversión	Año 0	Año 1											
	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Equipos de casa de cliente	1											2	
Equipos acceso fijo													
Equipos de transporte													
Equipos núcleo de red													
Equipos de servicios													
Adecuaciones sitios existentes													
Canalización y posteo													
Permisos municipales	1											2	

Fuente: elaboración propia.

Para los siguientes años del proyecto no se necesita inversión adicional a la inversión de acceso, ya que tanto el transporte, núcleo de red y servicios, se realizará en la fase inicial del proyecto. El pago de permisos municipales se continúa realizando de forma anticipada. Por lo descrito anteriormente se pueden planificar las tareas del proyecto de forma similar, como se muestra a continuación:

Figura 24. **Cronograma de inversión año 2 al 5**

Cronograma de inversión	Año 2 al año 5											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Equipos de casa de cliente												
Equipos acceso móvil												
Equipos acceso fijo												
Adecuaciones sitios nuevos												
Adecuaciones sitios existentes												
Canalización y posteo												
Permisos municipales												

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Flujo de caja de inversiones

Ya teniendo la planificación de actividades, es posible realizar el cálculo del flujo de efectivo a realizar para la inversión, para conocer en qué momento se deben realizar los pagos y el monto de estos; a manera de mejor visualización se omiten los meses que no tienen movimiento presupuestario.

Tabla XXIX. **Flujo de inversión año 0 y 1**

Años 0/1	Noviembre año 0	Enero
Equipos de casa de cliente	Q 34 645 750,40	
Equipos acceso móvil		
Equipos acceso fijo		Q 4 859 944,53
Equipos de transporte		Q 117 800 277,24
Equipos núcleo de red		Q 2 539 960,24
Equipos de servicios		Q 18 472 438,12
Adecuaciones sitios nuevos		
Adecuaciones sitios existentes		
Canalización y posteo		
Permisos municipales	Q 624 830,22	
Instalación de equipos	Q 6 929 150,08	Q 28 734 524,02
Adiestramiento de personal	Q 800 000,00	
Total por mes	Q 42 999 730,70	Q 172 407 144,15

Continuación de la tabla XXIX.

Marzo	Agosto	Noviembre
		Q 18 908 849,47
Q 10 052 085,07		
	Q 10 775 588,90	
		Q 773 533,35
		Q 3 781 769,89
		Q 300 000,00
Q 10 052 085,07	Q 10 775 588,90	Q 23 764 152,71

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Flujo de inversión año 2**

Año 2	Enero	Marzo
Equipos de casa de cliente		
Equipos acceso móvil		Q 25 815 232,27
Equipos acceso fijo	Q 2 915 966,72	
Adecuaciones sitios nuevos		
Canalización y posteo		
Permisos municipales		
Instalación de equipos	Q 583 193,34	Q 5 163 046,45
Adiestramiento de personal		
Total por mes	Q 3 499 160,06	Q 30 978 278,72

Julio	Agosto	Noviembre
		Q 25 205 949,68
Q 15 008 855,97		
	Q 10 775 588,90	

Continuación de la tabla XXX.

		Q 863 586,48
		Q 5 041 189,94
		Q 300 000,00
Q 15 008 855,97	Q 10 775 588,90	Q 31 410 726,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Flujo de inversión año 3

Año 3	Enero	Marzo
Equipos de casa de cliente		
Equipos acceso móvil		Q 30 978 278,72
Equipos acceso fijo	Q 3 887 955,63	
Adecuaciones sitios nuevos		
Adecuaciones sitios existentes		Q 0,00
Canalización y posteo		
Permisos municipales		
Instalación de equipos	Q 777 591,13	Q 6 195 655,74
Adiestramiento de personal		
Total por mes	Q 4 665 546,75	Q 37 173 934,46

Julio	Agosto	Noviembre
		Q 32 677 358,18
Q 18 010 627,16		
	Q 10 775 588,90	
		Q 970 957,53
		Q 6 535 471,64
		Q 300 000,00
Q 18 010 627,16	Q 10 775 588,90	Q 40 483 787,35

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Flujo de inversión año 4

Año 4	Enero	Marzo
Equipos de casa de cliente		
Equipos acceso móvil		Q 37 134 218,72
Equipos acceso fijo	Q 4 859 944,53	
Adecuaciones sitios nuevos		
Adecuaciones sitios existentes		Q 0,00
Canalización y posteo		
Permisos municipales		
Instalación de equipos	Q 971 988,91	Q 7 426 843,74
Adiestramiento de personal		
Total por mes	Q 5 831 933,44	Q 44 561 062,47

Julio	Agosto	Noviembre
		Q 40 950 162,63
Q 21 589 662,05		
	Q 10 775 588,90	
		Q 1 102 573,65
		Q 8 190 032,53
		Q 300 000,00
Q 21 589 662,05	Q 10 775 588,90	Q 50 542 768,80

Fuente: elaboración propia

Tabla XXXIII. Flujo de inversión año 5

Año 5	Enero	Marzo
Equipos de casa de cliente		
Equipos acceso móvil		Q 44 680 209,69
Equipos acceso fijo	Q 5 831 933,44	
Adecuaciones sitios nuevos		
Canalización y posteo		

Continuación de la tabla XXXIII.

Permisos municipales		
Instalación de equipos	Q 1 166 386,69	Q 8 936 041,94
Adiestramiento de personal		
Total por mes	Q 6 998 320,13	Q 53 616 251,63

Julio	Agosto	Noviembre
		Q 47 971 151,51
Q 25 976 866,10		
	Q 10 775 588,90	
		Q 9 594 230,30
		Q 300 000,00
Q 25 976 866,10	Q 10 775 588,90	Q 57 865 381,81

Fuente: elaboración propia.

5.3. Ingresos del servicio

Se tienen como entrada: precio del servicio, la cantidad de clientes esperados y la matriz de servicios adicionales, para los clientes nuevos se utilizará un promedio de 6 mensualidades en el año de entrada al servicio; con estos datos se calcula el ingreso esperado.

5.3.1. Ingresos por servicios básicos

Se muestran a continuación:

Tabla XXXIV. Ingresos por servicios básicos

Año	1	2
Suscriptores	23 691	36 621
Nuevos suscriptores	23 691	12 930
Ingresos TV básico	Q 17 341 812,00	Q 44 148 384,00
Ingresos Internet básico	Q 28 429 200,00	Q 72 374 400,00
Ingresos línea móvil básico	Q 21 321 900,00	Q 54 280 800,00
Ingresos línea fija	Q 7 107 300,00	Q 18 093 600,00
Total Ingresos	Q 74 200 212,00	Q 188 897 184,00

3	4	5
53 857	76 202	104 204
17 236	22 345	28 002
Q 66 229 896,00	Q 95 203 188,00	Q 132 057 192,00
Q 108 573 600,00	Q 156 070 800,00	Q 216 487 200,00
Q 81 430 200,00	Q 117 053 100,00	Q 162 365 400,00
Q 27 143 400,00	Q 39 017 700,00	Q 54 121 800,00
Q 283 377 096,00	Q 407 344 788,00	Q 565 031 592,00

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Ingresos por servicios adicionales

Según la mezcla de productos, de la oferta comercial se calculan los ingresos adicionales:

Tabla XXXV. Ingresos adicionales por paquetes

Año	1	2
Suscriptores	23 085	36 621
Nuevos suscriptores	23 085	13 536
Ingresos TV deportes	Q 2 217 477,60	Q 5 645 203,20
Ingresos TV cine	Q 1 108 738,80	Q 2 822 601,60

Continuación de la tabla XXXV.

Ingresos internet adicional	Q 1 707 457,75	Q 4 346 806,46
Ingresos por móvil adicional	Q 4 434 955,20	Q 11 290 406,40
Total Ingresos	Q 9 468 629,35	Q 24 105 017,66

3	4	5
53 857	76 202	104 204
17 236	22 345	28 002
Q 8 468 740,80	Q 12 173 522,40	Q 16 886 001,60
Q 4 234 370,40	Q 6 086 761,20	Q 8 443 000,80
Q 6 520 930,42	Q 9 373 612,25	Q 13 002 221,23
Q 16 937 481,60	Q 24 347 044,80	Q 33 772 003,20
Q 36 161 523,22	Q 51 980 940,65	Q 72 103 226,83

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se tienen los ingresos relacionados con el tráfico de voz. Se sabe que el tráfico en hora cargada corresponde al 15 % del total del día y que el precio promedio por minuto saliente es de Q 0,50:

$$402,75 \text{ ERL} * (60 \text{ min} / 1 \text{ ERL}) * (1 / 15 \%) * 0,5 \text{ Quetzal} / \text{min} * 30 \text{ días} / 1 \text{ mes} \\ * 12 \text{ meses} / \text{año} = \text{Q } 28\,997\,784 / \text{año}$$

Tabla XXXVI. Ingresos adicionales por tráfico de voz

Suscriptores	Tráfico internacional ERL	Ingresos por tráfico de voz internacional
23691	402,75	Q 28 997 784,00
36621	622,56	Q 44 824 104,00
53857	915,57	Q 65 920 968,00
76202	1 295,43	Q 93 271 248,00
104204	1 771,47	Q 127 545 696,00

Fuente: elaboración propia.

