



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN EPON
PARA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
INTERACTIVA EN EL SECTOR CÉNTRICO DEL CANTÓN VINCES,
PROVINCIA DE LOS RÍOS”**

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

Presentado por:

CRISTINA RAQUEL PEOVA REINOSO

ADRIÁN JOEL SUÁREZ PERALTA

**GUAYAQUIL – ECUADOR
AÑO: 2015**

AGRADECIMIENTO

“Agradezco a Dios por ser siempre mi guía, por permitirme estudiar la carrera que sigo y por todas las cosas buenas que me ha dado.

Agradezco a mis padres por ser las mejores personas que tengo en mi vida, por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi trayectoria estudiantil y por el amor que me brindan todos los días.

Agradezco a mis maestros de la FIEC, por impartirme sus conocimientos durante mis años universitarios y apoyarme en la realización de éste proyecto.

Agradezco a mis compañeros de carrera, por apoyarme cuando lo necesitaba.”

Adrián Suárez

“Agradezco a Dios por haber puesto en mi camino a todas las lindas personas que de una u otra manera me ayudaron a hacer posible este objetivo.

Agradezco a mis padres por todo su sacrificio, su entrega, su amor y su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

Agradezco a mi hermano por ser además de mi compañero de vida, mi amigo, mi cómplice y un gran soporte a lo largo de mi carrera estudiantil.

Agradezco a Carlos, Bryan, Andrea y Aldair, por haberse convertido en parte de mi familia, por ser mis eternos compinches y consejeros, y nunca dejarme rendir.

Agradezco a mi compañero de tesis, por todo su apoyo y comprensión.

Finalmente, quiero agradecer a los dos angelitos que me miran desde el cielo, gracias por todos sus consejos y amor. Nunca las olvidaré.”

Cristina Peova

DEDICATORIA

“Dedico éste trabajo a mi familia, a mis amigos, y a todas las personas que me han apoyado a lo largo de mi trayectoria estudiantil.

Dedico éste trabajo a mi gente de Vinces, cantón del cual soy oriundo. Me encantaría poder ayudar a mi Cantón con mis conocimientos para que la misma avance en el ámbito tecnológico.

Dedico éste trabajo a todos los estudiantes de Telecomunicaciones y a todos los profesionales, ya que ellos podrán adquirir conocimientos en el mismo.”

Adrián Suárez

“Dedico éste trabajo a mis padres y a mi hermano por ser la base fundamental de mi vida y el mejor regalo que Dios me pudo haber dado.

Dedico éste trabajo a los profesores, familiares, compañeros y amigos que me ayudaron a ser la persona que soy y la profesional que seré en un futuro.”

Cristina Peova

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....
Ing. Edison del Rosario

PROFESOR EVALUADOR

.....
Ing. José Menéndez

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y doy damos mi nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Adrián Joel Suárez Peralta

Cristina Raquel Peova Reinoso

RESUMEN

La televisión analógica es el tipo de televisión que hay en gran parte del Ecuador. Sin embargo, se pretende impulsar a los ecuatorianos a migrar a la tecnología de la Televisión Digital Terrestre Interactiva (TDTi).

El Sistema de Televisión Digital Terrestre Interactiva permite al usuario tener en su televisor imágenes, audio y video en alta calidad. Éste es un sistema que ha surgido en los últimos años y que en algunos países ya se está utilizando. Además, permite al usuario interactuar con los programas, es decir, podrá enviar información hacia los emisores de la señal, característica que con el Sistema de Televisión Analógica no es posible.

Por otra parte, la fibra óptica es un medio de comunicación que utiliza haces de luz para transmitir. El desarrollo de la fibra óptica ha sido uno de los grandes avances de las telecomunicaciones en los últimos años.

El proyecto es un diseño de la red de distribución, como parte del sistema de TDTi, utilizando fibra óptica con extensión EPON (Ethernet Passive Optical Network) para el sector céntrico del cantón Vinces, con la posibilidad de que en un futuro la red pueda expandirse hacia el resto del cantón.

En éste proyecto, iniciamos detallando, en el capítulo 1, los antecedentes y la justificación para realizar el mismo. Luego, en el capítulo 2, se recalcan los conceptos teóricos sobre Televisión Digital, Interactividad, Fibra Óptica, Redes Ópticas Pasivas, y otras cosas que debemos saber. Después de aquello, en el capítulo 3, se analizan aspectos sobre el sector, y se diseña la red de Fibra Óptica EPON, incluyendo el cálculo de pérdidas. Finalmente, en el capítulo 4, se realiza un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto, calculando el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iv
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	v
DECLARACION EXPRESA.....	vi
RESUMEN.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivo general	4
1.3. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación del problema.....	4
1.5. Alcance y limitación	5
1.6. Ingresos proyectados	6
1.7. ARPU	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Definición	8
2.2. Conceptos	9
2.2.1. Televisión analógica	9
2.2.2. Estándar ISDB-T	9
2.2.3. Interactividad en Televisión	10
2.2.4. Fibra Óptica.....	11
2.2.5. Redes PON	13
Redes GPON	14
Redes EPON.....	15

2.3.	Arquitectura	15
2.4.	Equipos	16
2.4.1.	OLT	16
2.4.2.	ODF	17
2.4.3.	ODN.....	18
2.4.4.	ONU.....	19
2.4.5.	Splitters Ópticos.....	19
2.5.	Comparación.....	20
2.6.	Selección y recomendaciones.....	21
2.6.1.	Selección	21
2.6.2.	Recomendaciones.....	22
3.	DISEÑO DE LA RED	23
3.1.	Elección de equipos para el diseño de la red.....	23
3.1.1.	OLT	23
3.1.2.	ODF	24
3.1.3.	ODN.....	24
3.1.4.	ONU.....	25
3.2.	HFC vs FTTH.....	26
3.2.1.	HFC	26
3.2.2.	FTTH	26
3.2.3.	¿Por qué FTTH?.....	26
3.3.	Factibilidad para el diseño de la red.....	27
3.3.1.	Datos del área de cobertura	27
3.3.2.	Estado del terreno y clima.	28
3.3.3.	Fibra a utilizar y forma de tendido de la misma.....	28
3.4.	Diseño	29
3.4.1.	Diseño de la ruta hacia el cantón	29

3.4.2.	Sectorización del área de cobertura.....	32
3.4.3.	Estructura de la Red	33
3.4.4.	Equipos necesarios para la Red.....	34
3.4.5.	Velocidades en las diferentes etapas de la red.....	35
3.4.6.	Topología de la red diseñada.....	36
3.5.	Uso de la red diseñada, Televisión Digital Interactiva.....	37
3.6.	Cálculo de pérdidas	38
3.6.1.	Pérdidas por longitud.....	38
3.6.2.	Pérdidas por conectores	39
3.6.3.	Pérdidas por empalme	39
3.6.4.	Pérdidas por inserción.....	39
3.6.5.	Pérdida total.....	40
4.	EVALUACIÓN (TIEMPOS Y VALORES)	41
4.1.	Inversión	41
4.1.1.	Precios de los componentes de la red.....	41
	Material de Instalación.....	41
	Material de transporte.....	42
	Material para postería.....	42
	Materiales para el Nodo Central	42
	Inversión total de compra de materiales.....	43
4.1.2.	Precios de la mano de obra.....	43
4.1.3.	Total de inversión	44
4.2.	Plan Comercial de Televisión Digital Terrestre Interactiva.....	44
4.2.1.	Plan 1	44
4.2.2.	Plan 2	44
4.2.3.	Plan 3	44
4.3.	Ingresos	45

4.4.	Gastos del proyecto	46
4.4.1.	Gastos Operativos.....	46
4.4.2.	Gastos Administrativos.....	46
4.4.3.	Otros Gastos	47
4.4.4.	Valor total de Gastos	47
4.5.	Rentabilidad del proyecto	47
4.5.1.	Valor Actual Neto.....	48
4.5.2.	Tasa Interna de Retorno	49
4.5.3.	¿Es viable el proyecto?	50
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
	Conclusiones.....	51
	Recomendaciones	52
	BIBLIOGRAFÍA.....	53
	ANEXOS.....	56

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Vinces es uno de los cantones más importantes de la provincia de Los Ríos. Su población representa al 9,2 % del número de habitantes de la provincia, siendo el tercer cantón con mayor población de la provincia.

En la provincia de Los Ríos, al año 2015, no se dispone de servicio de televisión digital, solo de formato analógico. Por esta razón en Vinces predominan los televisores con ésta característica de recepción.

Según la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, para el mes de Junio de 2015, la tabla de reportes de Radio y Televisión en el Ecuador es la que se muestra en la Tabla 1.1.

Reportes de Radio y TV Número de Estaciones de Televisión Abierta Por el tipo de frecuencia (VHF, UHF); por Matriz y Repetidora						
 Fecha de Publicación: 02 de Junio de 2015						
Provincia	Televisión Abierta				Total Televisión Abierta	Televisión Digital Terrestre (Matriz)
	UHF	VHF	Matriz	Repetidora		
AZUAY	9	22	2	29	31	2
BOLIVAR	4	9	1	12	13	

CAÑAR	10	8	2	16	18	
CARCHI	13	11	1	23	24	
CHIMBORAZO	10	18	2	26	28	
COTOPAXI	6	7	4	9	13	2
EL ORO	9	9	1	17	18	
ESMERALDAS	21	16	4	33	37	
GALAPAGOS	14	15	3	26	29	
GUAYAS	19	12	18	13	31	10
IMBABURA	10	11	4	17	21	1
LOJA	10	19	3	26	29	
LOS RIOS	13	13	3	23	26	
MANABI	23	20	4	39	43	2
MORONA SANTIAGO	5	19	1	23	24	
NAPO	8	12	1	19	20	
ORELLANA	4	3	1	6	7	
PASTAZA	5	8	1	12	13	
PICHINCHA	17	15	17	15	32	9
SANTA ELENA	12	9	1	20	21	
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	9	7	4	12	16	1
SUCUMBIOS	5	14	2	17	19	
TUNGURAHUA	11	11	2	20	22	1
ZAMORA CHINCHIPE	5	18	1	22	23	
Total general	252	306	83	475	558	28
Total General Porcentual	45,16	54,84	14,87	85,13%	100,00	
	%	%	%		%	

Tabla 1.1 Número de estaciones de Televisión abierta en Ecuador [1]

Como podemos observar en la tabla (actualizada al 2 de Junio de 2015), en la provincia de Los Ríos hay 26 estaciones de Televisión Abierta. Además podemos notar que no hay alguna estación matriz de Televisión Digital Terrestre en la provincia.

Esta tabla no es suficiente para asegurar que no hay alguna estación en la provincia de Los Ríos, ya que solamente nos da la cantidad de estaciones Matriz de Televisión Digital Terrestre. Para ello, podemos ver el listado de Estaciones de Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, emitido por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, el cual se encuentra en la Tabla 1.2.


Reportes de Radio y TV											
Listado de Estaciones de Televisión digital (TDT)											
											
Fecha de Publicación: 02 de Junio de 2015											
Provincia	Concesionario	Representante Legal	Nombre Estación	Frecuencia	Tipo	Telefono Estudio	Clase	Correo Del Concesionario	Cobertura	Pagina Web	Tipo Persona
AZUAY	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	47	R	-	SERVICIO PUBLI	gabriela.velez@ecuadortv.ec	CUENCA	www.ecuado	Jurídica
AZUAY	UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENC	POZO CABRERA EN	TELECUENCA	26	M	827862/0722403	COMERCIAL PR	telecuenca@gmail.com; rossybra	CUENCA	www.ucacue	Jurídica
COTOPAXI	CAICEDO ALVAREZ FREDY FRANCI	CAICEDO ALVAREZ	COLOR TV	25	M	32811103	COMERCIAL PR	gerencia@tvcolor36.com	LATACUNGA,	www.tvcolorr	Natural
COTOPAXI	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	21	R	-	SERVICIO PUBLI	gabriela.velez@ecuadortv.ec	ZUMBAHUA,P	www.ecuado	Jurídica
GUAYAS	CADENA ECUATORIANA DE TELEVIS	COELLO BESEKE CA	CADENA ECUATORIANA	29	M	42397664	COMERCIAL PR	mblum@tctelevisión.com	GUAYAQUIL,E	www.tctelevis	Jurídica
GUAYAS	CORPORACION ECUATORIANA DE T	VASQUEZ DONOSO	CORPORACION ECUATC	23	M	42564347	COMERCIAL PR	farosemena@ecuavisa.com	GUAYAQUIL,E	www.ecuavis	Jurídica
GUAYAS	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	21	R	-	SERVICIO PUBLI	gabriela.velez@ecuadortv.ec	GUAYAQUIL,E	www.ecuado	Jurídica
GUAYAS	MUVESA C.A.	MANCIATI ALARCON	COSTANERA (RTU)	41	M	2389009	COMERCIAL PR	luistirado77@hotmail.com	GUAYAQUIL,S	www.rtu.com	Jurídica
GUAYAS	PERONE S.A.	ANDRADE HERRERA	TV+ (TEVEMAS)	35	M	2522799	COMERCIAL PR	jcuadros@oromartv.com	GUAYAQUIL,S	www.tevemas	Jurídica
GUAYAS	RELAD S.A.	GOMEZ RODRIGUEZ	CANAL UNO	33	M	42680222	COMERCIAL PR	tccc5@hotmail.com; rbaque@can	GUAYAQUIL,S	www.canal1t	Jurídica
GUAYAS	TELEAMAZONAS GUAYAQUIL S.A.	CORRAL BUSTAMA	TELEAMAZONAS GUAY	27	M	560980	COMERCIAL PR	mfpazmiño@teleamazonas.com	GUAYAQUIL,E	-	Jurídica
GUAYAS	TELECUATRO GUAYAQUIL C.A.	GOMEZ AMADOR LU	RED TELESISTEMA (R.T.	25	M	2401465/2401511	COMERCIAL PR	presidencia@rts.com.ec	GUAYAQUIL,S	www.rts.com	Jurídica
GUAYAS	TELEVISION SATELITAL S.A. TV-SAT	CALLE GOMEZ LUIS	TELEVISION SATELITAL	39	M	881100	COMERCIAL PR	luis.calle@tvsatelital.tv	GUAYAQUIL,S	-	Jurídica
GUAYAS	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA	DOUMET ANTON MIC	UCSG TELEVISIÓN	45	M	-	COMERCIAL PR	television@ucsg.edu.ec	GUAYAQUIL,S	www.ucsg.edu	Jurídica
IMBABURA	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	POSSO SALGADO LU	U.T.V. LA TELEVISIÓN U	23	M	-	SERVICIO PUBLI	utv@utn.edu.ec	ERROR	www.utn.edu	Jurídica
MANABI	CORPORACION MANABITA DE RAD	MUÑOZ FIGUEROA	TV. MANABITA CANAL	25	M	-	COMERCIAL PR	info@tvmnabita.tv	MANTA,PORTC	-	Jurídica
MANABI	SISTEMAS GLOBALES DE COMUNIC	LOPEZ ALBERTO FE	OROMAR	23	M	055000401/5000	COMERCIAL PR	jcuadros@oromartv.com	MANTA,PORTC	-	Jurídica
PICHINCHA	CANAL UNO S.A.	CARRILLO GUEVAR	CANAL UNO	45	M	273875/0224496	COMERCIAL PR	mpaez@canal1tv.com;jcarrillo@ca	QUITO-DISTRIT	www.canal1t	Jurídica
PICHINCHA	CENTRO DE RADIO Y TELEVISION C	CORRAL BUSTAMA	TELEAMAZONAS	32	M	23974444	COMERCIAL PR	squijje@teleamazonas.com	QUITO-DISTRIT	www.teleama	Jurídica
PICHINCHA	COMPANIA TELEVISION DEL PACIFIC	AROSEMENA ROBL	TELEVISION DEL PACIFIC	30	M	2262222	COMERCIAL PR	rsalas@gamatv.com.ec	QUITO-DISTRIT	www.gamatv	Jurídica
PICHINCHA	COMPUSUD C.A. TELESUCESOS	NAJAS CORTES EM	TELESUCESOS	41	M	2430202/226828	COMERCIAL PR	freetimearg@uio.satnet.net	QUITO-DISTRIT	www.telesuc	Jurídica
PICHINCHA	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	26	M	-	SERVICIO PUBLI	gabriela.velez@ecuadortv.ec	QUITO-DISTRIT	www.ecuado	Jurídica
PICHINCHA	ORGANIZACION ECUATORIANA DE	GOMEZ AMADOR LU	TELESISTEMA	34	M	23731240	COMERCIAL PR	presidencia@rts.com.ec	QUITO-DISTRIT	www.rts.com	Jurídica
PICHINCHA	PEÑAHERRERA MUÑOZ JOSE OSWA	PEÑAHERRERA MUÑ	46 UHF ABC (RTU)	43	M	022224270/0222	COMERCIAL PR	-	QUITO-DISTRIT	www.rtu.com	Natural
PICHINCHA	TELEVISION SATELITAL S.A. TV-SAT	CALLE GOMEZ LUIS	TELEVISION SATELITAL	39	M	881645	COMERCIAL PR	luis.calle@tvsatelital.tv	QUITO-DISTRIT	-	Jurídica
PICHINCHA	TELEVISORA NACIONAL COMPANIA	JARAMILLO VASQUE	TELEVISORA NACIONAL	36	M	2995300	COMERCIAL PR	ecuavisaquito@ecuavisa.com	QUITO-DISTRIT	www.ecuavis	Jurídica
SANTO DOM	RADIO HIT S.A.	ALARCON LOMBEYO	TELEATAHUALPA (RTU)	24	M	222270/0227542	COMERCIAL PR	gerencia@rtu.com.ec	SANTO DOMIN	www.rtu.com	Jurídica
TUNGURAHU	MUVESA C.A.	MANCIATI ALARCON	UNIMAX	23	M	440054/0328468	COMERCIAL PR	luistirado77@hotmail.com	TISALEO,CEVA	www.rtu.com	Jurídica