5.4. Costos fijos

Se aglomeran bajo esta categoría todos aquellos gastos que no dependen del nivel de producción o suscriptores.

5.4.1. Mantenimiento de red

Para el mantenimiento de red en la estructura propuesta para el proyecto se tienen:

- 6 personas de monitoreo: con perfil de técnicos en telecomunicaciones, sueldo Q 6 000,00.
- 2 personas de operaciones: con experiencia en equipos de video, sueldo de Q 10 000.00.
- Para todos los empleados debe considerarse un 5 % de incremento anual.

Realizando el cálculo de la planilla para estas personas se obtiene lo siguiente:

Tabla XXXVII. **Costos mantenimiento de red**

Puesto	Cantidad	Salario mensual	IGSS	IRTRA	INTECAP	Costo mensual
Monitoreo	6	Q6 000,00	Q640,20	Q60,00	Q60,00	Q6 760,20
Operaciones	2	Q10 000,00	Q1 067,00	Q100,00	Q100,00	Q11 267,00
Implementación	6	Q10 000,00	Q1 067,00	Q100,00	Q100,00	Q11 267,00
Total	8					

Continuación de la tabla XXXVII.

Bono 14	Aguinaldo	Costo anual/empleador	Costo total empleados	Costo total en dólares
Q 6 000,00	Q 6 000,00	Q 93 122,40	Q 558 734,40	\$ 71 632,62
Q 10 000,00	Q 10 000,00	Q 155 204,00	Q 310 408,00	\$ 39 795,90
Q 10 000,00	Q 10 000,00	Q 155 204,00	Q 931 224,00	\$ 119 387,69

Fuente: elaboración propia.

5.4.2. Rentas de emplazamientos de equipos

De los proyectos elaborados anteriormente se tiene como parámetro de entrada, que el precio promedio de arrendamiento de los sitios de acceso es de 400 dólares al mes. De donde se obtiene el costo de arrendamientos. Los dos sitios principales son propios.

Tabla XXXVIII. Costos arrendamientos

	Año 1	Año 2
Sitios	653	783
Renta mensual	Q 2 010 417,01	Q 2 410 653,17
Renta anual	Q 24 125 004,18	Q 28 927 838,09

Año 3	Año 4	Año 5
939	1 126	1 351
Q 2 890 936,57	Q 3 466 660,89	Q 4 159 377,32
Q 34 691 238,78	Q 41 599 930,64	Q 49 912 527,79

Fuente: elaboración propia.

5.4.3. Energía eléctrica

Del estudio técnico se tienen los datos de entrada para los emplazamientos fijos, y para los emplazamientos de acceso se conoce que el consumo en promedio por sitio es de 8 KW.

Tabla XXXIX. **Costos energía por sitio central**

Energía	Potencia KW	Horas	KW-h	Días	Costo por KW-h	Costo
Equipos	20 625	24	495	30	Q 1.30	Q 19 305,00
Iluminación	2	10	20	30	Q 1 30	Q 780,00
Ventilación	104,97	24	2519,51	30	Q 1 30	Q 98 260,91
Costo mes/sitio						Q 118 345,91
Costo año						Q 1 420 150,87

Fuente: elaboración propia.

Al ser dos emplazamientos el costo total es el doble: Q.2 840 301,74.

Para los sitios de acceso se tiene que el costo por sitio es de:

$$\text{Costo por sitio} = 80 \text{ KW} * 24\text{h} * \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} * \frac{\text{Q } 1.30}{\text{KWh}} = \text{Q } 7 488 / \text{mes.}$$

De donde obtiene el cálculo para la totalidad de sitios:

Tabla XL. **Costos energía por sitios de acceso**

Sitios	Año 1	Año 2
	653	783
Energía mensual	Q 4 889 664,00	Q 5 863 104,00
Energía anual	Q 58 675 968,00	Q 70 357 248,00

Continuación de la tabla XL.

Año 3	Año 4	Año 5
939	1 126	1 351
Q 7 031 232,00	Q 8 431 488,00	Q 10 116 288,00
Q 84 374 784,00	Q 101 177 856,00	Q 121 395 456,00

Fuente: elaboración propia.

5.4.4. Soporte técnico de red

El primer año los equipos cuentan con garantía, a partir del año 2 se estima el pago de un 5 % del precio base, por concepto de soporte técnico por parte del proveedor.

Tabla XLI. **Costos soporte técnico de red**

Equipo	Inversiones año 1	Inversiones año 2
Portadoras LTE	\$ 0,00	\$ 2 600 000,00
PON	\$ 250 000,00	\$ 150 000,00
Agregadores de tráfico 48 puertos	\$ 160 000,00	\$ 0,00
Interfaces 10 Gbps	\$ 100 000,00	\$ 0,00
Interfaces 100 Gbps	\$ 15 000 000,00	\$ 0,00
Tarjetas STM-1	\$ 330 000,00	\$ 0,00
CDN	\$ 2 400 000,00	\$ 0,00
Total inversiones equipos	\$ 18 240 000,00	\$ 2 750 000,00
Inversiones en equipos	Q 140 390 529,68	Q 21 166 335,34
Depreciación de equipos		Q 28 078 105,94

Inversiones año 3	Inversiones año 4	Inversiones año 5
\$ 3 120 000,00	\$ 3 740 000,00	\$ 4 500 000,00
\$ 200 000,00	\$ 250 000,00	\$ 300 000,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Continuación de la tabla XLI.

\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 3 320 000,00	\$ 3 990 000,00	\$ 4 800 000,00
Q 25 553 539,39	Q 30 710 428,37	Q 36 944 876,23
Q 32 311 373,00	Q 37 422 080,88	Q 43 564 166,56

Fuente: elaboración propia.

5.4.5. Publicidad del servicio múltiple

Los costos asociados a la publicidad de muestran en la siguiente tabla. Se ha definido una inversión alta en publicidad para el primer año (lanzamiento). Para los años siguientes, un esquema menor, prescindiendo de las pautas de televisión, excepto la pauta en las noticias.

Tabla XLII. Costos publicidad

Cantidad Medios	Medio	Descripción	Duración meses	Precio unitario	Cantidad	Precio
2	Radio		2	Q 70 000,00	1	Q 280 000,00
2	TV		2	Q 25 000,00	240	Q 24 000 000,00
1	TV noticias		2	Q 4 500,00	60	Q 540 000,00
5	Prensa		2	Q 2 500,00	1	Q 25 000,00
2	Vallas		2	Q 8 000,00	1	Q 32 000,00
1		Afiches	12	Q 1,50	400	Q 7 200,00
1		Unifoliales	3	Q 0,16	100 000	Q 48 000,00
Total						Q 24 932 200,00

Fuente: elaboración propia.

Para los años del dos al cinco el costo es de Q 932 200,00 al eliminar el costo de las pautas de TV.

5.4.6. Gastos administrativos

El personal trabajando para el proyecto de una forma administrativa será costeado bajo esta cuenta.

Tabla XLIII. Gastos administrativos

Puesto	Cantidad	Salario mensual	IGSS	IRTRA	INTECAP	Costo mensual
Mercadeo	1	Q 10 000,00	Q 1 067,00	Q 100,00	Q 100,00	Q 11 267,00
Supervisor de ventas	1	Q 10 000,00	Q 1 067,00	Q 100,00	Q 100,00	Q 11 267,00
Ventas	10	Q 4 000,00	Q 426,80	Q 40,00	Q 40,00	Q 4 506,80
Sistemas	1	Q 10 000,00	Q 1 067,00	Q 100,00	Q 100,00	Q 11 267,00
Total	13					

Bono 14	Aguinaldo	Costo anual/empleador	Costo total empleados	Costo total en dólares
Q 10 000,00	Q 10 000,00	Q 155 204,00	Q 155 204,00	\$ 19 897,95
Q 10 000,00	Q 10 000,00	Q 155 204,00	Q 155 204,00	\$ 19 897,95
Q 4 000,00	Q 4 000,00	Q 62 081,60	Q 620 816,00	\$ 79 591,79
Q 10 000,00	Q 10 000,00	Q 155 204,00	Q 155 204,00	\$ 19 897,95
		Q 527 693,60	Q 1 086 428,00	\$ 139 285,64

Fuente: elaboración propia.

5.5. Costos variables

Se agrupan bajo esta categoría todos los costos que puedan ser asociados a una unidad de servicios vendida.

5.5.1. Comisiones sobre ventas

En el plan comercial se ha establecido una comisión de Q 200,00 por servicio vendido; de tal manera que, los costos asociados son:

Tabla XLIV. **Comisiones sobre ventas**

Año	1	2
Suscriptores	23 691	36 621
Nuevos suscriptores	23 691	12 930
Comisiones	Q 4 738 200,00	Q 2 586 000,00

3	4	5
53 857	76 202	104 204
17 236	22 345	28 002
Q 3 447 200,00	Q 4 469 000,00	Q 5 600 400,00

Fuente: elaboración propia.

5.5.2. **Costo de renta de nuevas instalaciones**

Los costos de la instalación en casa del suscriptor, la cual tiene una tarifa de Q 400,00 por suscriptor.

Tabla XLV. **Costos de instalación**

Año	1	2
Suscriptores	23 691	36 621
Nuevos suscriptores	23 691	12 930
Costo Instalación	Q 9 476 400,00	Q 5 172 000,00

3	4	5
53 857	76 202	104 204
17 236	22 345	28 002
Q 6 894 400,00	Q 8 938 000,00	Q 11 200 800,00

Fuente: elaboración propia.

5.5.3. Costo operativo de contenido de televisión

El costo de contenidos televisivos en 3 dólares por suscriptor. Para los contenidos adicionales se tiene un costo de 2 dólares para el paquete deportes y 2 dólares para el paquete cine.

Tabla XLVI. **Costos de contenidos TV**

Año	1	2
Suscriptores	23 691	36 621
Nuevos suscriptores	23 691	12 930
Costos contenido TV	Q 3 282 228,99	Q 8 355 822,66
Costos TV deportes	Q 656 445,80	Q 1 671 164,53
Costos TV cine	Q 328 222,90	Q 835 582,27
Costos contenido TV	Q 4 266 897,68	Q 10 862 569,45

3	4	5
53 857	76 202	104 204
17 236	22 345	28 002
Q 12 535 119,42	Q 18 018 801,22	Q 24 994 040,03
Q 2 507 023,88	Q 3 603 760,24	Q 4 998 808,01
Q 1 253 511,94	Q 1 801 880,12	Q 2 499 404,00
Q 16 295 655,24	Q 23 424 441,58	Q 32 492 252,04

Fuente: elaboración propia.

5.5.4. Costo operativo de internet de banda ancha

El costo del tráfico que sale a internet tiene un precio de \$ 1 000,00 por Gbps. Con los tráficos estimados y el precio, se calcula el costo:

Tabla XLVII. **Costos de la salida a Internet**

Año	Tráfico voz móvil (Gbps)	Tráfico de voz fijo (Gbps)	Tráfico de internet Gbps	Tráfico IPTV Gbps	Total de tráfico en Gbps	Costo salida internet
1	0,29	3,85	28,92	57,84	90,90	Q 8 395 818,55
2	0,45	5,95	44,70	89,41	140,51	Q 12 978 006,04
3	0,66	8,75	65,74	131,49	206,64	Q 19 086 113,26
4	0,94	12,38	93,02	186,04	292,38	Q 27 004 862,69
5	1,28	16,93	127,20	254,40	399,82	Q 36 928 292,17

Fuente: elaboración propia.

5.5.5. Costo operativo de llamadas de voz

Como dato de entrada se tiene que el tráfico en hora cargada representa el 15 % del total del tráfico del día, el costo por minuto de interconexión es de Q 0,12 y el costo por minuto de interconexión de larga distancia es de Q 0,25.

Tabla XLVIII. **Costos de interconexión de voz**

Año	Suscriptores propios	Tráfico interno en la red	Tráfico nacional	Tráfico internacional
1	23 691	1 409,61	2 215,11	402,75
2	36 621	2 178,95	3 424,06	622,56
3	53 857	3 204,49	5 035,63	915,57
4	76 202	4 534,02	7 124,89	1 295,43
5	104 204	6 200,14	9 743,07	1 771,47

Costo por tráfico de voz nacional	Costo por tráfico de voz internacional	Costo por tráfico de voz
Q 38 277 074,88	Q 14 498 892,00	Q 52 775 966,88
Q 59 167 817,28	Q 22 412 052,00	Q 81 579 869,28

Continuación de la tabla XLVIII.

Q 87 015 677,76	Q 32 960 484,00	Q 119 976 161,76
Q 123 118 047,36	Q 46 635 624,00	Q 169 753 671,36
Q 168 360 318,72	Q 63 772 848,00	Q 232 133 166,72

Fuente: elaboración propia.

5.5.6. Costo operativo de atención de averías

Se estima una tasa de atención de reclamos de 30 llamadas al mes por cada mil suscriptores, con un precio de Q 7,00 por evento.

Las averías se estiman en una tasa de cinco por cada mil suscriptores, con un costo de reparación de Q 400,00 por evento.

Tabla XLIX. Costos de operativos de atención de averías

Año	1	2	3	4	5
Abonados	23 691	36 621	53 857	76 202	104 204
Nuevos abonados	23 691	12 930	17 236	22 345	28 002
Costo de reclamos	Q 59 701,32	Q 92 284,92	Q 135 719,64	Q 192 029,04	Q 262 594,08
Atención de averías	Q 568 584,00	Q 878 904,00	Q 1 292 568,00	Q 1 828 848,00	Q 2 500 896,00

Fuente: elaboración propia.

5.6. Depreciación de equipos

Se calculará sobre los activos adquiridos, la depreciación correspondiente para este tipo de equipo es del 20 %.

5.6.1. Equipos asociados al servicio

Se realizan los cálculos sobre la base mostrada a continuación y se empiezan a depreciar al año siguiente de la puesta en servicio.

Tabla L. Base instalada de equipos

Equipo/material	Cantidad año 0	Cantidad año 1	Cantidad año 2	Cantidad año 3	Cantidad año 4	Cantidad año 5
Portadoras LTE	0	0	130	156	187	225
Equipos PON		24	12	17	22	28
Agregadores de tráfico	20					
Interfaces 10 Gbps	200					
Interfaces 100Gbps	100					
Tarjetas STM-1	7					
Equipos CDN	2					

Fuente: elaboración propia.

5.6.2. Cálculo de depreciación de equipos

Conociendo los equipos, los montos de inversión y el porcentaje a aplicar, se procede a realizar el cálculo:

Tabla LI. **Cálculo de depreciación anual**

Equipo	Inversiones año 1	Inversiones año 2
Portadoras LTE	\$ 0,00	\$ 2 600 000,00
Equipos PON	\$ 250 000,00	\$ 150 000,00
Agregadores de tráfico 48 puertos	\$ 160 000,00	\$ 0,00
Interfaces 10 Gbps	\$ 100 000,00	\$ 0,00
Interfaces 100Gbps	\$ 15 000 000,00	\$ 0,00
Tarjetas STM-1	\$ 330 000,00	\$ 0,00
Equipos CDN	\$ 2 400 000,00	\$ 0,00
Total inversiones equipos	\$ 18 240 000,00	\$ 2 750 000,00
Inversiones en equipos	Q 140 390 529,68	Q 21 166 335,34
Depreciación de equipos		Q 28 078 105,94

Inversiones año 3	Inversiones año 4	Inversiones año 5
\$ 3 120 000,00	\$ 3 740 000,00	\$ 4 500 000,00
\$ 200 000,00	\$ 250 000,00	\$ 300 000,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 3 320 000,00	\$ 3 990 000,00	\$ 4 800 000,00
Q 25 553 539,39	Q 30 710 428,37	Q 36 944 876,23
Q 32 311 373,00	Q 37 422 080,88	Q 43 564 166,56

Fuente: elaboración propia.

5.7. Punto de equilibrio del servicio múltiple

Con los ingresos y costos obtenidos se procede a realizar el flujo de efectivo el cual se muestra en la siguiente tabla. Con esta clasificación de ingresos, gastos fijos y variables se realiza el cálculo del punto de equilibrio.

Tabla LII. Flujo de efectivo

Descripción/año	0	1	2
I. Desembolso de inversión			
Permisos municipales y trámites	Q 624 830,22	Q 773 533,35	Q 863 586,48
Equipo y materiales	Q 34 645 750,40	Q 162 581 469,59	Q 53 937 148,67
Servicios de instalación	Q 6 929 150,08	Q 32 516 293,92	Q 10 787 429,73
Trabajos de obra civil		Q 20 827 673,98	Q 25 784 444,87
Implementación de red		Q 931 224,00	Q 977 785,20
Adiestramiento de personal	Q 800 000,00	Q 300 000,00	Q 300 000,00
	Q 42 999 730,70	Q 217 930 194,83	Q 92 650 394,96
II Flujo de efectivo operativo			
Altas nuevas		23 691	12 930
Parque acumulado		23 691	36 621
Sitios		653	783
Ingresos TV básico		Q 17 341 812,00	Q 44 148 384,00
Ingresos TV deportes		Q 2 217 477,60	Q 5 645 203,20
Ingresos TV cine		Q 1 108 738,80	Q 2 822 601,60
Ingresos Internet básico		Q 28 429 200,00	Q 72 374 400,00
Ingresos internet adicional		Q 1 707 457,75	Q 4 346 806,46
Ingresos móvil básico		Q 21 321 900,00	Q 54 280 800,00
Ingresos móvil adicional		Q 4 434 955,20	Q 11 290 406,40
Ingresos línea fija		Q 7 107 300,00	Q 18 093 600,00
Ingresos larga distancia		Q 28 997 784,00	Q 44 824 104,00
Total de ingresos		Q 112 666 625,35	Q 257 826 305,66
Costos de ventas			
Comisiones		Q 4 738 200,00	Q 2 586 000,00
Costo de nuevas Instalaciones		Q 9 476 400,00	Q 5 172 000,00
Costo atención de llamadas		Q 59 701,32	Q 92 284,92
Costo atención de averías		Q 568 584,00	Q 878 904,00
Costo contenido TV		Q 3 282 228,99	Q 8 355 822,66
Costo contenido TV deportes		Q 656 445,80	Q 1 671 164,53
Costo contenido TV cine		Q 328 222,90	Q 835 582,27
Costo internet		Q 8 395 818,55	Q 12 978 006,04

Continuación de la tabla LII.