Tabla 1.2 Listado de estaciones de TDT [1]

Como podemos ver en la Tabla 1.2, no existe estación de Televisión Digital Terrestre, o TDT, en la provincia de Los Ríos, y podemos concluir que no existe estación de Televisión Digital Terrestre en la ciudad de Vinces.

Con respecto a redes de fibra Óptica, Vinces no cuenta con algún cable de Fibra Óptica que pueda brindar el servicio de Televisión Digital. Lo que se busca en éste proyecto es diseñar la primera red de distribución hecha con fibra Óptica para Televisión Digital Terrestre Interactiva del Cantón.

1.2. Objetivo general

- Analizar la factibilidad para diseñar una red de fibra óptica pasiva FTTH (Fiber to the Home) con extensión EPON para brindar servicio de Televisión Digital Terrestre Interactiva en el sector central de la cabecera cantonal de la Ciudad de Vinces, provincia de Los Ríos, Ecuador.

1.3. Objetivos específicos

- Diseñar una red de Fibra Óptica que sirva como medio para mejorar la calidad de imagen, video y sonido que llega a los televisores de los habitantes del sector céntrico de la ciudad de Vinces.
- Impulsar al crecimiento de ésta red para que en un futuro, todo el cantón cuente con una red de fibra Óptica EPON y luego, con el servicio de Televisión Digital Interactiva.
- Impulsar a los demás cantones de la provincia de Los Ríos al uso de redes de fibra óptica para transmitir el servicio de Televisión Digital, incluso para la transmisión de otros servicios como telefonía, internet, entre otros.

1.4. Justificación del problema

Según preguntas realizadas personalmente a algunos habitantes de la ciudad de Vinces (ver anexo 13), ellos desearían contar con un servicio de televisión que les proporcione una excelente calidad de imagen, audio y vídeo, sin que las señales se vean afectadas por los fenómenos naturales como la lluvia o cualquier otro tipo de interferencia. Inclusive, están de acuerdo con la idea de disponer de interactividad

con la televisión, así ellos pueden expresar sus opiniones sobre los programas que están viendo y tener información sobre los programas que verán.

Es por eso que se ha diseñado la red de distribución como parte del Sistema de Televisión Digital Terrestre para el centro de la ciudad de Vinces. En la Figura 1.1 se puede observar cómo se vería la Televisión Digital Terrestre en Ecuador.



Figura 1.1 Así se vería la TDT en Ecuador [2]

1.5. Alcance y limitación

El alcance de ésta red está definida para un área de cobertura elegida. Se ha considerado el sector de la Figura 1.2 ya que, al visitar el cantón, se pudo observar que es el sector más poblado y más visitado.

Con respecto a las limitaciones, la TDT debe sujetarse a las limitaciones del Plan Nacional de Frecuencias en las bandas VHF y UHF.

La limitación para el diseño es el Río Vinces, para pasar el río debemos canalizar la fibra y eso tiene un gasto económico mayor.



Figura 1.2 Imagen Satelital del sector céntrico de Vinces

1.6. Ingresos proyectados

Se estima que los ingresos para los 5 primeros años de operación de una red de servicio de Televisión Digital Terrestre Interactiva, en el sector céntrico del cantón Vinces, sean como se muestran en las tablas 1.3, 1.4 y 1.5 a continuación:

Año	1	2	3	4	5
Ingresos	\$63.720,00	\$ 68.520,00	\$ 73.320,00	\$ 78.120,00	\$ 82.920,00

Tabla 1.3 Facturación total del servicio de televisión de los primeros 5 años de operación de la red para clientes residenciales

Año	1	2	3	4	5
Ingresos	\$6.360,00	\$ 9.360,00	\$ 12.360,00	\$ 15.360,00	\$ 18.360,00

Tabla 1.4 Facturación total del servicio de televisión de los primeros 5 años de operación de la red para clientes comerciales

Año	1	2	3	4	5
Total	\$ 70.080,00	\$ 77.880,00	\$ 85.680,00	\$ 93.480,00	\$ 101.280,00

Tabla 1.5 Valores totales de facturaciones de los primeros 5 años

1.7. ARPU

Los ingresos medios por usuario o ARPU (Average Revenue Per User), se calculan dividiendo el número total de ingresos obtenidos en un determinado período de tiempo, entre el total de usuarios activos de la empresa. La fórmula para calcular El ARPU para el primer año, para los usuarios residenciales, está dada en la Ecuación 1.1.

$$ARPU_{Residencial} = \frac{\text{Ingresos anuales residenciales}/12}{\text{Número de usuarios residenciales}} \quad (1.1)$$

$$ARPU_{Residencial} = \frac{\$63.720,00/12}{147} = \$36,12$$

Utilizando la ecuación 1.2 podemos obtener el ARPU para los usuarios comerciales.

$$ARPU_{Comercial} = \frac{\text{Ingresos anuales comerciales}/12}{\text{Número de usuarios comerciales}} \quad (1.2)$$

$$ARPU_{Comercial} = \frac{\$6360,00/12}{15} = \$35,33$$

Es decir que se van a recaudar \$36,12 mensualmente por cada usuario del tipo residencial, mientras que la recolección de dinero por cada abonado del tipo comercial será de \$35,33.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición

La Televisión Digital Terrestre es la aplicación de la tecnología digital a las señales de transmisión analógica. Ésta tecnología permite mejor optimización del uso del espectro radioeléctrico, mejora la calidad de las señales de audio y video, permite interactividad, entre otras cosas.

Es una tecnología que se basa en procesos de modulación y demodulación. En lugar de usar ondas hertzianas, transforma la información en código binario, y esto permite limitar el ruido y la interferencia y gracias a esto, se obtiene una mejor calidad de imagen. Además, al usar de mejor manera el espectro radioeléctrico, permite ofrecer más servicios en el mismo ancho de banda.

En la Figura 2.1 podemos ver las diferencias entre los tipos analógico y digital.

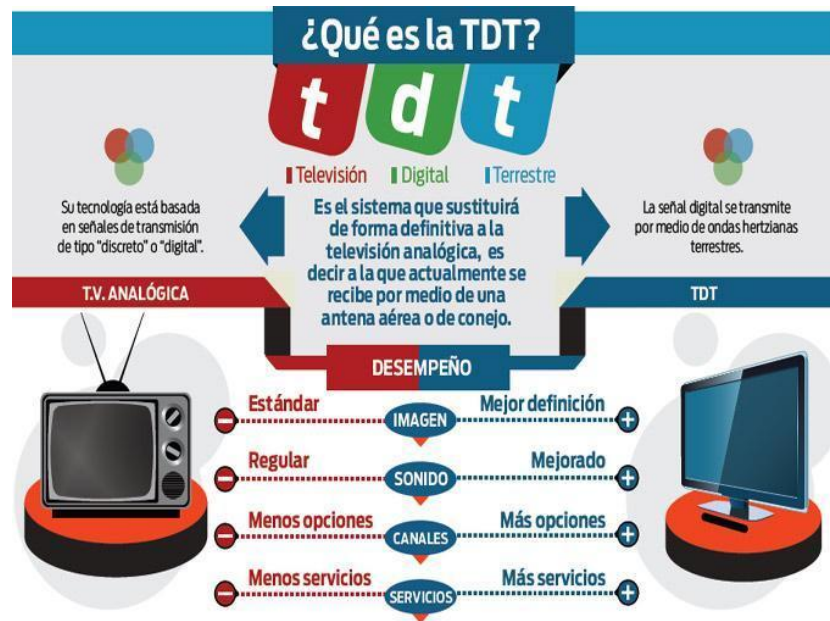


Figura 2.1 Definición de Televisión Digital Terrestre [3]

2.2. Conceptos

A continuación, se describirán algunos conceptos que están relacionados con el proyecto, como Televisión Analógica, el estándar de la TDT, la interactividad, la fibra óptica, entre otros. Cabe destacar que en el subcapítulo 2.1 ya se definió a la Televisión Digital Terrestre.

2.2.1. Televisión analógica

La televisión analógica permite la transmisión de señales que son moduladas y van desde una estación hacia las antenas receptoras. En sus inicios, la televisión analógica se transmitía en blanco y negro. Luego, se empezaron a transmitir las señales de los colores rojo, azul y verde, además de las señales de información del brillo, matiz y saturación.

La televisión analógica ocupa un gran ancho de banda en el espectro radioeléctrico. Además, las señales se ven alteradas por la lluvia, nieve, y otros fenómenos.

Su diferencia con la televisión digital es que ésta se desarrolló primero y a pesar de que la Televisión Digital viene en aumento, la televisión analógica sigue siendo la más usada en todo el mundo. Además, ésta no transforma las señales en códigos binarios y tiene una resolución baja comparada con la de Televisión Digital Terrestre.

2.2.2. Estándar ISDB-T

ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) o Radiodifusión Digital de Servicios Integrados es un conjunto de normas creado por Japón para las transmisiones de radio digital y televisión digital.

ISDB está conformado por una familia de componentes. La más conocida es la de televisión digital terrestre (ISDB-T e ISDB-Tb) pero también lo conforman la televisión satelital (ISDB-S), la televisión por cable (ISDB-C), servicios multimedia (ISDB-Tmm) y radio digital (ISDB-Tsb).

Además de transmisión de audio y video, ISDB también define conexiones de datos (transmisión de datos) con Internet como un canal de retorno sobre varios medios y con diferentes protocolos. Esto se usa, por ejemplo, para interfaces interactivas como la transmisión de datos y guías electrónicas de programas de TV.

En el anexo 7 se detallan las especificaciones técnicas del Estándar ISDB-T.

El estándar ISDB-Tb es la versión brasileña de éste estándar, y es la usada en la mayoría de los países de Latinoamérica, incluyendo Ecuador. Éste será el estándar considerado para el proyecto. [5]

2.2.3. Interactividad en Televisión

El desarrollo de las tecnologías de transmisión digital, hicieron posible añadir información extra junto a la señal de televisión, así como a los espectadores enviar información de retorno a las empresas proveedoras de servicios de televisión.

La televisión digital interactiva aprovecha la comunicación bidireccional y otras capacidades tecnológicas de la televisión digital para ofrecer una experiencia distinta al receptor, quien puede rebasar el límite que impone la pantalla y personalizar el contenido del televisor, ya sea a través de la información enviada durante la emisión de los programas o accediendo a servidores para intercambiar información a través de un canal de retorno.

Existen tres niveles de interactividad:

- **Interactividad local:** El espectador interactúa con la información almacenada en el receptor, la cual se actualiza con cierta periodicidad, sin que exista un canal de retorno hacia el emisor.
- **Interactividad remota:** El espectador interactúa con un proveedor de servicios exterior, al que se conecta mediante un canal de retorno. Este nivel permite aplicaciones totalmente bidireccionales.

- **Interactividad Plena:** El espectador tiene acceso a internet para la publicación de contenido personal.

Para poder acceder a servicios y aplicaciones interactivos es necesario de un Set-Top-Box (STBs), que es un decodificador encargado de decodificar la señal digital para poder mostrarla a través de los televisores analógicos. [6]

La interactividad remota es la que se pretende utilizar en el presente proyecto.

2.2.4. Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión de datos que consiste en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. [7]

En la Figura 2.2 se muestran los hilos de fibra óptica.

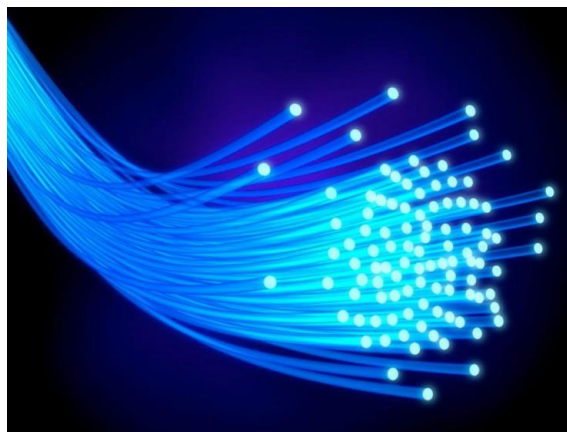


Figura 2.2 Fibra Óptica [8]

Entre las ventajas de la fibra óptica podemos destacar:

- Mayor velocidad en la transmisión de datos.
- Muy buena Capacidad de transmisión.
- Seguridad en la transmisión de datos.

Así como tiene sus ventajas, la fibra óptica tiene pocas desventajas, las cuales son:

- Costo de instalación más elevado que el cable coaxial.
- Reparación complicada.

La fibra óptica se clasifica, según el modo de propagación, en: Monomodo, Multimodo índice escalonado y multimodo índice gradual. [9]

Fibra Óptica Monomodo

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gbit/s). [9]

Fibra Óptica Multimodo con índice escalonado

En este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal. [9]

Fibra Óptica Multimodo con índice gradual

El índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales. [9]

En la figura 2.3 se muestran los tipos de fibra óptica.

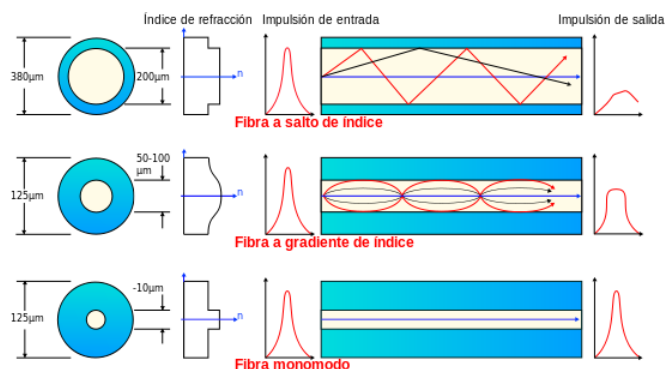


Figura 2.3 Tipos de fibra óptica [9]

2.2.5. Redes PON

Una red óptica pasiva (conocida como PON, del inglés Passive Optical Network) es una red punto-multipunto que lleva una conexión de fibra óptica hasta casa del usuario.