Costo de llamadas nacional		Q 38 277 074,88	Q 59 167 817,28
Costo de llamadas internacional		Q 14 498 892,00	Q 22 412 052,00
Total costos de ventas		Q 80 281 568,43	Q 114 149 633,70
Margen de contribución		Q 32 385 056,92	Q 143 676 671,96
Costos fijos			
Costo de mantenimiento de red		Q 869 142,40	Q 912 599,52
Rentas		Q 24 125 004,18	Q 28 927 838,09
Energía eléctrica		Q 61 516 269,74	Q 73 197 549,74
Soporte técnico de red		Q 0,00	Q 7 019 526,48
Publicidad		Q 24 932 200,00	Q 932 200,00
Gastos administrativos		Q 1 086 428,00	Q 1 140 749,40
Depreciación		Q 0,00	Q 28 078 105,94
Total costos fijos		Q 112 529 044,32	Q 140 208 569,17
Utilidad antes de impuestos		-Q 80 143 987,41	Q 3 468 102,79
Impuestos		Q 0,00	Q 867 025,70
Arbitrios municipales		Q 684 882,00	Q 1 093 242,00
Impuesto numeración SIT		Q 47 382,00	Q 73 242,00
Utilidad neta		-Q 80 876 251,41	Q 1 434 593,09
Adiciones			
Depreciación		Q 0,00	Q 28 078 105,94
Flujo de efectivo	-Q 42 999 730,70	-Q 80 876 251,41	Q 29 512 699,03

Descripción/año	3	4	5
I. Desembolso de inversión			
Permisos municipales y trámites	Q 970 957,53	Q 1 102 573,65	
Equipo y materiales	Q 67 543 592,53	Q 82 944 325,88	Q 98 483 294,64
Servicios de instalación	Q 13 508 718,51	Q 16 588 865,18	Q 19 696 658,93
Trabajos de obra civil	Q 28 786 216,06	Q 32 365 250,95	Q 36 752 455,00
Implementación de red	Q 1 026 674,46	Q 1 078 008,18	Q 1 131 908,59
Adiestramiento de personal	Q 300 000,00	Q 300 000,00	Q 300 000,00
	Q 112 136 159,09	Q 134 379 023,84	Q 156 364 317,17

Continuación de la tabla LII.

II. Flujo de efectivo operativo			
Altas nuevas	17 236	22 345	28 002
Parque acumulado	53 857	76 202	104 204
Sitios	939	1 126	1 351
Ingresos TV básico	Q 66 229 896,00	Q 95 203 188,00	Q 132 057 192,00
Ingresos TV deportes	Q 8 468 740,80	Q 12 173 522,40	Q 16 886 001,60
Ingresos TV cine	Q 4 234 370,40	Q 6 086 761,20	Q 8 443 000,80
Ingresos Internet básico	Q 108 573 600,00	Q 156 070 800,00	Q 216 487 200,00
Ingresos internet adicional	Q 6 520 930,42	Q 9 373 612,25	Q 13 002 221,23
Ingresos móvil básico	Q 81 430 200,00	Q 117 053 100,00	Q 162 365 400,00
Ingresos móvil adicional	Q 16 937 481,60	Q 24 347 044,80	Q 33 772 003,20
Ingresos línea fija	Q 27 143 400,00	Q 39 017 700,00	Q 54 121 800,00
Ingresos larga distancia	Q 65 920 968,00	Q 93 271 248,00	Q 127 545 696,00
Total de ingresos	Q 385 459 587,22	Q 552 596 976,65	Q 764 680 514,83
Costos de ventas			
Comisiones	Q 3 447 200,00	Q 4 469 000,00	Q 5 600 400,00
Costo de nuevas Instalaciones	Q 6 894 400,00	Q 8 938 000,00	Q 11 200 800,00
Costo atención de llamadas	Q 135 719,64	Q 192 029,04	Q 262 594,08
Costo atención de averías	Q 1 292 568,00	Q 1 828 848,00	Q 2 500 896,00
Costo contenido TV	Q 12 535 119,42	Q 18 018 801,22	Q 24 994 040,03
Costo contenido TV deportes	Q 2 507 023,88	Q 3 603 760,24	Q 4 998 808,01
Costo contenido TV cine	Q 1 253 511,94	Q 1 801 880,12	Q 2 499 404,00
Costo internet	Q 19 086 113,26	Q 27 004 862,69	Q 36 928 292,17
Costo de llamadas nacional	Q 87 015 677,76	Q 123 118 047,36	Q 168 360 318,72
Costo de llamadas internacional	Q 32 960 484,00	Q 46 635 624,00	Q 63 772 848,00
Total costos de ventas	Q 167 127 817,90	Q 235 610 852,68	Q 321 118 401,01
Margen de contribución.	Q 218 331 769,32	Q 316 986 123,97	Q 443 562 113,82
Costos fijos			
Costo de mantenimiento de red	Q 958 229,50	Q 1 006 140,97	Q 1 056 448,02
Rentas	Q 34 691 238,78	Q 41 599 930,64	Q 49 912 527,79
Energía eléctrica	Q 87 215 085,74	Q 104 018 157,74	Q 124 235 757,74
Soporte técnico de red	Q 8 077 843,25	Q 9 355 520,22	Q 10 891 041,64

Continuación de la tabla LII.

Publicidad	Q 932 200,00	Q 932 200,00	Q 932 200,00
Gastos administrativos	Q 1 197 786,87	Q 1 257 676,21	Q 1 320 560,02
Depreciación	Q 32 311 373,00	Q 37 422 080,88	Q 43 564 166,56
Total costos fijos	Q 165 383 757,15	Q 195 591 706,67	Q 231 912 701,77
Utilidad antes de impuestos	Q 52 948 012,17	Q 121 394 417,30	Q 211 649 412,05
Impuestos	Q 13 237 003,04	Q 30 348 604,33	Q 52 912 353,01
Arbitrios municipales	Q 1 637 714,00	Q 2 319 904,00	Q 3 140 908,00
Impuesto numeración SIT	Q 107 714,00	Q 152 404,00	Q 208 408,00
Utilidad neta	Q 37 965 581,13	Q 88 573 504,98	Q 155 387 743,04
Adiciones			
Depreciación	Q 32 311 373,00	Q 37 422 080,88	Q 43 564 166,56
Flujo de efectivo	Q 70 276 954,13	Q 125 995 585,86	Q 198 951 909,59

Fuente: elaboración propia.

5.7.1. Cálculo de punto de equilibrio

Como se trata de un servicio con cuota mensual el cálculo del punto de equilibrio se realiza utilizando promedios. Es decir, se debe calcular el ingreso promedio anual por abonado y los costos variables promedio por abonado.

Ingresos anual por abonado: Ingresos totales anuales * $1 \frac{\text{año}}{6}$ meses *

$$\frac{1}{23,691} \text{ suscriptores} = \text{Q } 792,61 \text{ suscriptor/mes}$$

De la misma forma, se proceden a calcular los costos variables:

$$\text{Costos Variables} = \text{Q } 564,78 \text{ suscriptor/mes}$$

Ahora se calcula el ingreso por anual promedio de un abonado:

$$P = \text{Ingreso por año de suscriptor} = Q 792,61 \text{ suscriptor / mes} * 12 \text{ meses} =$$

$$Q 9 511,34$$

$$CV = \text{Costo variable por año suscriptor} =$$

$$Q 564,78 \text{ suscriptor/mes} * 12 \text{ meses} = Q 6 777,39$$

Y se procede a promediar los costos fijos anuales:

$$CF = \text{Costos fijos} = Q 150 639 557,15$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{CF}{(P-CV)U} = 1$$

$$U = CF / (P - CV)$$

$$U = Q 150 639 557,15 / Q (9 511,34 - 6 777,39) = 55 099,51$$

aproximadamente 55,100 suscriptores

5.7.2. Interpretación de resultados

Se necesitan los ingresos anuales correspondientes a 55 100 suscriptores, para cubrir los costos tanto fijos como variables y llegar al punto de equilibrio del proyecto. Según la previsión de crecimiento, esta cantidad de abonados se alcanzará a inicios del año 3 del proyecto.

6. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero ayudará a determinar si el proyecto es realmente viable.

6.1. Flujo de caja del servicio múltiple

Se analizará el flujo de cada servicio de forma independiente. El objetivo es evaluar si todos tienen un margen positivo.

6.1.1. Servicio de voz fija

Para la línea fija se tienen como ingresos, la cuota mensual y la tarifa cobrada por las llamadas internacionales. Como costos, están los cobros por interconexión nacional e internacional. El servicio tiene un flujo negativo, ya que el costo del tráfico nacional es mayor al ingreso básico.

Tabla LIII. Flujo de caja del servicio línea fija

Línea Fija	Año 1	Año 2
Ingresos línea fija	Q 7 107 300,00	Q 18 093 600,00
Ingresos tráfico Internacional	Q 20 469 024,00	Q 31 640 544,00
Costo tráfico nacional línea fija	Q 27 019 111,68	Q 41 765 518,08
Costo tráfico internacional línea fija	Q 10 234 512,00	Q 15 820 272,00
Flujo del servicio línea fija	-Q 9 677 299,68	-Q 7 851 646,08

Continuación de la tabla LIII.