Las redes ópticas pasivas presentan una arquitectura similar a las redes de cable. En las redes de cable existen varios nodos ópticos, unidos con la cabecera a través de fibra óptica, de los cuales se llega a los abonados mediante cable coaxial y utilizando divisores (splitters) eléctricos. Las redes ópticas pasivas sustituyen el tramo de coaxial por fibra óptica monomodo y los divisores eléctricos por divisores ópticos. De esta manera, se eliminan todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente; de ahí proviene el adjetivo “pasivas” dado a las redes.

Como en las redes de cable, existen dos canales:

- Por el canal descendente los datos llegan desde cada nodo al divisor donde se dirigen a la unidad óptica terminal del usuario correspondiente. En este procedimiento se utiliza multiplexación en el tiempo (Time Division Multiple Access TDMA).

- Por el canal ascendente, la unidad óptica terminal del usuario envía la información al nodo sin intervención del divisor salvo para controlar el momento en que se da curso a dicha información.

Para que no se produzcan interferencias entre ambos canales (al utilizarse una única fibra para llegar a cada cliente) se utilizan técnicas WDM (Wavelength Division Multiplexing) que permiten el uso de longitudes de onda diferentes sobre la misma fibra.

Son varias las ventajas de las redes ópticas pasivas frente a otros accesos fijos de banda ancha como las redes de cable o ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line):

- El ancho de banda ofrecido a los usuarios es mayor. Este ancho es diferente en cada estándar concreto. En el estándar GPON se supera el Gbps.
- Aumento de la cobertura, que llega a una distancia de unos veinte kilómetros desde la central.
- Minimización de la cantidad de fibra óptica necesaria para el despliegue si se compara con las arquitecturas punto a punto.
- Mejora en la calidad del servicio gracias a la inmunidad que presenta la fibra óptica a los ruidos electromagnéticos. [10]

En la actualidad EPON (de Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE) y GPON (de la Internacional Telecommunications Unit), son los estándares preferidos al momento de diseñar una red óptica pasiva debido a las diversas ventajas que poseen sobre otras redes de similares características.

Redes GPON

La red óptica pasiva con capacidad de gigabit (GPON), se trata de las estandarizaciones de la redes PON a velocidades superiores a 1 Gbit/s.

Este nuevo estándar surgió con el fin de establecer nuevas exigencias a la red:

- Soporte de todos los servicios: voz (TDM, tanto SONET como Synchronous Digital Hierarchy SDH), Ethernet (10/100 BaseT), ATM (Asynchronous Transfer Mode).
- Alcance máximo de 20 km, aunque el estándar se ha preparado para que pueda llegar hasta los 60 km
- Soporte de varios bitrate con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbit/s, 1.25 Gbit/s, y asimétricas de 2.5 Gbit/s en el enlace descendente y 1.25 Gbit/s en el ascendente.
- Seguridad del nivel de protocolo para el enlace descendente debido a la naturaleza multicast de PON. [11]

Redes EPON

EPON son redes basadas en tecnología pasiva óptica con enlaces punto a multipunto sobre fibra óptica.

Las ventajas que presenta son:

- Trabaja directamente a velocidades de gigabit (que se tiene que dividir entre el número de usuarios).
- La interconexión de islas EPON es más simple.
- La reducción de los costes debido a que no utilizan elementos ATM y SDH, sino que se transmiten tramas Ethernet puras.

2.3. Arquitectura

La arquitectura de una red EPON se basa en el transporte de tráfico Ethernet manteniendo las características de la especificación IEEE 802.3. En la figura 2.4 se muestra el ejemplo de una red con estas características.

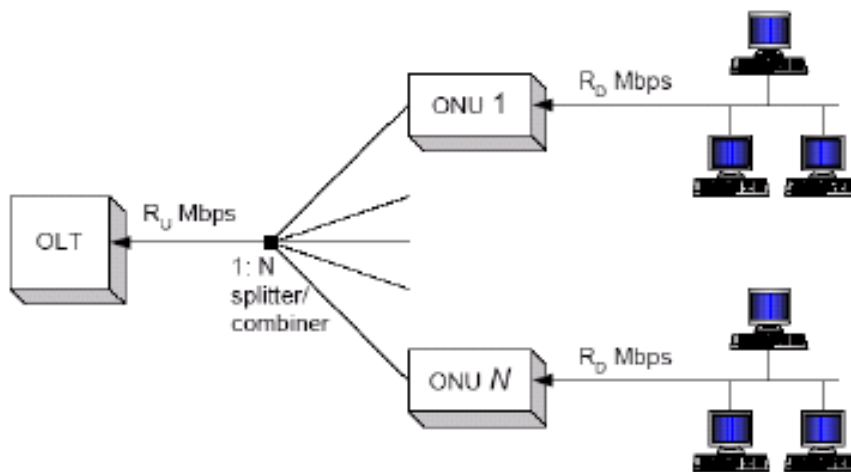


Figura 2.4 Topología de la red EPON [12]

Una arquitectura clásica PON se compone de un terminal OLT y varias ONUs. El módulo OLT trabaja como nodo de acceso, conectando la red de acceso óptica a la red troncal y es la encargada de planificar y asignar los recursos de transmisión a las ONUs. [12]

2.4. Equipos

Los equipos principales de las redes pasivas PON, además de la Fibra Óptica, son:

- OLT (Optical Line Terminal)
- ODF (Optical Distribution Frame)
- ODN (Optical Distribution Network)
- ONU (Optical Network Unit)
- *Splitters*

2.4.1. OLT

El OLT (Optical Line Terminal) es el elemento que debe estar situado en el nodo central. Éste es el que recibe el tráfico, en éste caso las señales de

Televisión Digital Interactiva, y lo encamina hacia la red de distribución Óptica. Además, realiza funciones similares a las de un router.

A través de divisores ópticos, un OLT puede comunicarse con múltiples dispositivos ONU. La red EPON puede conectarse hasta con 256 ONU por cada OLT. Entre el OLT y los ONU debe existir una distancia máxima de 20 km.

En la Figura 2.5 se detalla un ejemplo de un OLT.



Figura 2.5 Ejemplo de OLT [13]

2.4.2. ODF

El ODF (Optical Distribution Frame) es un equipo que debe estar ubicado en el nodo central junto al OLT. Es un equipo de distribución que se utiliza para conectar fibras y cables ópticos. Facilita la centralización, interconexión y derivación de fibra óptica.

En la Figura 2.6 se muestra un ejemplo de ODF.



Figura 2.6 Ejemplo de ODF [14]

2.4.3. ODN

La ODN (Optical Distribution Network) es la red integrada por fibra, splitters, conectores, entre otros. Ésta red comunica al OLT con todas las ONUs.

En la Figura 2.7 se muestra un ejemplo de ODN.

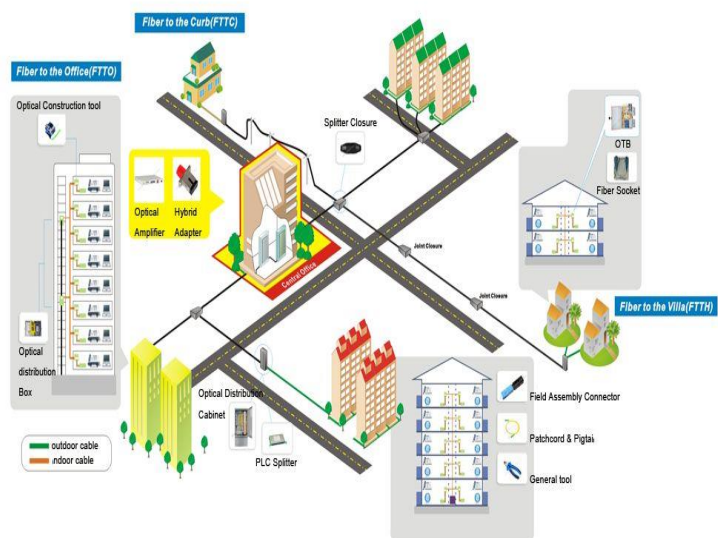


Figura 2.7 Ejemplo de ODN [15]

2.4.4. ONU

La ONU (Optical Network Unit) es un dispositivo que convierte las señales ópticas en eléctricas. Estas señales eléctricas son enviadas hacia los usuarios finales

En la Figura 2.8 se muestra un ejemplo de ONU.



Figura 2.8 Ejemplo de ONU [16]

2.4.5. Splitters Ópticos

Los *splitters* son dispositivos pasivos encargados de la división de la señal proveniente de una hebra para varias otras.

La utilización de *splitters* le da la arquitectura punto-multipunto a la red. Es decir que de una fibra los *splitters* se encargan de dividirla y distribuir las señales por toda la red.

Los *splitters* se clasifican según su radio de división. Existen *splitters* 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64.

En la Figura 2.9 se muestra un ejemplo de un *splitter* óptico:

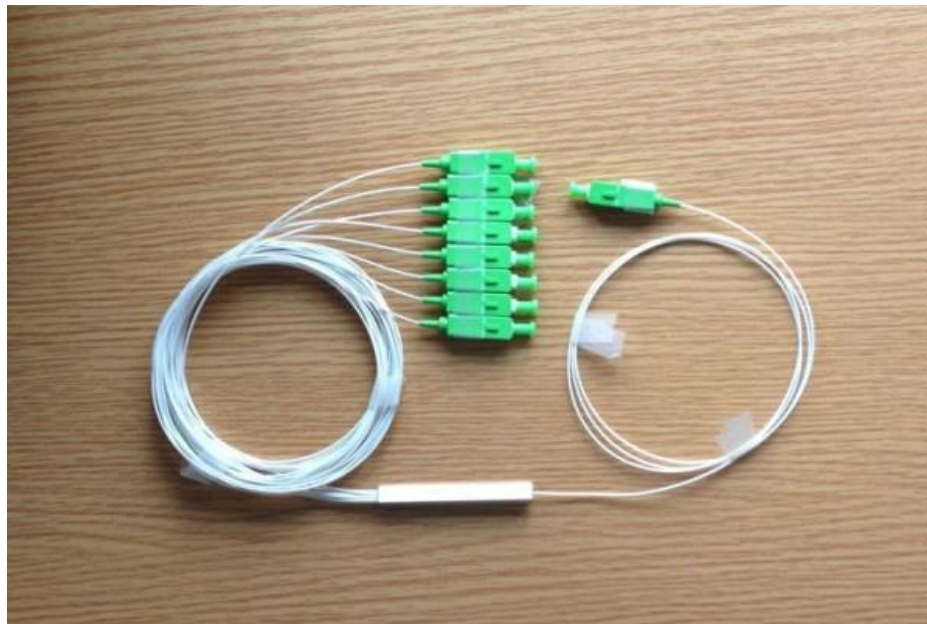


Figura 2.9 Ejemplo de Splitter Óptico [17]

2.5. Comparación

Las redes PON pueden clasificarse dependiendo de su estándar y del protocolo que las ha desarrollado. Éstas se dividen en:

- APON (ATM Passive Optical Network).
- BPON (Broadband Passive Optical Network)
- EPON (Ethernet Passive Optical Network)
- GPON (Gigabit Passive Optical Network)
- GEAPON (Gigabit-Ethernet Passive Optical Network)

Existen algunos parámetros que diferencian un tipo de red con los otros. En la Tabla 2.1 mostramos las diferencias consideradas de los tipos de redes GPON y EPON. Se han considerado parámetros como: velocidades de línea, alcance, entre otros.

Parámetro	IEEE EPON	UIT-T GPON
Velocidad de línea descendente (Mbps)	1250	1244.16 o 2488.16
Velocidad de línea ascendente (Mbps)	1250	155.52 o 622.08 o 1244.16 o 2488.32
Codificación de línea	8B/10B	NRZ
Direccionamiento mínimo por nodo	16	64
Direccionamiento máximo por nodo	256	128
Alcance tramo de fibra	10 o 20Km	20 Km.
Protocolo nivel 2	Ethernet	Ethernet sobre ATM
Soporte tráfico TDM (voz, centralitas)	TDM o IP	TDM nativo sobre ATM o TDM o IP
Flujos diferentes de tráfico por sistemas PON	Depende del número de ONUs	4096
Capacidad ascendente para tráfico IP	< 900Mbps	1160Mbps
Seguridad en redes	DES (Data Encryption Standard)	AES (Advanced Encryption Standard)

Tabla 2.1 Comparaciones entre EPON y GPON

2.6. Selección y recomendaciones

2.6.1. Selección

Las redes tipo EPON y GPON son las más utilizadas. Al momento de elegir el tipo de red para la implementación de Fibra Óptica en Vinces se han considerado las ventajas y desventajas que ambas poseen, considerando los parámetros que se encuentran en la Tabla 2.1.

Para el diseño de ésta red, se consideró el estándar IEEE 802.3ah, o Ethernet en última milla. Éste es un estándar para usuarios con redes punto-multipunto y punto-punto sobre fibra. Al ser EPON una topología punto-multipunto en

canal de *downstream* y punto-punto en el canal de *upstream*, el estándar IEEE 802.3ah se puede aplicar al modelo EPON.

El estándar IEEE 802.3ah es uno de los estándares más utilizados. Tomando en cuenta el estándar, las características de EPON y las condiciones del proyecto, elegimos a EPON ya que éste proyecto se puede aplicar a éste tipo de red.

EPON tiene sus ventajas, como lo es el estándar IEEE 802.3ah. Además EPON trabaja directamente con velocidades de Gigabit. Permite un alcance de 20 km al igual que GPON. EPON puede soportar 256 ONUs, mientras que GPON puede llegar a soportar 128 ONUs.

A nivel económico, los costos de los equipos EPON son menores que los de GPON. GPON tiene sus ventajas pero con un precio mayor. En Vinces la mayoría de sus habitantes no son de alta clase económica, por lo que sería conveniente el uso de la red EPON.

2.6.2. Recomendaciones

- Reconocer las características de los diferentes tipos de redes PON.
- Estudiar las necesidades y características del sector.
- Realizar un análisis económico de todos los tipos de redes.
- En base a las recomendaciones anteriores, elegir al tipo de red óptimo para el sector a cubrir.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA RED

3.1. Elección de equipos para el diseño de la red

Para el diseño de la red de distribución de televisión digital terrestre con extensión EPON, la red empezará con los OLT que estarán ubicados en la central, continuará con la ODN y terminará con los ONU en las residencias de los usuarios. En la figura 3.1 se muestran los elementos de una red EPON.

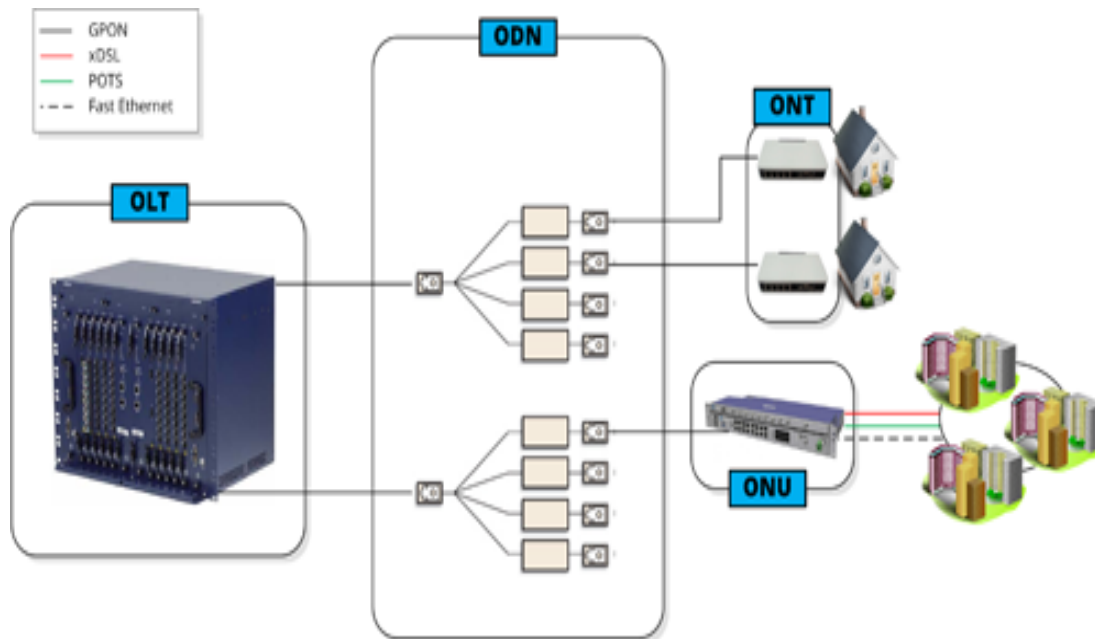


Figura 3.1 Elementos de una red EPON [18]

3.1.1. OLT

El OLT a utilizar es el de la marca Huawei (Original HUAWEI MA5680T), éste estará ubicado en la central. En la figura 3.2 se muestra el OLT a usar para el proyecto.



Figura 3.2 OLT para la red EPON [19]

3.1.2. ODF

El ODF es el Huawei 48 Core ODF. Tiene una gran capacidad y excelentes características. En la Figura 3.3 se muestra el ODF Huawei.



Figura 3.3 ODF Huawei [20]

3.1.3. ODN

La ODN comprende: Fibra óptica, *splitters*, empalmes, conectores, etc.

La fibra óptica y los *splitters* son de diferentes marcas. En la figura 3.4 se muestra un ejemplo de ODN.

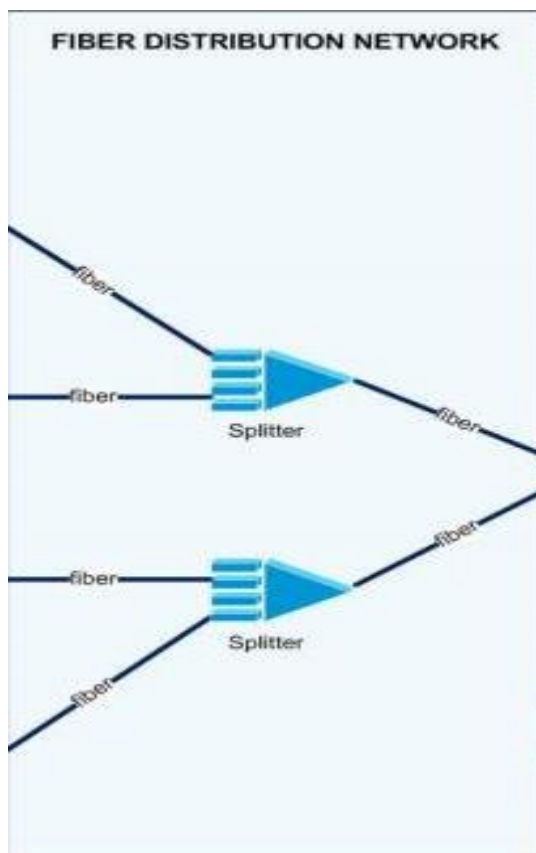


Figura 3.4 Ejemplo de ODN

3.1.4. ONU

El ONU debe ser hecho por el mismo fabricante del OLT, es decir que aquí se usará el ONU marca HUAWEI. En la figura 3.5 se muestra el ONU de la marca HUAWEI



Figura 3.5 ONU Huawei [21]

3.2. HFC vs FTTH

3.2.1. HFC

Las redes HFC (Hibryd Fiber Coaxial) es una red que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial. Permite el acceso a internet de banda ancha utilizando las redes CATV (Community Antenna Television) existentes. La tecnología de la fibra híbrida coaxial se puede diferenciar en dos partes: la primera consiste en conectar al abonado por cable coaxial en un nodo zonal y después interconectar los nodos zonales con fibra óptica. Con la fibra híbrida coaxial nos estamos beneficiando de las características de la fibra óptica y del cable coaxial.

La fibra óptica proporciona la ventaja de cubrir distancias largas con un mínimo de amplificación y regeneración de la señal. El cable coaxial proporciona una capacidad de ancho de banda bastante grande.

3.2.2. FTTH

La fibra hasta el hogar (FTTH) utiliza cables de fibra óptica y sistemas de distribución óptimos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados. La fibra hasta el hogar permite velocidades de hasta 100 megas. La tecnología FTTH permite que la fibra óptica llegue hasta la casa del cliente. La red de acceso entre el abonado y el último nodo de distribución puede realizarse con una o con dos fibras ópticas o con una red óptica pasiva.

3.2.3. ¿Por qué FTTH?

Se eligió Fibra Óptica debido a las grandes ventajas que la misma posee, como inmunidad ante interferencias, capacidad de transmitir múltiples señales en la misma fibra.

Se escogió FTTH porque si el cable se llega a romper, será más sencillo su funcionamiento debido que su empalme es a través de fusionadora.

3.3. Factibilidad para el diseño de la red

Para diseñar la red EPON, se deben considerar algunos aspectos, realizar una buena observación para elegir los elementos a emplear. Hay que considerar lo siguiente:

- a) Distancia.
- b) Estado del terreno, clima.
- c) Análisis de los diferentes tipos de fibra para saber cuál es el tipo de fibra óptica a utilizar.
- d) Forma del tendido de fibra: Aéreo, canalizado o mixto.
- e) Topología de la red.

3.3.1. Datos del área de cobertura

En la Figura 3.6 se muestra el área de cobertura del sector



Figura 3.6 Cobertura para TDT

En la tabla 3.1 se especifican los datos sobre el área de cobertura

Latitud	1° 33' 22.68" S
Longitud	79° 45' 7.67" O
Alcance	534 metros
Inclinación	16°
Longitud de la parte más ancha	0,29 Km
Longitud promedio de arriba - abajo	0,28 Km

Tabla 3.1 Datos del área de cobertura

3.3.2. Estado del terreno y clima.

En el cantón Vinces, sobre todo en el área que estamos cubriendo, el 85% de las calles están asfaltadas mientras que el 15% no se encuentran en buen estado. Algunas están llenas de arena.

El clima en Vinces se estima que esté entre los 26° y 37°. Es una ciudad en la que las lluvias se vuelven muy frecuentes en el primer semestre del año. Siempre se ve afectada por inundaciones y desborde del Río Vinces. Inclusive después de que desaparecen las inundaciones, quedan charcos de agua y mucho lodo.

3.3.3. Fibra a utilizar y forma de tendido de la misma

El tipo de fibra óptica a utilizar es la fibra óptica monomodo, ya que tiene la ventaja de tener un mayor ancho de banda.

Con respecto a la forma de tendido, la fibra que viene desde Palestina, es decir la que está en la carretera, estará canalizada, incluyendo el hecho de que debe pasar por 1 río en la Zona de Macul.

Cuando la fibra llegue a Vinces, ahí se implementará el tendido aéreo, utilizando los postes que están en todo el cantón.

3.4. Diseño

3.4.1. Diseño de la ruta hacia el cantón

Para el diseño se ha investigado sobre las diferentes rutas de fibra óptica que existe en el Ecuador.

Se ha encontrado que la fibra óptica de Telconet, según la figura 3.7, en la zona cercana a Vinces, pasa por el cantón Palestina de la provincia del Guayas. Ésta fibra de Telconet brinda servicios de Televisión Digital.

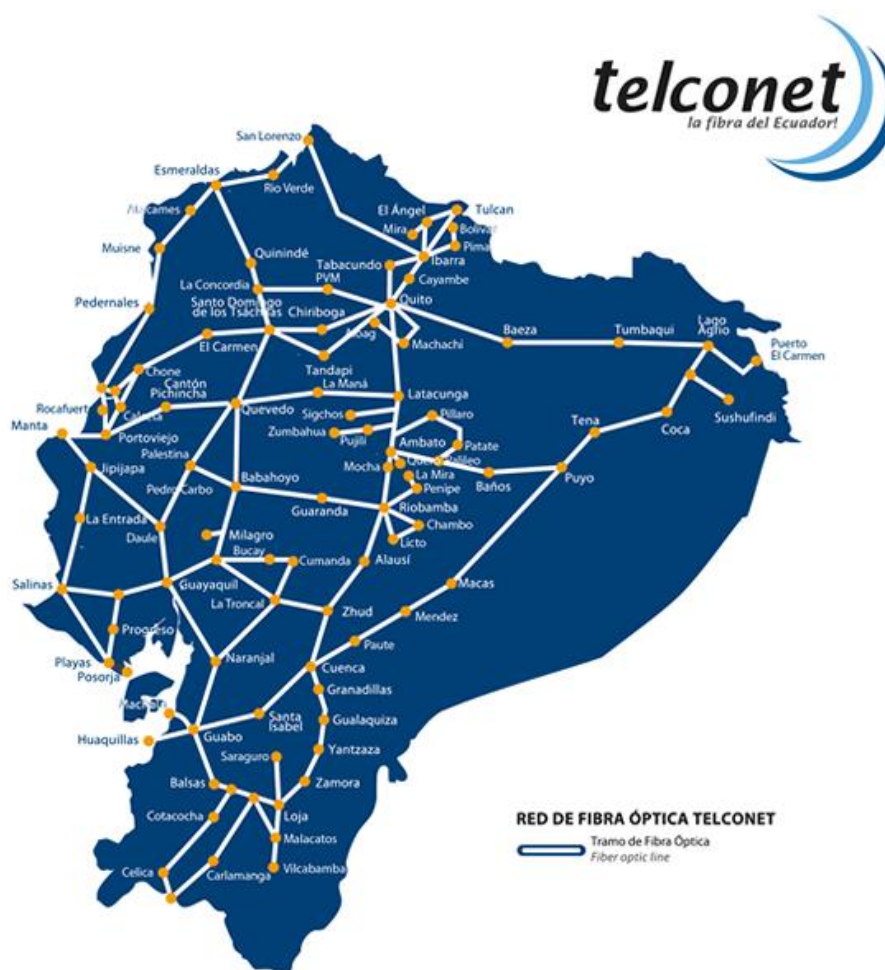


Figura 3.7 Fibra Óptica de Telconet [22]

Como se puede observar, la Red de Fibra Óptica de Telconet no pasa por el cantón Vinces, y la fibra más cercana pasa por el Cantón Palestina. Por lo tanto, debe existir un enlace que comunique a la fibra óptica de Telconet con Vinces. En la figura 3.8 se muestra dicho enlace. La fibra óptica llegará canalizada hasta la entrada del cantón debido a que no hay postes. Ya en el cantón estará vía aérea, es decir, utilizando el tendido eléctrico.

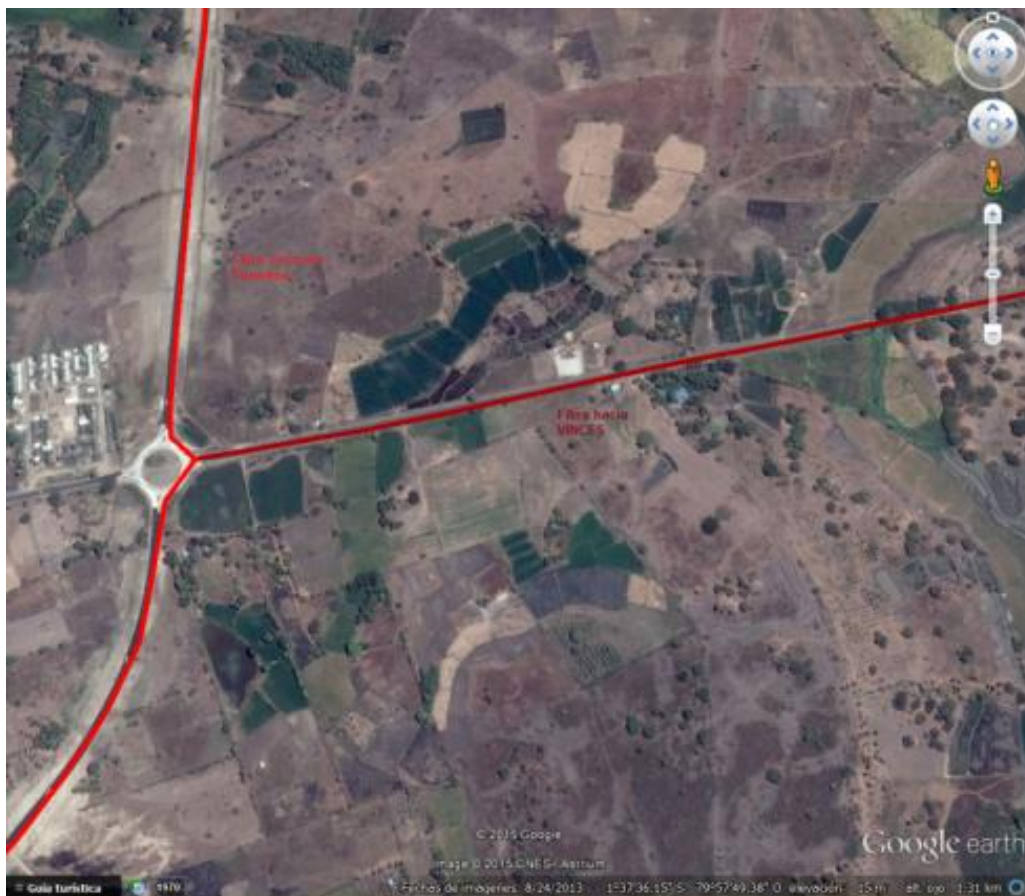


Figura 3.8 Enlace entre la Fibra de Telconet que pasa por Palestina y la Fibra que irá hacia Vinces

En la Figura 3.9, se puede ver la fibra hasta llegar a la zona céntrica del cantón Vinces.

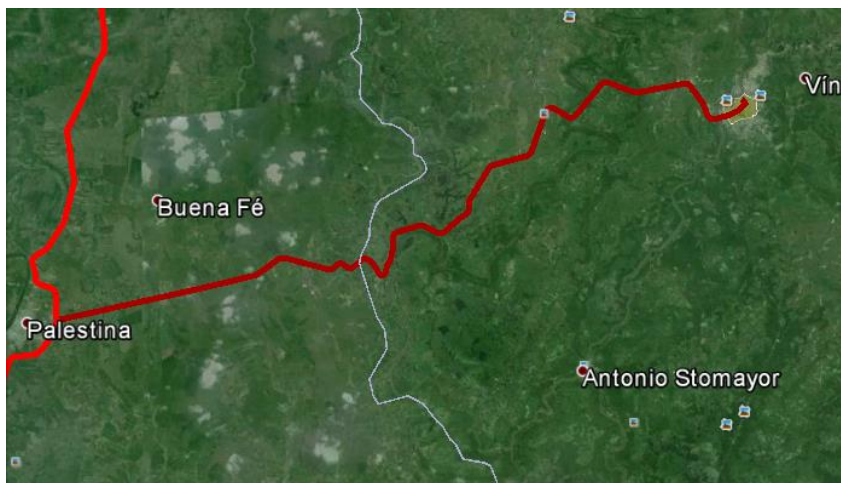


Figura 3.9 Recorrido de la fibra hacia el cantón Vinces

En la Figura 3.10 se puede observar la llegada de la Fibra óptica hacia el área de cobertura. La fibra llega hacia el Nodo central del área de cobertura.



Figura 3.10 Llegada de la fibra óptica hacia el nodo central

3.4.2. Sectorización del área de cobertura

Para el diseño de la red, hemos dividido el área de cobertura en 3 zonas, las cuales se muestran en la Figura 3.11.



Figura 3.11 Sectorización

Podemos notar que el Nodo Central, está en la zona Lila. De aquí saldrá toda la fibra de la red.

En la Tabla 3.2 se escriben los detalles de cada una de las zonas, indicando latitud, longitud y altura en msnm.