Año 3	Año 4	Año 5
Q 27 143 400,00	Q 39 017 700,00	Q 54 121 800,00
Q 46 532 448,00	Q 65 838 528,00	Q 90 032 256,00
Q 61 422 831,36	Q 86 906 856,96	Q 118 842 577,92
Q 23 266 224,00	Q 32 919 264,00	Q 45 016 128,00
-Q 11 013 207,36	-Q 14 969 892,96	-Q 19 704 649,92

Fuente: elaboración propia.

6.1.2. Servicio de voz móvil

Para el servicio móvil se tienen como ingresos, la cuota mensual, también se tiene la opción de que el cliente solicite una línea móvil adicional y los ingresos por el tráfico internacional cursado por los suscriptores. Como costos al igual que la línea fija se tienen los costos de interconexión, nacionales e internacionales. El servicio tiene un flujo positivo.

Tabla LIV. **Flujo de caja del servicio línea móvil**

Línea móvil	Año 1	Año 2
Ingresos línea móvil básico	Q 21 321 900,00	Q 54 280 800,00
Ingresos línea móvil adicional	Q 4 434 955,20	Q 11 290 406,40
Ingresos tráfico larga distancia	Q 4 605 530,40	Q 7 119 122,40
Costo tráfico nacional línea móvil	Q 11 257 963,20	Q 17 402 299,20
Costo tráfico internacional línea móvil	Q 2 302 765,20	Q 3 559 561,20
Flujo efectivo servicio línea móvil	Q 16 801 657,20	Q 51 728 468,40

Año 3	Año 4	Año 5
Q 81 430 200,00	Q 117 053 100,00	Q 162 365 400,00

Continuación de la tabla LIV.

Q 16 937 481,60	Q 24 347 044,80	Q 33 772 003,20
Q 10 469 800,80	Q 14 813 668,80	Q 20 257 257,60
Q 25 592 846,40	Q 36 211 190,40	Q 49 517 740,80
Q 5 234 900,40	Q 7 406 834,40	Q 10 128 628,80
Q 78 009 735,60	Q 112 595 788,80	Q 156 748 291,20

Fuente: elaboración propia.

6.1.3. Servicio de banda ancha

El flujo de caja del servicio de internet tiene como ingresos la cuota básica, la cuota adicional para los clientes que amplían la capacidad del enlace y como costo únicamente el costo de interconexión hacia internet.

Tabla LV. Flujo de caja del servicio internet

Internet	Año 1	Año 2
Ingresos internet básico	Q 28 429 200,00	Q 72 374 400,00
Ingresos adicionales Internet	Q 1 707 457,75	Q 4 346 806,46
Costos salida internet	Q 8 395 818,55	Q 12 978 006,04
Flujo de caja servicio Internet	Q 21 740 839,20	Q 63 743 200,42

Año 3	Año 4	Año 5
Q 108 573 600,00	Q 156 070 800,00	Q 216 487 200,00
Q 6 520 930,42	Q 9 373 612,25	Q 13 002 221,23
Q 19 086 113,26	Q 27 004 862,69	Q 36 928 292,17
Q 96 008 417,16	Q 138 439 549,55	Q 192 561 129,06

Fuente: elaboración propia.

6.1.4. Servicio de televisión pagada

El servicio de televisión por suscripción tiene como ingresos, la cuota básica, y los ingresos adicionales por compra de paquetes específicos. En los costos, se tiene el pago del contenido básico y el del contenido adicional.

Tabla LVI. Flujo de caja del servicio de televisión pagada

TV por suscripción	Año 1	Año 2
Ingresos TV básico	Q 17 341 812,00	Q 44 148 384,00
Ingresos TV deportes	Q 2 217 477,60	Q 5 645 203,20
Ingresos TV cine	Q 1 108 738,80	Q 2 822 601,60
Costo contenido TV	Q 3 282 228,99	Q 8 355 822,66
Costo contenido TV deportes	Q 656 445,80	Q 1 671 164,53
Costo contenido TV cine	Q 328 222,90	Q 835 582,27
Flujo de caja servicio TV	Q 16 401 130,72	Q 41 753 619,35

Año 3	Año 4	Año 5
Q 66 229 896,00	Q 95 203 188,00	Q 132 057 192,00
Q 8 468 740,80	Q 12 173 522,40	Q 16 886 001,60
Q 4 234 370,40	Q 6 086 761,20	Q 8 443 000,80
Q 12 535 119,42	Q 18 018 801,22	Q 24 994 040,03
Q 2 507 023,88	Q 3 603 760,24	Q 4 998 808,01
Q 1 253 511,94	Q 1 801 880,12	Q 2 499 404,00
Q 62 637 351,96	Q 90 039 030,02	Q 124 893 942,36

Fuente: elaboración propia.

6.2. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)

La empresa tiene definida como la tasa mínima atractiva de rendimiento para proyectos del 12 %.

6.2.1. Interpretación

Para cualquier proyecto de inversión en la empresa se utiliza una tasa del 12 % para evaluarlo; es decir como mínimo la empresa espera un rendimiento del capital invertido del 12 %.

6.3. Métodos de evaluación

Existen varios métodos para evaluar la rentabilidad de un proyecto, se procederá a utilizar los siguientes:

6.3.1. Valor presente neto (VPN)

Consiste en traer todos los flujos del proyecto a un valor presente; el cual, si es mayor que cero, será el beneficio a obtener por el proyecto evaluado con una tasa específica en este caso la TMAR.

$$VPN = -I_0 + \sum_1^n \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

- V_t =flujos de caja en cada periodo
- I_0 =Inversión inicial
- n = número de periodos que se consideran

- k = tasa de interés definida

Aplicando la fórmula se obtiene que:

Tabla LVII. **Valor presente neto**

Descripción/año	0	1	2
Flujo de efectivo	-Q 42 999 730,70	-Q 80 876 251,41	Q 29 512 699,03

3	4	5	VPN
Q 70 276 954,13	Q 125 995 585,86	Q 198 951 909,59	Q 135 090 670,05

Fuente: elaboración propia.

6.3.2. Tasa interna de rendimiento (TIR)

Es la tasa de descuento que hace que la sumatoria de los flujos del proyecto sea igual a cero.

$$VPN = -I_0 + \sum_1^n \frac{V_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

$$TIR = 44 \%$$

6.3.3. Costo anual uniforme equivalente (CAUE)

Consiste en convertir todos los flujos positivos y negativos en una serie uniforme de flujos.

$$CAUE = VPN * \frac{(1+i)^{n*i}}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

- i = tasa de descuento

Se obtiene que el costo anual uniforme equivalente, para el proyecto es de:

$$CAUE=Q 37 475 466,57.$$

6.3.4. Razón beneficio/costo (B/C)

Este método compara de manera directa los beneficios obtenidos con los costos del proyecto. para eso se hace necesario traer a valor presente, ambos flujos.

Tabla LVIII. **Beneficio-costo**

Descripción/año	0	1	2
Total de ingresos	Q 0,00	Q 98 927 318,52	Q 237 756 470,83
Total de costos fijos + variables	Q 0,00	Q 192 810 612,76	Q 254 358 202,87
Impuestos	Q 0,00	Q 0,00	Q 867 025,70
Total egresos	Q 0,00	Q 192 810 612,76	Q 255 225 228,57
Relación B/C			

3	4	5	VPN
Q 359 091 200,02	Q 515 288 477,45	Q 713 662 236,43	Q 1 130 255 581,31
Q 332 511 575,05	Q 431 202 559,35	Q 553 031 102,78	
Q 13 237 003,04	Q 30 348 604,33	Q 52 912 353,01	
Q 345 748 578,09	Q 461 551 163,67	Q 605 943 455,79	Q 1 123 987 526,35
			1,005576623

Fuente: elaboración propia.

6.4. Análisis de resultados

A continuación, se interpretan los resultados obtenidos de cada uno de los indicadores evaluados.

6.4.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto igual a Q 135 690 070,05, indica que después de evaluar los flujos del proyecto con la tasa TMAR del 12 %, el proyecto tiene un rendimiento superior a 135 millones de quetzales actuales, por lo que el proyecto es rentable.

6.4.2. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La tasa interna de retorno del proyecto es del 44 %, es decir, por cada quetzal invertido el proyecto obtiene un beneficio de 44 centavos.

6.4.3. Costo anual uniforme equivalente (CAUE)

El costo anual uniforme equivalente es de Q.37 475 466,57, es decir, al realizar la inversión el proyecto rinde en anualidades superiores a 37 millones de quetzales durante 5 años.

6.4.4. Razón beneficio/costo (B/C)

La relación beneficio costo es igual a 1,01, cuando esta relación es superior a 1 el proyecto es aceptable. En este caso es levemente superior a la unidad, pero se considera admisible para la ejecución.

6.5. Análisis de sensibilidad

Ayuda a validar que tan sensible es el proyecto a cambios en variables que se consideren de riesgo.

6.5.1. Criterio de evaluación

Se evaluarán las variables de:

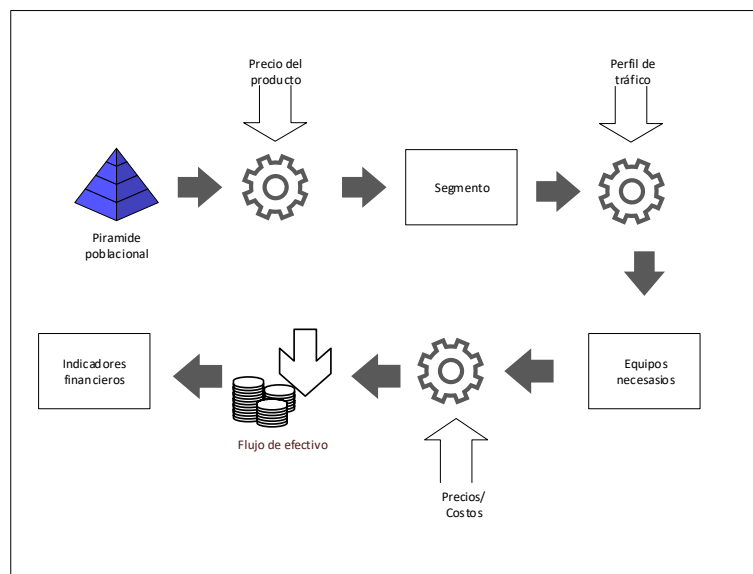
- Tipo de cambio, el objetivo es observar que tan sensible es el proyecto al tipo de cambio.
- Perfil de tráfico de voz móvil, ya que el tráfico nacional es ilimitado. Se quiere observar si el proyecto es sensible a un incremento en el perfil de tráfico móvil.
- Perfil de tráfico de voz de fija, ya que el tráfico nacional es ilimitado, se quiere observar la sensibilidad del proyecto a cambios en el perfil de tráfico fijo.

6.5.2. Análisis de sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad es necesario construir un modelo que permita modificar los datos de las distintas entradas que tiene el proyecto y observar que tan sensible es a determinadas variables; para construir el modelo se utilizó la herramienta Excel, que puede realizar iteraciones buscan un objetivo en particular. El objetivo que se busca es el valor de la variable a evaluar, para el cual el VPN del proyecto se hace cero.

Para el proyecto se analizará la sensibilidad al tipo de cambio del dólar, y también a incrementos de tráfico principalmente en los servicios que poseen costos incrementales por consumo como es el caso del servicio de llamadas de voz móvil y fijo.

Figura 25. **Modelo matemático del proyecto**



Fuente: elaboración propia.

Al realizar el análisis se tiene que:

- El tipo de cambio del dólar con respecto al quetzal, esta variable incide directamente en la compra de los equipos, así como en costos de funcionamiento, sobre todo los que son prestados desde el exterior: costos de contenidos y de internet. Se obtiene que el valor que hace el VPN igual a cero es de Q 14,91 por dólar. A continuación, se muestra el flujo del proyecto para esta condición en particular.

Tabla LIX. **Flujo del proyecto, con tasa de cambio Q 14.91/dólar**

Descripción/año	0	1	2
Flujo de efectivo	-Q82 566 782,42	-Q 115 368 927,35	-Q 5 949 196,00
VPN			
TIR			
CAUE			

3	4	5	Indicadores
Q 22 894 362,26	Q 63 472 638,65	Q 117 588 552,19	
			-Q 59 786 383,27
			0 %
			-Q 11 957 276,65

Fuente: elaboración propia.

- Para el perfil de tráfico de línea móvil, se realizan iteraciones que varían la cantidad de tráfico que el abonado genera; esto afecta directamente los costos de interconexión, tanto locales e internacionales. Se encuentra el valor que hace el VPN igual a cero, cuando el perfil móvil de tráfico de voz se incrementa en 5,48 veces, tal como se muestra en las tablas LX y LXI.
- Al realizar el mismo ejercicio para el tráfico de voz de línea fija se obtiene que el VPN se hace cero al incrementar el tráfico de línea de voz en 2,87 veces. Esto se muestra en las tablas LXII y LXIII.

Tabla LX. **Costos por interconexión con perfil móvil por 5,48 veces**

Año	Tráfico interno en la red (Erl.)	Tráfico nacional Erlangs	Tráfico internacional (Erl.)
1	3 268,06	5 135,52	933,73
2	5 051,69	7 938,37	1 443,34
3	7 429,31	11 674,64	2 122,66
4	10 511,70	16 518,38	3 003,34
5	14 374,44	22 588,41	4 106,98

Continuación de tabla LX.

Costo por tráfico de voz nacional	Costo por tráfico de voz internacional	Costo por tráfico de voz
Q 88 741 820,72	Q 33 614 326,03	Q 122 356 146,75
Q 137 175 054,52	Q 51 960 247,92	Q 189 135 302,44
Q 201 737 716,37	Q 76 415 801,66	Q 278 153 518,03
Q 285 437 686,15	Q 108 120 335,66	Q 393 558 021,81
Q 390 327 663,94	Q 147 851 387,86	Q 538 179 051,79

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. Flujo del proyecto con perfil móvil por 5,48 veces

Descripción/año	0	1	2
Flujo de efectivo	-Q 42 999 730,70	-Q 112 261 030,30	-Q 6 835 207,17
VPN			
TIR			
CAUE			

3	4	5	Indicadores
Q 16 804 030,68	Q 50 321 431,45	Q 95 455 897,18	
			-Q 45 157 663,07
			0 %
			-Q 9 031 532,61

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. **Costos por interconexión con perfil fijo por 2.87 veces**

Año	Tráfico interno en la red (Erl.)	Tráfico nacional Erlangs	Tráfico internacional (Erl.)
1	3 269,77	5 138,22	934,22
2	5 054,34	7 942,54	1 444,10
3	7 433,21	11 680,76	2 123,77
4	10 517,21	16 527,05	3 004,92
5	14 381,98	22 600,26	4 109,14

Costo por tráfico de voz nacional	Costo por tráfico de voz internacional	Costo por tráfico de voz
Q 88 788 376,00	Q 33 631 960,61	Q 122 420 336,61
Q 137 247 018,59	Q 51 987 507,04	Q 189 234 525,64
Q 201 843 550,98	Q 76 455 890,52	Q 278 299 441,50
Q 285 587 431,01	Q 108 177 057,20	Q 393 764 488,21
Q 390 532 435,64	Q 147 928 952,89	Q 538 461 388,53

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Flujo del proyecto con perfil fijo por 2.87 veces**

Descripción/año	0	1	2
Flujo de efectivo	-Q 42 999 730,70	-Q 112 289 951,00	-Q 6 868 735,89
VPN			
TIR			
CAUE			

3	4	5	Indicadores
Q 16 754 721,38	Q 50 251 525,41	Q 95 360 492,18	
			-Q 45 323 922,22
			0 %
			-Q 9 064 784,44

Fuente: elaboración propia.

6.5.3. Interpretación de resultado

El proyecto no es tan sensible respecto al tipo de cambio ya que nos permite que el tipo de cambio se incremente hasta Q 14,91 por dólar. El tipo de cambio en Guatemala se ha mantenido estable durante los últimos años.

Para el perfil de tráfico de la línea móvil el proyecto, aún es rentable cuando el perfil se incrementa hasta 5,48 veces, la oferta de tráfico ilimitado nacional abre es la principal causa de la sensibilidad.

Para línea fija el escenario es más sensible ya que al incrementar el perfil de tráfico en 2,87 veces proyecto ganaría únicamente la TMAR. Al igual que en el caso del móvil.

6.6. Análisis de riesgo

Se analizará el riesgo de innovación que tiene el proyecto. Utilizando simulación por el método montecarlo, en el modelo que se ha descrito en el inciso anterior.

6.6.1. Identificación de las variables

El modelo de mercado que se ha utilizado está basado en el sistema *Bass* de innovación tecnológica.

$$N_t = N_{t-1} + p(m - N_{t-1}) + q \cdot (N_{t-1}/m) \cdot (m - N_{t-1})$$

Donde:

- N representa el número de compras de servicios

- p representa el coeficiente de clientes innovadores
- q representa el coeficiente de clientes imitadores
- m es el mercado potencial
- t es el período

Se simulará con los valores de p y q.

6.6.2. Evaluación de riesgos y precauciones

Se realizará el análisis de las dos variables, que deja una constante y realiza variaciones en la otra para, y como indicador de comparación se utiliza la TIR del proyecto, se inicia con la variable de innovación; se tienen los siguientes resultados:

Tabla LXIV. **Simulación con variable de innovación**

Coeficiente de innovación (p)	Coeficiente de imitación(q)	TIR
0	0,38	No hay solución
0,015	0,38	-27,20 %
0,018	0,38	-4,82 %
0,019	0,38	0,92 %
0,025	0,38	27,94 %
0,03	0,38	44,02 %
0,04	0,38	66,82 %

Fuente: elaboración propia.

Se procede a trabajar con la variable de imitación, para esto se repite el proceso anterior, pero se deja como constante la variable de innovación y se realizan variaciones en el coeficiente de imitación:

Tabla LXV. **Simulación con variable de imitación**

Coeficiente de innovación (p)	Coeficiente de imitación(q)	TIR
0,03	0,2	33,30 %
0,03	0,25	36,33 %
0,03	0,3	39,26 %
0,03	0,35	42,14 %
0,03	0,38	44,02 %
0,03	0,4	45,15 %
0,03	0,45	47,92 %

Fuente: elaboración propia.