ZONA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA en msnm
AZUL	1° 33' 45.70" S	79° 45' 22.89" O	17
LILA	1° 33' 22.89" S	79° 45' 6.76" O	18
AMARILLA	1° 33' 22.89" S	79° 45' 6.76" O	15

Tabla 3.2 Datos de las zonas del área de cobertura

En la tabla 3.3 tenemos el número estimado de usuarios por sector.

ZONA	N° de usuarios (estimado)
1	57
2	56
3	49
TOTAL	162

Tabla 3.3 Estimación del número de usuarios por zona

3.4.3. Estructura de la Red

Para el diseño de la Red FTTH – EPON se ha utilizado la topología árbol. En el nodo central estará ubicado 1 OLT y 3 ODF, cada ODF estará destinado a una zona. Luego, del ODF saldrá un *Feeder* hacia un *Splitter* 1:8, el mismo que divide a la fibra en 8 fibras las cuales llegarán a otro *Splitter* de 1:8, para luego llegar a cada uno de los usuarios. Los usuarios tendrán cada uno una ONU.

En total la red está diseñada para un total de 192 familias, con posibilidades de expansión, ya que en realidad serán 162 usuarios.

En la Figura 3.12 se muestra el diseño de la Red en la zona de cobertura.

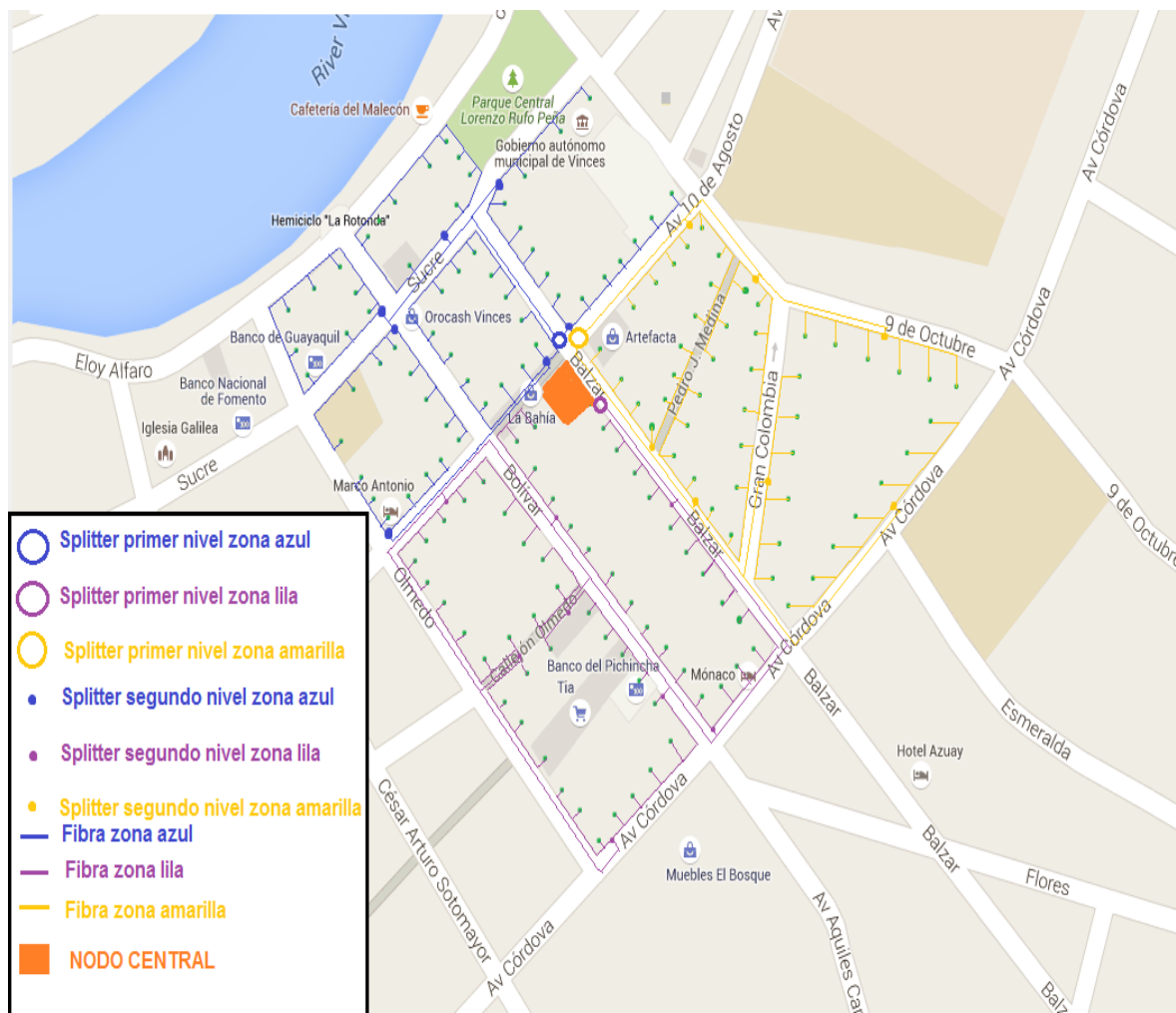


Figura 3.12 Diseño de la Red FTTH EPON en el área

3.4.4. Equipos necesarios para la Red

El OLT estará en la central y estará junto los ODF, al ser 3 zonas a cubrir, cada ODF estará destinado para una zona, aunque el número puede crecer si la cantidad de zonas a cubrir es más grande.

En la Tabla 3.4 se detallan las cosas que se necesitan para el diseño.

Elemento	Cantidad
OLT	1
ODF	3
<i>Splitter 1:8</i>	27
ONU	162
Cable monomodo	4900 metros
Cable Multimodo	30.2 Km
Rosetas, conectores y vinchas	No definido

Tabla 3.4 Elementos necesarios para la red EPON

3.4.5. Velocidades en las diferentes etapas de la red

Cada puerto del OLT tiene un ancho de banda de 1.25 Gbps, y como cada puerto OLT tiene 64 ONU, cada cliente tendrá 19.53 Mbps de velocidad, lo que se considera un ancho de banda excelente para brindar el servicio de Televisión Digital Terrestre e incluso, otros servicios.

En la Tabla 3.5 se muestra la velocidad de línea por usuario en la red.

RED EPON	Velocidad por línea	Velocidad después de la primera fase de splitters 1:8	Velocidad después de la segunda fase de splitters 1:8 (equivalente a 1:64)
Downstream	1.25 Gbps	156.25 Mbps	19.53 Mbps
Upstream	1.25 Gbps	156.25 Mbps	19.53 Mbps

Tabla 3.5 Velocidades de línea por usuario en la red

3.4.6. Topología de la red diseñada

En la Figura 3.13 se muestra un esquema de topología de red.

Podemos observar que es una topología tipo árbol. El OLT y los ODF están ubicados en el nodo central. Luego, viene el primer nivel de *splitters* 1:8. De éste nivel salen los cables de fibra que entrarán al segundo nivel de *splitters* 1:8. Luego los cables son repartidos hacia los diferentes ONU's que estarán ubicados en las residencias de los usuarios.

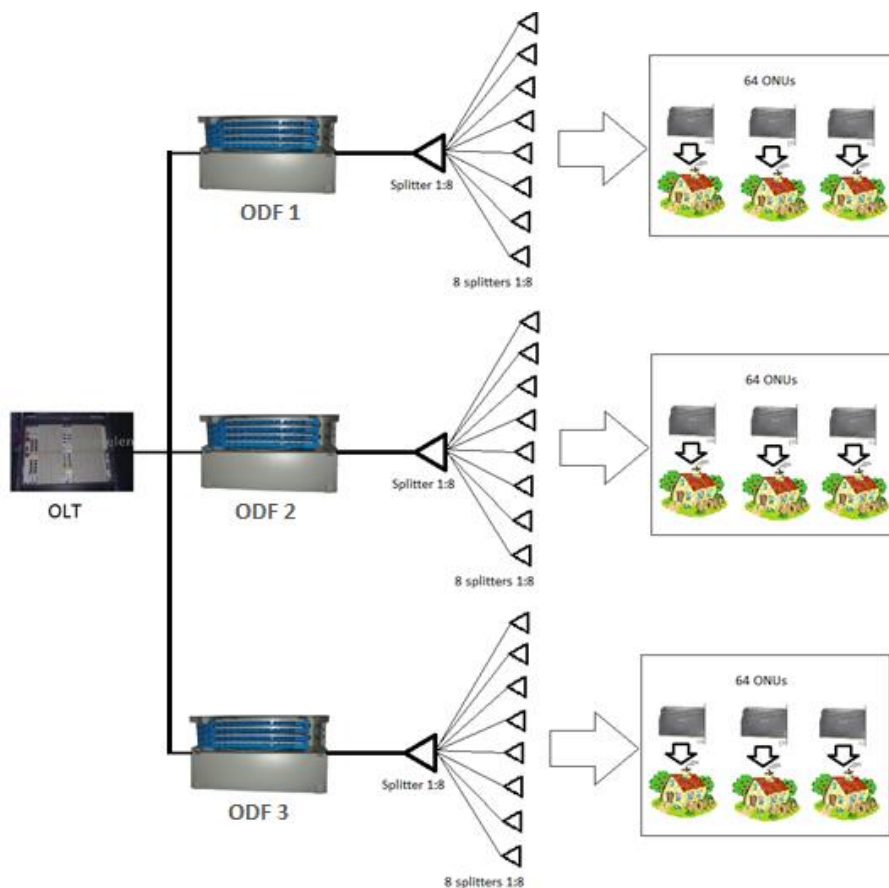


Figura 3.13 Topología de la red diseñada para el sector céntrico del cantón Vinces

3.5. Uso de la red diseñada, Televisión Digital Interactiva.

La red está diseñada para brindar el servicio de Televisión Digital Interactiva en el sector céntrico del cantón Vinces.

En la Figura 3.14 se muestra el contenido de una Red de Televisión Digital.

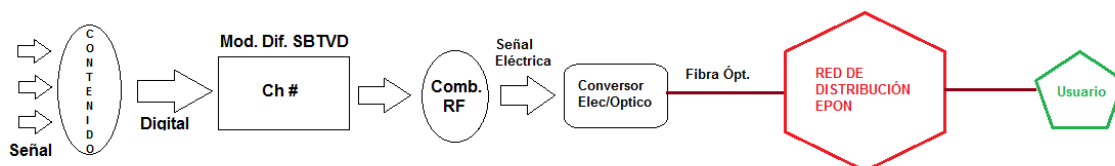


Figura 3.14 Topología para brindar el servicio de Televisión Digital Interactiva

Para que la señal llegue a la Red, primero las señales analógicas deben ser transformadas a señales digitales. Luego la señal digital pasa por un Modulador para pasar después a un Combinador de Radio Frecuencia que genera la señal eléctrica, la misma que debe ser convertida a través de un conversor eléctrico-óptico. De éste sale la fibra que va hacia la red de distribución para que finalmente llegue a los usuarios.

Éste proyecto sólo se encarga del diseño de la Red de Distribución EPON.

3.6. Cálculo de pérdidas

Hay diferentes tipos de pérdidas que la red puede sufrir, tales como: pérdida por empalme, por inserción, por conexiones y por atenuaciones, además de la presencia de ruidos y agentes externos.

Para éste proyecto consideramos las pérdidas por longitud, por empalmes, por conectores y por inserción. Las demás pérdidas las consideramos despreciables.

Para el cálculo de las pérdidas, consideraremos un enlace desde el OLT ubicado en la central y el ONU ubicado en la residencia del usuario. El esquema se muestra en la Figura 3.15

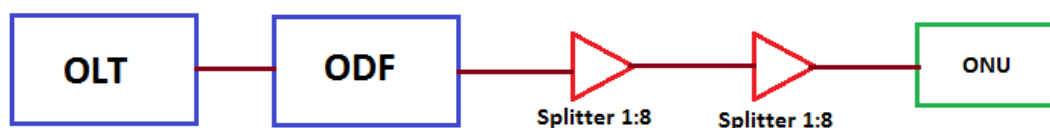


Figura 3.15 Enlace desde el OLT hacia el usuario

3.6.1. Pérdidas por longitud

Para el cálculo de pérdidas por longitud, debemos saber la longitud total de la fibra:

Longitud total de la fibra (Km) = Longitud del OLT hacia el ODF + Longitud desde el ODF hacia el 1er *Splitter* + Longitud desde el 1er *Splitter* hacia el 2do *Splitter* + Longitud desde el 2do *Splitter* hacia el ONU.

Longitud total de la fibra (Km) = 0.001 (longitud fija)+ 0.03 Km (longitud fija) + 0.59 Km (longitud variable) + 0.05 Km (longitud variable)

Longitud total de la fibra (Km) = 0,671 Km

Nota: En la red se puede observar que las longitudes entre *splitters* y desde el *splitter* hacia el ONU son variables, algunas son largas y otras cortas. Para el cálculo se consideró las longitudes más largas que hay en la red. Por lo tanto el valor de pérdida que vayamos a obtener será el valor máximo.

Pérdidas por longitud (dB) = Longitud de la fibra (Km) * Coeficiente de atenuación para el cable de fibra óptica monomodo (dB/Km)

Pérdidas por longitud = 0.671 Km * 0.4 (dB/Km) = 0.2684 dB

3.6.2. Pérdidas por conectores

Hay 2 conectores en la red, los mismos que están ubicados en el ONU y el OLT.

Pérdidas por conectores (dB) = Número de conectores * coeficiente de pérdida de conector (dB/conector)

Pérdidas por conectores (dB) = 2 * 0.5 = 1 dB.

3.6.3. Pérdidas por empalme

El empalme sólo existirá en el tramo del 2do *splitter* hacia el ONU.

Pérdida por empalme (dB) = Número de empalmes * coeficiente de pérdida de empalme (dB/empalme)

Pérdida por empalme (dB) = 1 * 0.2 = 0.2 dB

3.6.4. Pérdidas por inserción

En un splitter 1:8 la pérdida por inserción es menor o igual a 10.3 dB, el mismo tiene 9 inserciones, es decir que la cantidad de dB/inserción es igual a 1.2.

Pérdida por inserción = 4 inserciones * 1.2 (dB/inserción) = 4.8 dB

3.6.5. Pérdida total

Existe un margen de pérdida de 2dB, por lo tanto la fórmula de pérdida total es:

Pérdida total (dB) = Pérdida por longitud + pérdida por conector + pérdida por empalme + pérdida por inserción + margen de pérdida.

$$\text{Pérdida total (dB)} = 0.2684 + 1 + 0.2 + 4.8 + 2 = 8.2684 \text{ dB}$$

Como se había dicho antes, el valor de la pérdida puede cambiar, ésta vez consideramos las longitudes más largas que hay en la red. Por lo tanto ésta es la pérdida máxima.

El valor de pérdida obtenido es bajo, por lo tanto no hay inconveniente para el diseño de la red.

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN (TIEMPOS Y VALORES)

Para todo proyecto a implementarse, es fundamental realizar el análisis económico para determinar la rentabilidad que tiene el proyecto en un futuro. Esto puede afectar en la decisión que la empresa vaya a tomar al momento de invertir.

4.1. Inversión

Se conoce como inversión a la cantidad de dinero que se debe pagar para la ejecución de un proyecto.

Es fundamental conocer la inversión que se debe realizar para la construcción de la red de Fibra Óptica FTTH. La inversión total, en éste caso, es la suma de los precios de los componentes de la red (OLT, ODN y ONU) más los precios de la mano de obra para la implementación de la misma.

4.1.1. Precios de los componentes de la red

En la Tabla 3.4 presentada en el capítulo anterior, se enlistaron los elementos principales. Sin embargo, existen otros materiales necesarios. Además, debemos detallar los precios que tiene cada componente y el precio total que se invertirá para la compra de todos los componentes.

Cabe destacar que la tabla ha sido creada en base a otros proyectos de implementación de Red FTTH – EPON y de consulta a profesionales.