Como precauciones se incluye la matriz de riesgos y las acciones a tomar para mitigar cada situación.

Tabla LXVI. **Matriz de riesgos**

Correlativo	Riesgo	Probabilidad	Acción
1	Retraso en permisos municipales	Media	Adelantar las solicitudes de permisos
2	Retrasos de entrega de los equipos	Media	Dar seguimiento al estado de envío y solicitar, que mantengan un inventario de contingencia
3	Problemas de retrasos con proveedores locales	Alta	Tener autorizados 3 proveedores, por cualquier contingencia

Fuente: elaboración propia.

6.6.3. Análisis de resultados

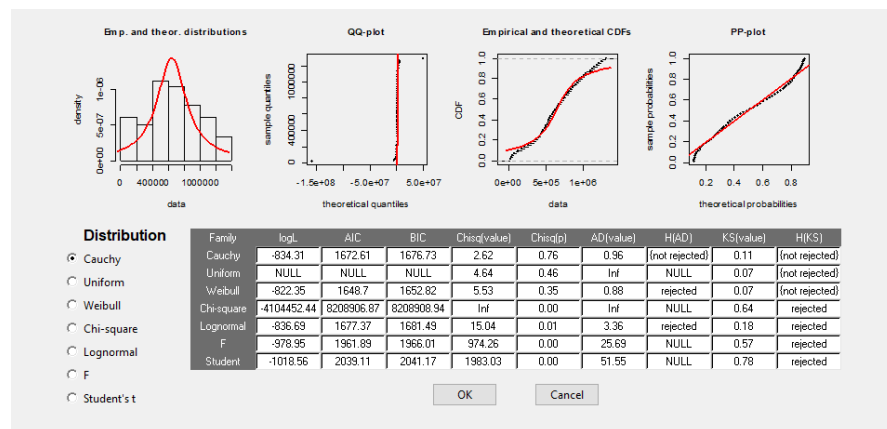
Como se observa se tiene riesgo de no ser atractivamente rentable en el proyecto si la tasa de innovación es menor a 1,9 %. Es importante observar cada

variación de una décima porcentual que ocasiona modificaciones sustanciales en la tasa interna de retorno.

Para el coeficiente de imitación no se observa un riesgo significativo con base en los resultados obtenidos; por lo que se enfocará el análisis en la variable de innovación.

Para analizar la dimensión del riesgo de que la probabilidad de que la innovación sea menor al 1,9 %, se realiza un análisis de los datos obtenidos mediante el método de Bass, para determinar el mejor ajuste de la serie de datos a una distribución de probabilidad para lo que se utiliza el software estadístico Studio R, que utilizan el paquete de distribuciones de riesgo.

Figura 26. Ajuste estadístico de los datos



Fuente: elaboración propia.

La mejor regresión se obtiene con la distribución de Cauchy, por lo que se utilizará para tener un cálculo aproximado de la probabilidad acumulada de que el índice de innovación sea menor o igual a 0,019, se calcula el número de suscriptores que corresponden a 0,019 de innovación por el método de Bass y se obtiene que:

$$P(X \leq 15,004)$$

Donde:

$$P(X \leq 15,004) = 0.105868$$

Para los valores de $x = 639756$ y $\lambda = 220\,467,8$, encontrados en el ajuste a la distribución Cauchy.

De lo anterior, se infiere que el riesgo de que la innovación sea menor a 0,019 es de 10,59 %. Lo recomendable es sumar este riesgo a la tasa de descuento, dando como resultado 22,59 %. Al ser esta tasa menor que la TIR del proyecto que es de 44 %. De donde el proyecto puede asumir el riesgo.

6.7. Razones financieras

Las razones financieras sirven como herramientas de comparación entre proyectos o empresas en sus distintas fases. Son útiles para el control interno o para ver si se ha mejorado en alguna debilidad que se ha percibido.

6.7.1. Razones de apalancamiento

Indica el grado de deuda en se ha incurrido para financiar los activos necesarios para un proyecto o empresa. Existen tres razones de apalancamiento comunes:

- Razón de endeudamiento: indica la razón de financiamiento por deuda:

$$\text{Razón de endeudamiento} = \frac{\text{deuda total}}{\text{activos totales}}$$

- Razón deuda capital: indica la cantidad de deuda por cada unidad monetaria:

$$\text{Razón deuda capital} = \frac{\text{deuda total}}{\text{capital}}$$

- Multiplicador de capital: indica el total de activos por unidad monetaria de capital

$$\text{Multiplicador de capital} = \frac{\text{activos totales}}{\text{capital}}$$

Para el proyecto no se considera adquirir financiamiento en una etapa inicial.

6.7.2. Razones de cobertura

Indican el grado de fondos con que cuenta la compañía para cubrir una obligación financiera específica.

- Razón de cobertura por cargos fijos: indica el número de veces que la utilidad antes de impuestos y pagos de renta puede cubrir el pago de intereses y pagos de renta.

$$\text{Cobertura sobre cargos fijos} = \frac{\text{utilidad antes de impuestos} + \text{pagos de renta}}{\text{intereses anual} + \text{pagos de renta}}$$

- Razón de cobertura sobre flujos de efectivo: representa el número de veces que las utilidades antes de impuestos pueden cubrir los intereses.

$$\text{Cobertura sobre flujos de efectivo} = \frac{\text{utilidad antes de impuestos}}{\text{intereses anual}}$$

6.7.3. Razones de rentabilidad

Miden el desempeño en relación con las ventas, se concentran en la efectividad de la compañía.

- Razón del margen de utilidad: es la utilidad bruta dividido entre las ventas.

$$\text{Margen de utilidad} = \frac{(\text{utilidad bruta})}{\text{ventas}} = \frac{\text{ventas-costos de bienes vendidos}}{\text{ventas}}$$

Para el proyecto el margen de utilidad proyectado es:

Tabla LXVII. Margen de utilidad

Descripción/año	0	1	2
Total de ventas	Q 0,00	Q 112 666 625,35	Q 257 826 305,66
Total costo de ventas	Q 0,00	Q 80 281 568,43	Q 114 149 633,70
Margen de utilidad		28,74 %	55,73 %

3	4	5
Q 385 459 587,22	Q 552 596 976,65	Q 764 680 514,83
Q 167 127 817,90	Q 235 610 852,68	Q 321 118 401,01
56,64 %	57,36 %	58,01 %

Fuente: elaboración propia.

- Margen de utilidad neta: mide la utilidad percibida por cada unidad monetaria vendida.

$$\text{Margen de utilidad} = \frac{(\text{utilidad neta})}{\text{ventas}}$$

Para el proyecto, se muestra a continuación:

Tabla LXVIII. **Margen de utilidad neta**

Descripción/año	0	1	2
Total de ventas	Q 0,00	Q 112 666 625,35	Q 257 826 305,66
Utilidad neta	Q 0,00	-Q 80 876 251,41	Q 1 434 593,09
Margen de utilidad neta		-71,78 %	0,56 %

3	4	5
Q 385 459 587,22	Q 552 596 976,65	Q 764 680 514,83
Q 37 965 581,13	Q 88 573 504,98	Q 155 387 743,04
9,85 %	16,03 %	20,32 %

Fuente: elaboración propia.

6.7.4. Interpretación de resultados

Las razones de apalancamiento y de cobertura no son aplicables a este proyecto ya que no se está utilizando financiamiento externo, por lo que únicamente es posible calcular las razones de rentabilidad. En estas es posible observar la evolución esperada con respecto a las ventas, a mayor cantidad de clientes mayores ingresos por ventas. Este incremento permite incrementar la razón de margen de utilidad y a de margen de utilidad neta.

CONCLUSIONES

1. El proyecto es factible, ya que al ser evaluado con los métodos: valor presente neto, tasa interna de retorno, costo beneficio. El proyecto genera una rentabilidad del 44 % comparado con la tasa mínima aceptable de retorno que es de 12 %.
1. El punto de equilibrio del proyecto se alcanza al año 3 de operación, se deben obtener 55 100 suscriptores. Con esto se logran cubrir tanto los costos fijos como variables con los ingresos obtenidos.
2. El servicio múltiple es el conjunto los servicios de telefonía fija, móvil, televisión de paga e internet. Es útil al usuario para satisfacer las necesidades de comunicación y de entretenimiento, a un mejor precio que adquirir los productos por separado.
3. Para ofrecer el servicio múltiple es necesario cumplir requisitos de inscripción como empresa. Adicionalmente, debe estar registrado en la SIT; también, cumplir con las normativas municipales, ambientales y de trabajo, estipuladas en las distintas leyes y acuerdos vigentes.
4. Para ofrecer el servicio múltiple es necesario ampliar la red de acceso fija; aumentar la capilaridad de la red de acceso móvil. Realizar crecimientos en las capas de transporte, núcleo de red y de servicios.

5. Se prevé tener operando más de cien mil usuarios en el año 5 del servicio, los equipos e instalaciones han sido calculados para satisfacer esta demanda.
6. El servicio múltiple se ofrecerá en las zonas urbanas del municipio de Guatemala.
7. La tecnología que mejor se adapta para la prestación del servicio es HFC en acceso fijo, ya que permite el desarrollo de esta capa de red bien sea por cable de cobre o por fibra óptica. En cuanto a acceso móvil se utilizará tecnología LTE.

RECOMENDACIONES

1. Revisar la oferta del servicio, ya que el flujo de caja de la línea fija es negativo, y si el perfil de tráfico crece puede afectar la rentabilidad de todo el producto.
2. Cuando un servicio tiene pagos por evento, como es el caso de los servicios de voz por los cuales se paga un precio de conexión ya sea local o internacional por minuto, se recomienda no lanzar servicios ilimitados, ya que abren la posibilidad de disminuir la rentabilidad del proyecto. Puede ofrecerse en su lugar una bolsa significativa de eventos que reemplace el término ilimitado.
3. Mantener el servicio actualizado en contenidos y oferta, para que siga siendo atractivo y útil al usuario.
4. Tener información de los cambios de legislación que puedan tener incidencia en la implementación u operación del servicio.
5. Tener un plan de evolución tecnológica para que la red se mantenga actualizada.
6. Realizar ajustes a la demanda de acuerdo a los resultados que se obtengan en operación, para determinar si es necesario realizar ampliaciones de red.

7. Ampliar la oferta del servicio múltiple a los principales centros urbanos de la república.
8. Para el acceso móvil, evaluar la tecnología de quinta generación la cual podrá ofrecer mayores velocidades al cliente.

BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. 5ª. Ed. México: McGraw-Hill, 2006. 392 p.
2. Banco de Guatemala. *Tipo de cambio*. [en línea]. <<https://www.banguat.gob.gt/cambio/historico.asp?kmoneda=02&ktipo=5&kdia=01&kmes=01&kanio=2019&kdia1=20&kmes1=10&kanio1=2019&submit1=Consultar,>> [Consulta: 20 de octubre de 2019].
3. Banco Mundial. *Datos de país Guatemala*. [en línea]. <<https://datos.bancomundial.org/pais/guatemala.%20Consulta%20>> [Consulta: 01 de septiembre de 2019].
4. Bass Basement Research Institute. *The Bass model*. [en línea]. <<http://www.bassbasement.org/BassModel/Default.aspx>> [Consulta: 02 de septiembre de 2019]
5. Business Bureau. *Mercado TV Paga 2018*. [en línea]. <<https://bb.vision/wp-content/uploads/2018/08/Mapa-Mercado-de-TV-Paga-y-Multiplataformas-2018-ESPA%C3%91OL.pdf>> [Consulta: 30 de agosto de 2019].

6. ————. *Mercado TV Paga 2017*. [en línea]. <<https://bb.vision/wp-content/uploads/2016/12/bb-pay-tv-multiscreens-market-2017.pdf>> [Consulta: 30 de agosto de 2019].
7. ————. *Mercado TV Paga 2015*. [en línea]. <<https://www.dossiernet.com.ar/articulo/en-2015-ya-son-85-millones-los-de-hogares-con-tv-paga-htvp-en-latinoamerica/4471>> [Consulta: 30 de agosto de 2019].
8. ————. *Mercado TV Paga 2016*. [en línea]. <<https://bb.vision/wp-content/uploads/2016/10/Mapa-TV-Paga-y-Multiplataformas-2016.jpg>> [Consulta: 30 de agosto de 2019].
9. CHAMALÉ MUÑOZ, Percy Ovando. *Gestión ambiental en infraestructura de telecomunicaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 76 p.
10. Claro Guatemala. *Planes y precios*. [en línea]. <<https://www.claro.com.gt/personas/servicios/servicios-hogar/todo-claro/3-play/planes-y-precios/>> [Consulta: 05 de agosto 2019].
11. DEL RIO RUIZ, Enrique. *Sistemas de telefonía fija y móvil*. España: Ediciones Paraninfo S.A., 2018. 230 p.
12. Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Desechos sólidos*. [en línea]. <<http://investigacionparatodos.usac.edu.gt/art%C3%ADculos->

principales/item/25-desechos-s%C3%B3lidos> [Consulta: 24 de octubre de 2019].

13. Ecoluxlite. *Iluminación industrial*. [en línea]. <https://www.ecoluxlite.com/home/phocadownloadpap/especializados/industrial_reducido.pdf> [Consulta: 21 de octubre de 2019].
14. EMERY, Douglas; FINNERTY; John; STOWE John. *Fundamentos de administración financiera*. México: Pearson Education, 2000. 785 p.
15. Huawei. *SEQ Analyst Security White Paper*. China: Huawei, 2015. 43 p.
16. ————. *SEQ Analyst Solution Description*. China: Huawei, 2015. 114p.
17. Instituto Nacional de Estadísticas. *Estadísticas ambientales*. [en línea]. <<https://www.ine.gob.gt/ine/estadisticas/bases-de-datos/estadisticas-ambientales/>> [Consulta: 24 de octubre de 2019].
18. International Telecommunication Union. *Estadísticas de banda ancha*. [en línea]. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2019/Fixed_broadband_2000-2018_Jun2019_revised27082019.xls> [Consulta: 27 de agosto de 2019].
19. KOENIGSBERGER, Rodolfo. *Ingeniería Eléctrica 2*. Nueva Edición. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 137 p.

20. KOTLER, Philip; KELLER, Kevin. *Dirección de marketing*. 12ª. Ed. México: Pearson Educación, 2006. 816 p.
21. La Palabra. *El aire que respiramos*. [en línea]. <<http://lapalabra.gt/el-aire-que-respiramos-un-problema-invisible/>> [Consulta: 24 de octubre de 2019].
22. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Instrumentos de evaluación ambiental*. [en línea]. <http://www.marn.gob.gt/paginas/Instrumentos_de_Evaluacin_Ambiental> [Consulta: 25 de octubre de 2019].
23. Ministerio de Economía. *Así se hace*. [en línea]. <<https://asisehace.gt/>>. [Consulta; 7 de octubre de 2019].
24. Movistar Guatemala. *Planes*. [en línea]. <<https://www.movistar.com.gt/hogar/trio>> [Consulta: 6 de agosto de 2019].
25. Municipalidad de Guatemala. *Leyes y reglamentos*. [en línea]. <<http://vu.muniguate.com/?id=2>> [Consulta: 07 de octubre de 2019].
26. Organismo Judicial. *Estadística laboral*. [en línea] <http://ww2.oj.gob.gt/estadisticalaboral/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=529> [Consulta: 08 de octubre de 2019].

27. OWENDUFFY.NET. *Erlang B traffic model*. [en línea]. <<https://owenduffy.net/traffic/erlangb.htm>>. [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
28. RAMIREZ LUZ, Ramon. *Gestión de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones*. España: Ediciones Paraninfo S.A., 2017. 302 p.
29. Recursos Docentes CITCEA. *Iluminación interior*. [en línea]. <<https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint3.html>> [Consulta: 21 de octubre de 2019].
30. Registro Mercantil. *Inscripciones electrónicas*. [en línea]. <<https://minegocio.gt/>> [Consulta: 07 de octubre de 2019].
31. RODRÍGUEZ GALBARRO, HERMENEGILDO. *Guía para el cálculo de las cargas térmicas*. [en línea]. <<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn255.html>> [Consulta: 2 de octubre de 2019].
32. SALGUERO ROJAS, Hernán Enrique. *Elaboración de un sistema de gestión ambiental en empresa contratista de telefónica TELECOM Colombia*. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ciencias Básicas, 2011. 285 p.
33. SAPAG CHAIN, Nassir; SAPAG CHAIN, Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*. 4ª Ed. Chile: McGraw-Hill, 2000. 408 p.

34. SOY502. *Áreas verdes en la capital*. [en línea]. <<https://www.soy502.com/articulo/areas-verdes-expanden-capital>> [Consulta: 24 de octubre de 2019].
35. Superintendencia de Telecomunicaciones. *Estadísticas de telefonía*. [en línea]. <<https://sit.gob.gt/gerencia-de-telefonía/estadísticas-de-telefonía/>> [Consulta: 27 de agosto de 2019].
36. ———. *Leyes y reglamentos*, [en línea]. < <https://sit.gob.gt/gerencia-jurídica/leyes-y-reglamentos/>> [Consulta: 7 de octubre de 2019].
37. TELEFÓNICA. *Historia*. [en línea]. <https://www.telefonica.com/es/web/about_telefonica/historia> [Consulta: 08 de octubre de 2019].
38. ———. *Misión*. [en línea]. <<https://www.telefonica.com/mision/>> [Consulta: 09 de octubre de 2019]
39. Telefónica Argentina. *Visión*. [en línea]. <http://www.telefonica.com.ar/corporativo/acercadetelefonica/ar/about_telefonica/html/grupos/vision.shtml> [Consulta: 09 de octubre de 2019].
40. The International Engineering Consortium. *Beyond the Quadruple Play: Networking, Convergence, and Customer Delivery*. Estados Unidos: International Engineering Consortium, 2007. 200 p.

41. TIGO Guatemala. *Planes*. [en línea]
<<http://residencial.tigo.com.gt/productos/internet?zone=815>>
[Consulta: 5 de agosto de 2019].

42. Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad. *El nivel social y económico del guatemalteco urbano*. [en línea].
<<https://prezi.com/262txcmf1h37/el-nivel-social-y-economico-del-guatemalteco-urbano/>> [Consulta: 01 de septiembre de 2019].