Material de Instalación

Es el material necesario para instalar los componentes. En la Tabla 4.1 se dan los detalles de precios de los mismos.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
----------	----------	-----------------	-------

Pinzas de soporte de fibra	30	\$ 2,50	\$75,00
Grapas de Suspensión de Fibra	3	\$ 9,20	\$27,60
Soporte de protectores empalme	10	\$ 1,40	\$14,00
TOTAL			\$116,60

Tabla 4.1 Precios por material de instalación

Material de transporte

Es el material que hace que la red funcione, cuyos precios se detallan en la Tabla 4.2.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fibra Óptica Monomodo tipo G.652	4900	\$ 1,15	\$ 5.635,00
Fibra Óptica Multimodo tipo G.652	30200	\$ 1,10	\$ 33.220,00
Mufas para fibra Óptica	2	\$ 2.000,00	\$ 4.000,00
Splitter 1:8 EPON	27	\$ 56,70	\$ 1.530,90
Tarjeta ONU + Chassis	162	\$455,99	\$ 73.870,38
TOTAL			\$ 118.256,28

Tabla 4.2 Precios por material de transporte

Material para postería

Es el material necesario para utilizar en los postes que están ubicados en el sector. En la Tabla 4.3 se da el detalle de precios.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Soporte de Gancho de Retención	125	\$ 1,85	\$231,25
Cinta de Acero 3/4	90	\$ 0,30	\$27,00
Hebillas para cinta de acero	125	\$ 1,15	\$143,75
TOTAL			\$ 402,00

Tabla 4.3 Precios para material de postería

Materiales para el Nodo Central

Son los equipos, ubicados en el Nodo Central, que permiten el funcionamiento de la red. En la Tabla 4.4 se detallan los precios de equipos.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fuente de poder principal	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Fuente de poder alterna	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
ODF	3	\$ 1.600,00	\$ 4.800,00
OLT + Chassis	1	\$ 14.847,59	\$ 14.847,59
TOTAL			\$ 21.647,59

Tabla 4.4 Precios para el Nodo Central

Inversión total de compra de materiales

Sumando los precios detallados anteriormente, en la tabla 4.5 se obtienen los resultados.

PRECIO TOTAL DE MATERIALES	
Material de instalación	\$ 116,60
Material de transporte	\$ 118.256,28
Material de postería	\$ 402,00
Material de Nodo central	\$ 21.647,59
TOTAL	\$ 140.422,47

Tabla 4.5 Precio total para la compra de materiales

4.1.2. Precios de la mano de obra

Para la implementación de la red, no basta con invertir en los materiales para la misma, debemos también invertir en la mano de obra para su construcción. En la Tabla 4.6 se detallan los precios de mano de obra. Cabe destacar que estos precios son referenciados y basados en otros modelos.

EQUIPO A INSTALAR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fibra Óptica (metros)	35100	\$ 1,50	\$ 52.650,00
Equipos pasivos		\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
TOTAL			\$ 54.650,00

Tabla 4.6 Precio por mano de obra

4.1.3. Total de inversión

Sumando el precio por la compra de componentes y el precio de la mano de obra tenemos un total de = **\$195.072,47**.

4.2. Plan Comercial de Televisión Digital Terrestre Interactiva

Para éste proyecto se ha considerado 3 planes para brindar el servicio de Televisión Digital Terrestre Interactiva. Cabe destacar que los mismos planes pueden cambiar dependiendo de la empresa que quiera utilizar la red. Los planes han sido asignados para verificar si el proyecto es viable o no. En el caso de que alguna otra empresa ponga otros planes, deberá hacer un análisis similar al que verán más adelante. Aunque sería bueno que, al ser viable éste proyecto, consideren éstos planes.

4.2.1. Plan 1

Éste plan tiene un costo de USD 30 mensuales e incluye un paquete de Canales Nacionales, autorizados previamente por el Ministerio de Telecomunicaciones. Se estima que inicialmente el 60% de los usuarios obtendrá éste plan, por ser el más económico.

4.2.2. Plan 2

El segundo plan tiene un costo de USD 40 mensuales e incluye un paquete de canales nacionales y algunos canales internacionales, siempre y cuando estén permitidos para transmitir. Se estima que inicialmente el 30% de los usuarios optará por usar éste plan.

4.2.3. Plan 3

El tercer plan tiene un costo de USD 50 mensuales e incluye un paquete de canales nacionales y más canales internacionales que el Plan 2. En la población, sólo el 10% optaría por el mismo ya que tienen mejor situación económica.

4.3. Ingresos

Se entiende por ingresos todo el dinero que obtiene la empresa de parte de los clientes por utilizar el servicio prestado.

Es muy importante saber que los ingresos van a variar conforme van pasando los años. Uno de los factores más importantes es el cambio en el número de usuarios. Además, los cambios que tendrían los precios de los planes debido a la competencia, entre otras cosas.

Debemos calcular los ingresos iniciales y luego calcular los ingresos de los próximos años para saber si, al comparar con los gastos, podremos recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto.

En éste proyecto no se tomará cambios en tarifas. Los equipos de fibra óptica duran 20 años y el análisis será sólo para 5 años.

En la tabla 4.7 se detallan los ingresos de los 5 primeros años, asumiendo que la cantidad de usuarios aumenta en cada año.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Usuarios Plan 1	89	99	109	119	129
Usuarios Plan 2	48	53	58	63	68
Usuarios Plan 3	25	28	31	34	37
Costo Mensual Plan 1	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00
Costo Mensual Plan 2	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00
Costo Mensual Plan 3	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00
Costo Anual Plan 1	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00
Costo Anual Plan 2	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00
Costo Anual Plan 3	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Total Ingreso Plan 1	\$ 32.040,00	\$ 35.640,00	\$ 39.240,00	\$ 42.840,00	\$ 46.440,00
Total Ingreso Plan 2	\$ 23.040,00	\$ 25.440,00	\$ 27.840,00	\$ 30.240,00	\$ 32.640,00
Total Ingreso Plan 3	\$ 15.000,00	\$ 16.800,00	\$ 18.600,00	\$ 20.400,00	\$ 22.200,00
Total Ingresos al año	\$ 70.080,00	\$ 77.880,00	\$ 85.680,00	\$ 93.480,00	\$ 101.280,00

Tabla 4.7 Ingresos de los primeros 5 años

4.4. Gastos del proyecto

Así como tendremos ingresos, también será necesario realizar unos gastos adicionales para que el proyecto pueda funcionar.

No es lo mismo Inversión que Gasto, la inversión es el dinero utilizado para que el proyecto pueda ejecutarse, un gasto es un dinero pagado en el transcurso de la ejecución del proyecto, ya sea publicidad, entre otras cosas.

Los gastos totales se dividen en: Gastos Operativos, Administrativos y otros.

4.4.1. Gastos Operativos

Son los gastos necesarios para la operación de la red. En la Tabla 4.8 se detallan los gastos operativos de los próximos 5 años.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ENERGÍA ELÉCTRICA	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
MANTENIMIENTO DE RED	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
TOTAL	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00

Tabla 4.8 Gastos operativos

4.4.2. Gastos Administrativos

Estos gastos comprenden los valores del sueldo al personal. En la Tabla 4.9 se detallan los gastos administrativos en los próximos 5 años.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PERSONAL MONITOREO	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
PERSONAL OPERACIÓN Y ADMINISTRACION	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
TOTAL	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00

Tabla 4.9 Gastos administrativos

4.4.3. Otros Gastos

También podemos considerar gastos como publicidad e imprevistos. Se detalla en la tabla 4.10.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PUBLICIDAD	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
IMPREVISTOS	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00
TOTAL	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00

Tabla 4.10 Otros Gastos

4.4.4. Valor total de Gastos

Es la suma de los gastos mencionados anteriormente. Es importante conocer cuánto debemos gastar ya que éste valor deberá ser restado de los ingresos para poder tener nuestra ganancia. Sumando los valores anteriores tenemos en la Tabla 4.11 los detalles de los gastos.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Gastos Operativos	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Gastos Administrativos	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
Otros	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00
TOTAL GASTOS	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00

Tabla 4.11 Gasto total para los primeros 5 años

4.5. Rentabilidad del proyecto

Como se había dicho anteriormente, es fundamental saber si un proyecto va a ser rentable o no. Es decir, ver si podemos recuperar el valor invertido en el menor tiempo posible y si vamos a ganar una cantidad de dinero aceptable.

Para determinar la viabilidad del proyecto, se van a utilizar los indicadores matemáticos que permiten realizar una evaluación financiera. En éste proyecto se calcula el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno).

Para el cálculo necesitamos tener los flujos netos de los próximos 5 años. Los mismos que se obtienen restando los egresos de los ingresos, que ya se calcularon anteriormente. En la Tabla 4. 12 se especifican los valores de Flujo Neto de los próximos 5 años.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos	\$ 70.080,00	\$ 77.880,00	\$ 85.680,00	\$ 93.480,00	\$ 101.280,00
Gastos	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00
Flujo	\$ 41.880,00	\$ 49.680,00	\$ 57.480,00	\$ 65.280,00	\$ 73.080,00

Tabla 4.12 Flujo Neto total de los próximos 5 años

4.5.1. Valor Actual Neto

El valor actual neto, también conocido como valor actualizado neto o valor presente neto (en inglés net present value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés, NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja (en inglés cash-flow) futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del producto entre el coste medio ponderado de capital (CMPC) y la tasa de inflación del periodo. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado. [23]

La fórmula para hallar el VAN es la siguiente

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

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de periodos considerado.

k , *do TIR* es el tipo de interés.

Figura 4.1 Valor Actual Neto

Los valores V_t ya los tenemos, al igual que el valor de la inversión inicial I_0 , el valor de n es 5 ya que haremos los cálculos para los próximos 5 años. El valor de k es el valor de la tasa de interés, y en éste caso, el valor de la tasa será del 10%, el valor es el actualizado del mes de Julio de 2014.

Realizando el cálculo, obtenemos que el Valor Actual Neto para éste proyecto es de **\$17.207,60**.

4.5.2. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión igual a cero. [24]

Para determinar la TIR, debemos igualar la fórmula del VAN a cero. En la Figura 4.2 se muestra la ecuación de la TIR.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Donde:

F_t es el Flujo de Caja en el periodo t.
 n es el número de periodos.
 I es el valor de la inversión inicial.

Figura 4.2 Tasa Interna de Retorno

Realizando el respectivo cálculo, el valor de la Tasa Interna de Retorno, o de la tasa que hace que el VAN sea CERO, es de 13%. Ésta tasa supera al 4,53% con el que se había calculado el VAN.

4.5.3. ¿Es viable el proyecto?

Al obtener un Valor Actual Neto positivo y una tasa interna de retorno de 13% podemos concluir que el proyecto **Sí es viable**. Es decir, en menos de 5 años se recuperará el valor invertido al inicio del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Luego de haber concluido el diseño de la red FTTH – EPON, podemos tener algunas conclusiones, las cuales enlistamos a continuación.

1. Se diseñó una red de fibra óptica EPON para un sector con alcance de 534 metros. Sin embargo la misma cuenta con todas sus etapas: Nodo central, distribución e usuario.
2. La red posee un ancho de banda de 19,53 Mbps para cada usuario, el cual es superior al que pueden brindar otras tecnologías de acceso.
3. La red EPON diseñada es escalable, es decir, puede dar el servicio a muchos usuarios adicionales. En un futuro la red puede llegar a cubrir todo el Cantón, inclusive cruzando el Río Vinces.
4. Económicamente, el proyecto es viable si se aplican los planes que sugerimos en el capítulo 4. Sin embargo, éste proyecto se limitó a diseñar la red FTTH, que es parte de la topología de transmisión de Televisión Digital Terrestre Interactiva.
5. La fibra óptica es un medio de transmisión que tiene grandes ventajas sobre otros, es el medio de comunicación del presente. Podemos ver que nos permite que la red diseñada opere correctamente y sobre todo, entrega las señales de televisión Digital Terrestre Interactiva con altos niveles de calidad de servicio.
6. Hace unos años atrás, no era posible la transmisión de señales nítidas y de alta calidad de imagen y audio. El día de hoy tenemos una tecnología avanzada gracias a las redes de fibra óptica. La red de fibra óptica EPON que está diseñada para el sector céntrico de Vinces, será de mucha satisfacción para los habitantes de este sector.

Recomendaciones

Es necesario dar unas recomendaciones para aquella empresa que vaya a implementar la red.

1. Antes de implementar la red, se deben considerar aspectos como el estado del terreno, el clima, la factibilidad, entre otros.
2. Recordar que la canalización implica una inversión mayor, por ello se recomienda utilizar el tendido aéreo, para lo cual es necesario pedir los permisos necesarios para su uso.
3. En éste proyecto se ubicó el Nodo Central justamente en el centro del área de cobertura. Si por algún motivo no se puede implementar el Nodo en ése lugar, se recomienda que sea en algún lugar cercano.
4. Se recomienda realizar una investigación exhaustiva sobre las distintas marcas para los diferentes componentes de la red. Analice ventajas, desventajas, precios, popularidad en el mercado, entre otras cosas.
5. Si el número de usuarios que desean el servicio de TDTi llega a superar los 192 clientes, se recomienda aumentar la capacidad de la red incrementando el número de ODFs.
6. En caso de querer expandir el servicio de TDTi para todo el cantón Vines se puede utilizar como referencia el diseño de red de distribución de este proyecto.
7. Si desea implementar ésta red, se recomienda utilizar los planes puestos en el capítulo 4. Como puede ver en el mismo capítulo, el proyecto es viable.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARCOTEL Ecuador. (2015, Junio) Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. [Online]. <http://www.arcotel.gob.ec/estadisticas/>
- [2] Universidad Nacional de Ingeniería. (2015, Septiembre) INICTEL - UNI. [Online]. http://aat.inictel-uni.edu.pe/d_TDT.htm
- [3] Juan Arturo Salinas. (2013, Mayo) Swagger. [Online]. <http://www.swagger.mx/tecnologia/television-digital-terrestre-llego-el-dia-del-apagon>
- [4] Wikipedia. (2015, Septiembre) Wikipedia. [Online]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n>
- [5] Wikipedia. (2015, Septiembre) Wikipedia, la enciclopedia libre. [Online]. https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_digital
- [6] Gonzalo Olmedo and Nelson David Arcos Gómez, "Estudio de los servicios interactivos sobre redes de televisión digital y su aplicación en el Ecuador" Facultad de Ingeniería Electrónica. ESPE. Sede Sangolquí., 2008.
- [7] Movistar. (2015, Septiembre) Movistar. [Online]. <https://www.movistar.es/particulares/internet/fibra-optica/ficha-faq/ventajas-fibra/>
- [8] Alma Oscura. (2015, Agosto) Alma Oscura. [Online]. <http://blog.theliel.es/2015/08/fibra-optica-y-su-implantacion-en-espana.html>
- [9] Wikipedia. (2015, Septiembre) Wikipedia Enciclopedia Libre. [Online]. https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica
- [10] WikiTel. (2015, Septiembre) Wikitel. [Online]. <http://wikitel.info/wiki/PON>
- [11] Wikipedia. (2015, Septiembre) Wikipedia Enciclopedia Libre. [Online]. <https://es.wikipedia.org/wiki/GPON>

- [12] Wikitel. (2015, Septiembre) Wikitel. [Online]. [http://wikitel.info/wiki/UA-Redes PON EPON derivados](http://wikitel.info/wiki/UA-Redes_PON_EPON_derivados)
- [13] Wikipedia. (2015, Septiembre) Wikipedia. [Online]. https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_line_termination
- [14] CY COM. (2015, Septiembre) Fttx Solution. [Online]. <http://spanish.fiber-patch-cord.com/sale-178717-19-standard-4u-36-cores-fiber-optic-odf-unit-box.html>
- [15] Fiber Casa. (2015, Septiembre) Fiber Casa. [Online]. <https://www.fibercasa.com/solution-odn/>
- [16] SUMITOMO ELECTRIC. (2015, Septiembre) SUMITOMO ELECTRIC LIGHTWAVE. [Online]. <http://www.sumitomoelectric.com/onu-fte6083.html>
- [17] Teleweaver. (2015, Septiembre) Teleweaver. [Online]. <http://www.fibraopticasupply.com/spanish/divisor-de-fibra-optica/1-8-plc-divisor-de-fibra-optica/>
- [18] Toni Martínez. (2013, Febrero) Telequismo, El Blog de las Telecomunicaciones. [Online]. <http://www.telequismo.com/2013/02/gpon-operador.html>
- [19] SHOP Made In China. (2015, Septiembre) SHOP Made In China. [Online]. http://www.shopmadeinchina.com/product/Promotion-of-Huawei-MA5680T-GPON-OLT_13479656.shtml
- [20] New Cable City, Online Store. (2015, Septiembre) [Online]. <http://www.newcablecity.com/fiber-optical-odf/195-huawei-48-core-odf-.html>
- [21] AliExpress. (2015, Septiembre) [Online]. <http://es.aliexpress.com/w/wholesale-gpon-onu.html>
- [22] TELCONET. (2015, Septiembre) [Online]. <http://www.telconet.net/servicios/transmisiondedatos>
- [23] Wikipedia. (2015, Septiembre) [Online]. https://es.wikipedia.org/wiki/Valor_actual_net0

- [24] Enciclopedia Financiera. (2015, Septiembre) [Online].
<http://www.encyclopediafinanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>
- [25] DigiMAD. (2015, Septiembre) DigiMAD. [Online]. <http://www.digimad.es/conversion-norma-pal-video-edicion.html>
- [26] José Antonio Parreño Escobar and Sandra Raquel Ponce Mantilla, Creación de nuevos servicios de televisión digital terrestre bajo el estándar ISDB-Tb para la plataforma Villageflow mediante el análisis de su estructura. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., 2014.
- [27] MBAGU. (2015, Septiembre) [Online].
<http://www.ajabconsulting.com/mbagu/index.php?s=w&cat=3>

ANEXOS

ANEXO 1

Número de estaciones de Televisión Abierta en el Ecuador

Reportes de Radio y TV

Número de Estaciones de Televisión Abierta

Por el tipo de frecuencia (VHF, UHF); por Matriz y Repetidora




Fecha de Publicación: 02 de Junio de 2015

Provincia	Televisión Abierta				Total Televisión Abierta	Televisión Digital Terrestre (Matriz)
	UHF	VHF	Matriz	Repetidora		
AZUAY	9	22	2	29	31	2
BOLIVAR	4	9	1	12	13	
CAÑAR	10	8	2	16	18	
CARCHI	13	11	1	23	24	
CHIMBORAZO	10	18	2	26	28	
COTOPAXI	6	7	4	9	13	2
EL ORO	9	9	1	17	18	
ESMERALDAS	21	16	4	33	37	
GALAPAGOS	14	15	3	26	29	
GUAYAS	19	12	18	13	31	10
IMBABURA	10	11	4	17	21	1
LOJA	10	19	3	26	29	
LOS RIOS	13	13	3	23	26	
MANABI	23	20	4	39	43	2
MORONA SANTIAGO	5	19	1	23	24	
NAPO	8	12	1	19	20	

ORELLANA	4	3	1	6	7	
PASTAZA	5	8	1	12	13	
PICHINCHA	17	15	17	15	32	9
SANTA ELENA	12	9	1	20	21	
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	9	7	4	12	16	1
SUCUMBIOS	5	14	2	17	19	
TUNGURAHUA	11	11	2	20	22	1
ZAMORA CHINCHIPE	5	18	1	22	23	
Total general	252	306	83	475	558	28
Total General Porcentual	45,16 %	54,84 %	14,87 %	85,13%	100,00 %	

ANEXO 2

Listado de estaciones de Televisión Digital en el Ecuador

Reportes de Radio y TV											
Listado de Estaciones de Televisión digital (TDT)											
											
Fecha de Publicación: 02 de Junio de 2015											
Provincia	Concesionario	Representante Legal	Nombre Estación	Frecuencia	Tipo	Telefono Estudio	Clase	Correo Del Concesionario	Cobertura	Pagina Web	Tipo Persona
AZUAY	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	47	R	-	SERVICIO PUBL	gabriela.velez@ecuadortv.ec	CUENCA	www.ecuado	Juridica
AZUAY	UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA	POZO CABRERA EN	TELECUENCA	26	M	827862/0722403	COMERCIAL PR	telecuenca@gmail.com; rossybra	CUENCA	www.ucacue	Juridica
COTOPAXI	CAICEDO ALVAREZ FREDY FRANCI	CAICEDO ALVAREZ	COLOR TV	25	M	32811103	COMERCIAL PR	gerencia@tvcolor36.com	LATACUNGA	www.tvcolor	Natural
COTOPAXI	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	21	R	-	SERVICIO PUBL	gabriela.velez@ecuadortv.ec	ZUMBAHUA	www.ecuado	Juridica
GUAYAS	CADENA ECUATORIANA DE TELEVISI	COELLO BESEKE CA	CADENA ECUATORIANA	29	M	42397864	COMERCIAL PR	mblum@tctelevisión.com	GUAYAQUIL	www.tctelevis	Juridica
GUAYAS	CORPORACION ECUATORIANA DE TELE	VASQUEZ DONOSO	CORPORACION ECUATO	23	M	42564347	COMERCIAL PR	farosemena@ecuavisa.com	GUAYAQUIL	www.ecuavis	Juridica
GUAYAS	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	21	R	-	SERVICIO PUBL	gabriela.velez@ecuadortv.ec	GUAYAQUIL	www.ecuado	Juridica
GUAYAS	MUVESA C.A.	MANCIATI ALARCON	COSTANERA (RTU)	41	M	2389009	COMERCIAL PR	luistrado77@hotmail.com	GUAYAQUIL	www.rtu.com	Juridica
GUAYAS	PERONE S.A.	ANDRADE HERRERA	TV+ (TEVEMAS)	35	M	2522799	COMERCIAL PR	juadros@oromartv.com	GUAYAQUIL	www.tevemas	Juridica
GUAYAS	RELAD S.A.	GOMEZ RODRIGUEZ	CANAL UNO	33	M	42680222	COMERCIAL PR	tccc5@hotmail.com; rbaque@can	GUAYAQUIL	www.canal1t	Juridica
GUAYAS	TELEAMAZONAS GUAYAQUIL S.A.	CORRAL BUSTAMA	TELEAMAZONAS GUAY	27	M	560980	COMERCIAL PR	mfpazmfo@teleamazonas.com	GUAYAQUIL	-	Juridica
GUAYAS	TELECUATRO GUAYAQUIL C.A.	GOMEZ AMADOR LU	RED TELESISTEMA (R.T	25	M	2401465/240151	COMERCIAL PR	presidencia@rts.com.ec	GUAYAQUIL	www.rts.com	Juridica
GUAYAS	TELEVISION SATELITAL S.A. TV-SAT	CALLE GOMEZ LUIS	TELEVISION SATELITAL	39	M	881100	COMERCIAL PR	luis.calle@tvsatelital.tv	GUAYAQUIL	-	Juridica
GUAYAS	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTO	DOUMET ANTON MID	UCSG TELEVISIÓN	45	M	-	COMERCIAL PR	televisión@ucsg.edu.ec	GUAYAQUIL	www.ucsg.edu	Juridica
IMBABURA	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	POSSO SALGADO LU	U.T.V. LA TELEVISIÓN U	23	M	-	SERVICIO PUBL	utv@utn.edu.ec	ERROR	www.utn.edu	Juridica
MANABI	CORPORACION MANABITA DE RADIO	MUÑOZ FIGUEROA	TV. MANABITA CANAL	25	M	-	COMERCIAL PR	info@tvmanabita.tv	MANTA, PORTC	-	Juridica
MANABI	SISTEMAS GLOBALES DE COMUNIC	LOPEZ ALBERTO FE	OROMAR	23	M	055000401/5000	COMERCIAL PR	juadros@oromartv.com	MANTA, PORTC	-	Juridica
PICHINCHA	CANAL UNO S.A.	CARRILLO GUEVAR	CANAL UNO	45	M	273875/0224496	COMERCIAL PR	mpaez@canal1tv.com; jcarrillo@ca	QUITO-DISTRIT	www.canal1t	Juridica
PICHINCHA	CENTRO DE RADIO Y TELEVISION	CORRAL BUSTAMA	TELEAMAZONAS	32	M	23974444	COMERCIAL PR	squije@teleamazonas.com	QUITO-DISTRIT	www.teleama	Juridica
PICHINCHA	COMPAÑIA TELEVISION DEL PACIFICO	AROSEMENA ROBL	TELEVISION DEL PACIFICO	30	M	2262222	COMERCIAL PR	rsalas@gamatv.com.ec	QUITO-DISTRIT	www.gamatv	Juridica
PICHINCHA	COMPUSUD C.A. TELESUCESOS	NAJAS CORTES EMI	TELESUCESOS	41	M	2430202/226828	COMERCIAL PR	freetimear@uio.satnet.net	QUITO-DISTRIT	www.telesuc	Juridica
PICHINCHA	EMPRESA PUBLICA TELEVISION Y R	AROSEMENA ROBL	ECUADOR TV	26	M	-	SERVICIO PUBL	gabriela.velez@ecuadortv.ec	QUITO-DISTRIT	www.ecuado	Juridica
PICHINCHA	ORGANIZACION ECUATORIANA DE TELE	GOMEZ AMADOR LU	TELESISTEMA	34	M	23731240	COMERCIAL PR	presidencia@rts.com.ec	QUITO-DISTRIT	www.rts.com	Juridica
PICHINCHA	PEÑAHERRERA MUÑOZ JOSE OSWALD	PEÑAHERRERA MUÑO	46 UHF ABC (RTU)	43	M	022224270/0222	COMERCIAL PR	-	QUITO-DISTRIT	www.rtu.com	Natural
PICHINCHA	TELEVISION SATELITAL S.A. TV-SAT	CALLE GOMEZ LUIS	TELEVISION SATELITAL	39	M	881645	COMERCIAL PR	luis.calle@tvsatelital.tv	QUITO-DISTR	-	Juridica
PICHINCHA	TELEVISORA NACIONAL COMPAÑIA	JARAMILLO VASQUEZ	TELEVISORA NACIONAL	36	M	2995300	COMERCIAL PR	ecuavisaquito@ecuavisa.com	QUITO-DISTR	www.ecuavis	Juridica
SANTO DOMINGO	RADIO HIT S.A.	ALARCON LOMBEY	TELEATAHUALPA (RTU)	24	M	222270/0227542	COMERCIAL PR	gerencia@rtu.com.ec	SANTO DOMINGO	www.rtu.com	Juridica
TUNGURAHUI	MUVESA C.A.	MANCIATI ALARCON	UNIMAX	23	M	440054/0328468	COMERCIAL PR	luistrado77@hotmail.com	TISALEO, CEVA	www.rtu.com	Juridica

ANEXO 3 Imagen Satelital del Cantón Vices

El Sector que recibirá el servicio está sombreado.



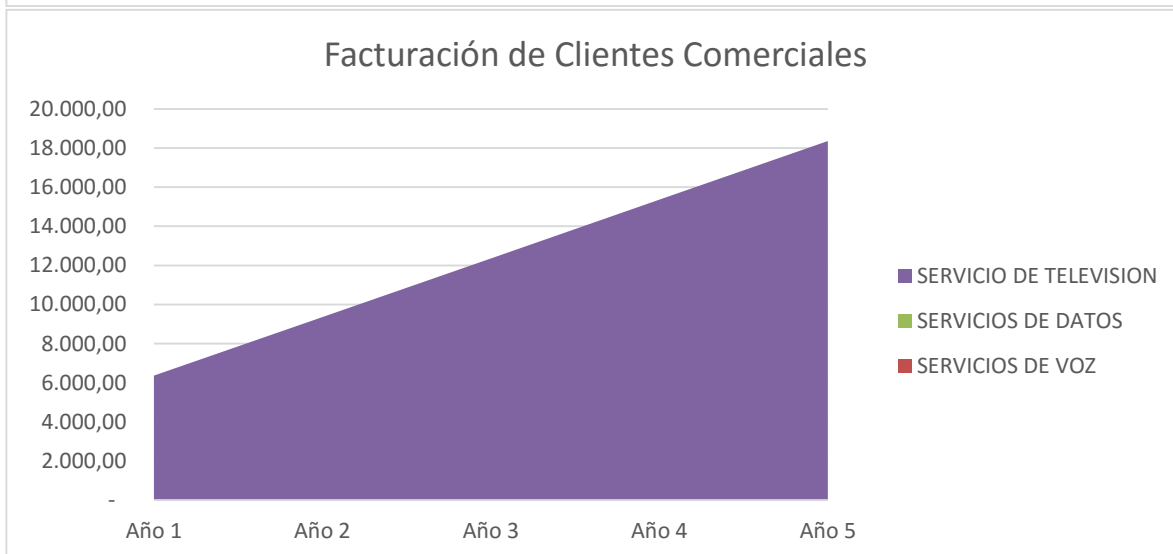
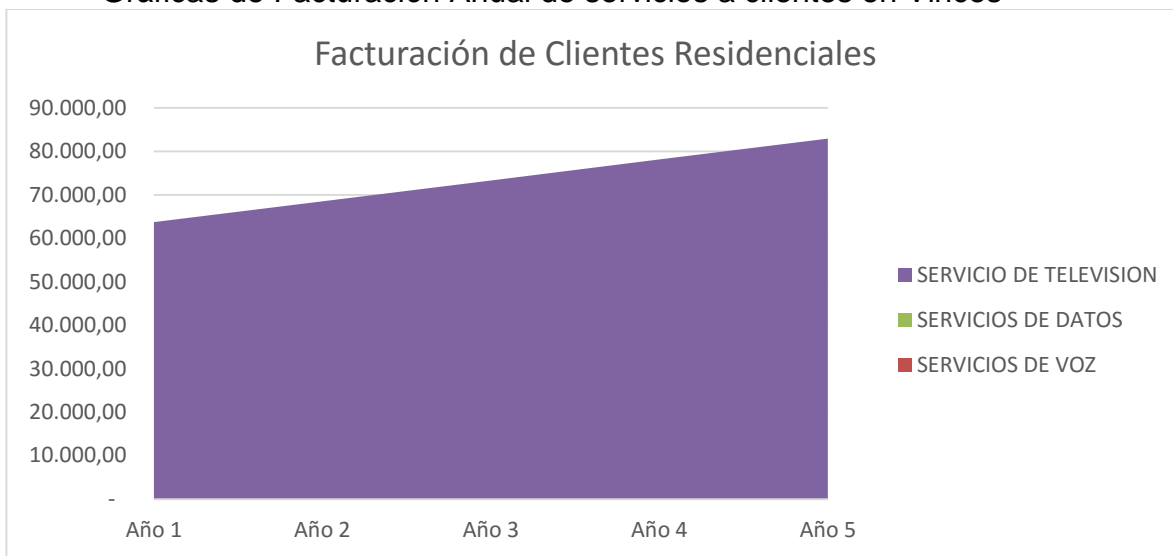
ANEXO 4 Facturación Estimada de Servicios de TDTi en la ciudad de Vines

ESTIMACIÓN DE SERVICIOS													SECTOR:		VINCES								
1 CLIENTES RESIDENCIALES																							
1.1 Datos iniciales			Datos	Estimación	1.2 Ventas Estimadas			Puntos			1.3 Estimación de instalaciones por mes												
Cuadras	12				Voz	0%	0			datos	Estimación												
casas/cuadras (promedio)	12,25				Datos	0%	0			días hábiles en mes	20												
casas	147				Televisión	100%	147			horas jornadas	8		horas										
RESIDENCIA	0									instalación día pareja	5		ordenes										
Total	147									pareja instalador	2		parejas										
										capacidad por día	10		al día										
										instalaciones por mes	200		al mes										
1.6 SERVICIO DE TELEVISION																							
	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total				
Instalaciones/Mes		147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Puntos en Servicio		147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147										
Plan 1	60%	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88										
Plan 2	30%	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44										
Plan 3	10%	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15										
Facturación	Valor (\$)																						
Instalación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Plan 1	15,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	15.840,00	15.840,00	15.840,00	15.840,00	15.840,00	79.200,00				
Plan 2	26,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	1.144,00	13.728,00	13.728,00	13.728,00	13.728,00	13.728,00	68.640,00				
Plan 3	39,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	585,00	7.020,00	7.020,00	7.020,00	7.020,00	7.020,00	35.100,00				
Subtotal		3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	3.049,00	36.588,00	36.588,00	36.588,00	36.588,00	36.588,00	182.880,00				
2 CLIENTES COMERCIALES																							
2.1 Clientes			# de Oficinas		2.2 Estimación de instalaciones por mes																		
1										datos	Estimación												
2										días hábiles en mes	20												
3										horas jornadas	8		horas										
4										instalación día pareja	5		ordenes										
5										pareja instalador	1		parejas										
6										capacidad por día	2		al día										
7										instalaciones por mes	40		al mes										
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
Estimado		15																					
2.6 SERVICIO DE TELEVISION																							
	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total				
Instalaciones/Mes		100%	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Puntos en Servicio			15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15										
Plan 1	10%		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Plan 2	30%		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
Plan 3	60%		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10										
Facturación	Valor (\$)																						
Instalación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Plan 1	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	900,00				
Plan 2	26,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	104,00	1.248,00	1.248,00	1.248,00	1.248,00	1.248,00	6.240,00				
Plan 3	39,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	4.680,00	4.680,00	4.680,00	4.680,00	4.680,00	23.400,00				
Subtotal		509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	509,00	6.108,00	6.108,00	6.108,00	6.108,00	6.108,00	30.540,00				

ANEXO 5

Tabla Resumida de Facturación Anual de clientes en Vinces

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
CLIENTES RESIDENCIALES					
1.4 SERVICIOS DE VOZ	-	-	-	-	-
1.5 SERVICIOS DE DATOS	-	-	-	-	-
1.6 SERVICIO DE TELEVISION	63.720,00	68.520,00	73.320,00	78.120,00	82.920,00
Flujo de Caja	63.720,00	68.520,00	73.320,00	78.120,00	82.920,00
CLIENTES COMERCIALES					
2.4 SERVICIOS DE VOZ	-	-	-	-	-
2.5 SERVICIOS DE DATOS	-	-	-	-	-
2.6 SERVICIO DE TELEVISION	6.360,00	9.360,00	12.360,00	15.360,00	18.360,00
Flujo de Caja	6.360,00	9.360,00	12.360,00	15.360,00	18.360,00
TOTAL FACTURACION POR AÑO	70.080,00	77.880,00	85.680,00	93.480,00	101.280,00
VALOR ACTUAL NETO	17207,6				
Tasa de Descuento para Calculo VAN	13				

ANEXO 6**Gráficas de Facturación Anual de servicios a clientes en Vinces**

ANEXO 7

Tabla de especificación técnica del estándar ISDB - T

Transmisión codificación del canal	Modulación	64QAM-OFDM, 16QAM-OFDM, QPSK-OFDM, DQPSK-OFDM (transmisión jerárquica)	
	codificación de corrección de error	Codificación interna, Convolución 7/8,3/4,2/3,1/2 Codificación externa:RS(204,188)	
	intervalo de protección	1/16,1/8,1/4	
	Interpolación	Tiempo, Frecuencia, bit, byte	
	Dominio de la frecuencia multiplexa	BST-OFDM (Estrcutrua segmentada de OFDM)	
Acceso condicional		Multi-2	
Transmisión de datos		ARIB STD B-24 (BML, ECMA script)	
Información de servicio		ARIB STD B-10	
Multiplexación		Sistemas MPEG-2	
Codificación de Audio		MPEG-2 Audio (AAC)	
Codificación de video		MPEG-2 Video	MPEG-4 AVC /H.264*

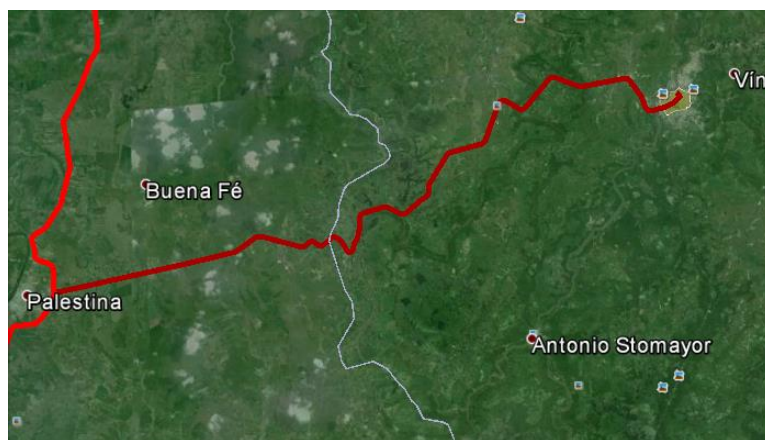
ANEXO 8

Red De Fibra Óptica de TELCONET



ANEXO 9

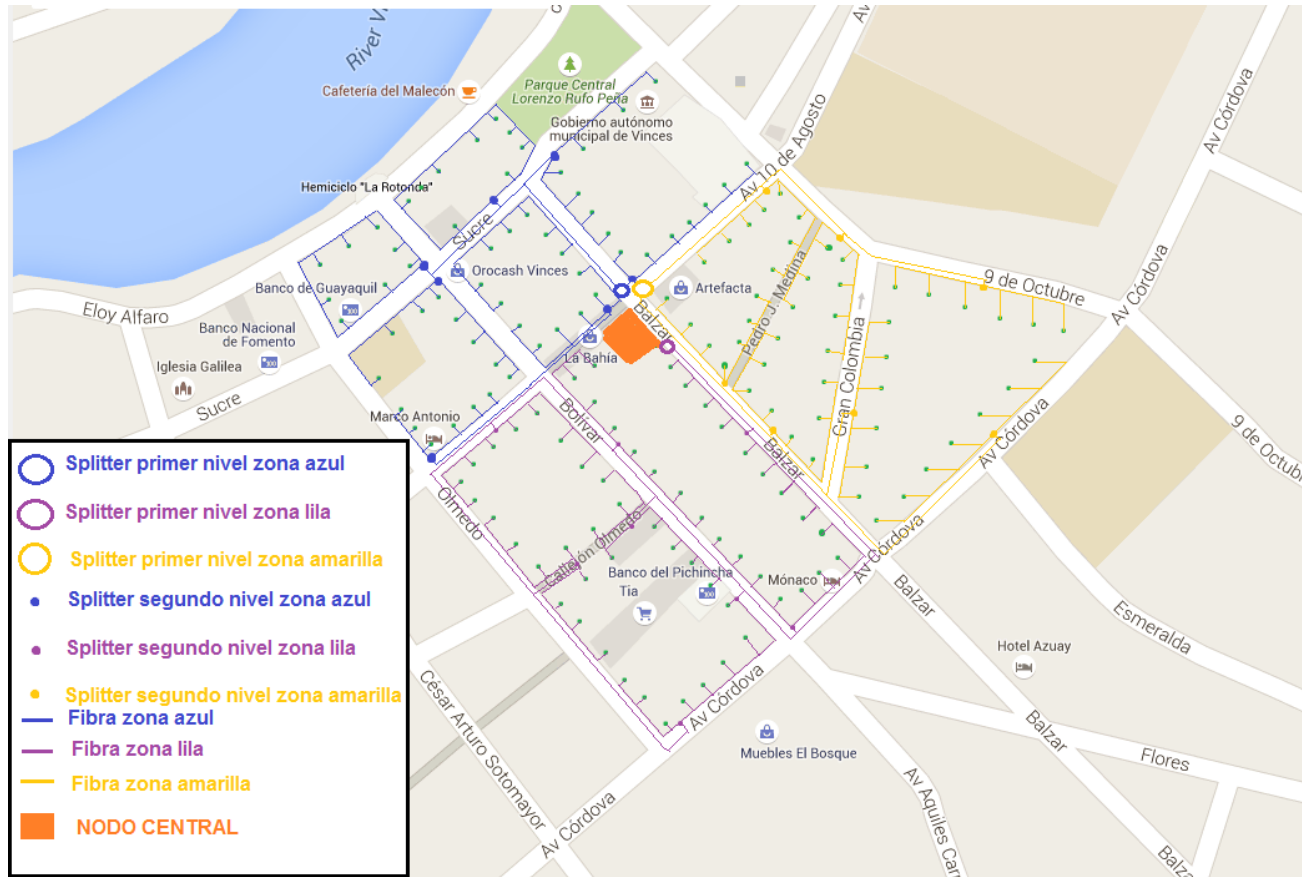
Imágenes del recorrido de la fibra Óptica hacia el Cantón





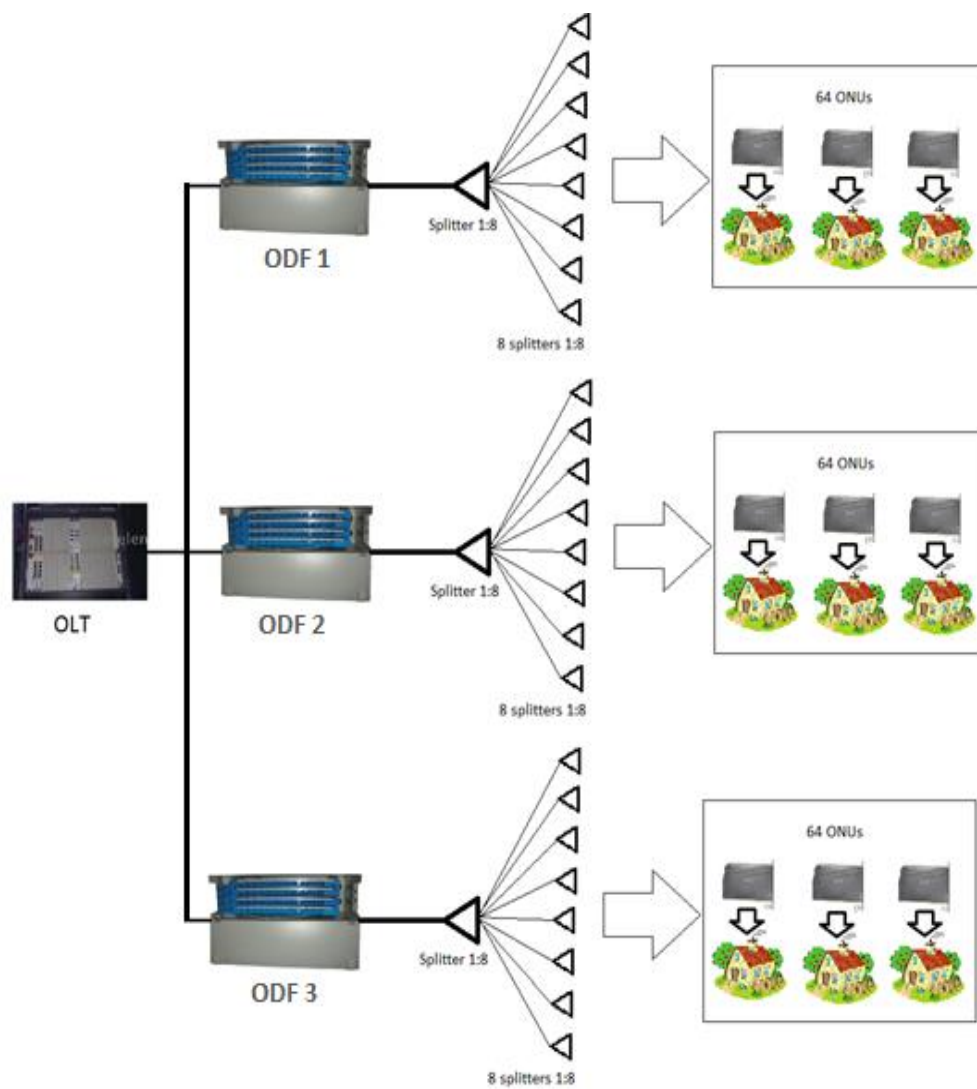
ANEXO 10

Red EPON Diseñada



ANEXO 11

Topología



ANEXO 12 Tablas Financieras

Material de Instalación

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Pinzas de soporte de fibra	30	\$ 2,50	75
Grapas de Suspensión de Fibra	3	\$ 9,20	27,6
Soporte de protectores empalme	10	\$ 1,40	14
TOTAL			116,6

Material de Transporte

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fibra Optica Monomodo tipo G.652	4900	\$ 1,15	\$ 5.635,00
Fibra Optica Multimodo tipo G.652	30200	\$ 1,10	\$ 33.220,00
Mufas para fibra Óptica	2	\$ 2.000,00	\$ 4.000,00
Splitter 1:8 EPON	27	\$ 56,70	\$ 1.530,90
Tarjeta ONU + Chassis	162	455,99	\$ 73.870,38
TOTAL			\$ 118.256,28

Material de Postería

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Soporte de Gancho de Retención	125	\$ 1,85	231,25
Cinta de Acero 3/4	90	\$ 0,30	27

Hebillas para cinta de acero	125	\$ 1,15	143,75
TOTAL			\$ 402,00

Material de Nodo Central

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fuente de poder principal	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Fuente de poder alterna	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
ODF	3	\$ 1.600,00	\$ 4.800,00
OLT + Chassis	1	\$ 14.847,59	\$ 14.847,59
TOTAL			\$ 21.647,59

Total

PRECIO TOTAL	
Material de instalación	\$ 116,60
Material de transporte	\$ 118.256,28
Material de postería	\$ 402,00
Material de Nodo central	\$ 21.647,59
TOTAL	\$ 140.422,47

Mano de Obra

EQUIPO A INSTALAR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fibra Óptica (metros)	35100	\$ 1,50	\$ 52.650,00
Equipos pasivos		\$ 2.000	\$ 2.000
TOTAL			\$ 54.650,00

Planes para los ingresos

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Usuarios Plan 1	89	99	109	119	129
Usuarios Plan 2	48	53	58	63	68
Usuarios Plan 3	25	28	31	34	37
Costo Mensual Plan 1	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00
Costo Mensual Plan 2	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00
Costo Mensual Plan 3	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00
Costo Anual Plan 1	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00
Costo Anual Plan 2	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00
Costo Anual Plan 3	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Total Ingreso Plan 1	\$ 32.040,00	\$ 35.640,00	\$ 39.240,00	\$ 42.840,00	\$ 46.440,00
Total Ingreso Plan 2	\$ 23.040,00	\$ 25.440,00	\$ 27.840,00	\$ 30.240,00	\$ 32.640,00
Total Ingreso Plan 3	\$ 15.000,00	\$ 16.800,00	\$ 18.600,00	\$ 20.400,00	\$ 22.200,00
Total Ingresos al año	\$ 70.080,00	\$ 77.880,00	\$ 85.680,00	\$ 93.480,00	\$ 101.280,00

Gastos Operativos

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ENERGÍA ELÉCTRICA	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
MANTENIMIENTO DE RED	\$ 1.500	\$ 1.500	\$ 1.500	\$ 1.500	\$ 1.500
TOTAL	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500

Gastos Administrativos

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PERSONAL MONITOREO	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000
PERSONAL OPERACIÓN Y ADMINISTRACION	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
TOTAL	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000

Otros gastos

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PUBLICIDAD	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
IMPREVISTOS	\$ 700	\$ 700	\$ 700	\$ 700	\$ 700
TOTAL	\$ 10.700	\$ 10.700	\$ 10.700	\$ 10.700	\$ 10.700

Total en Gastos

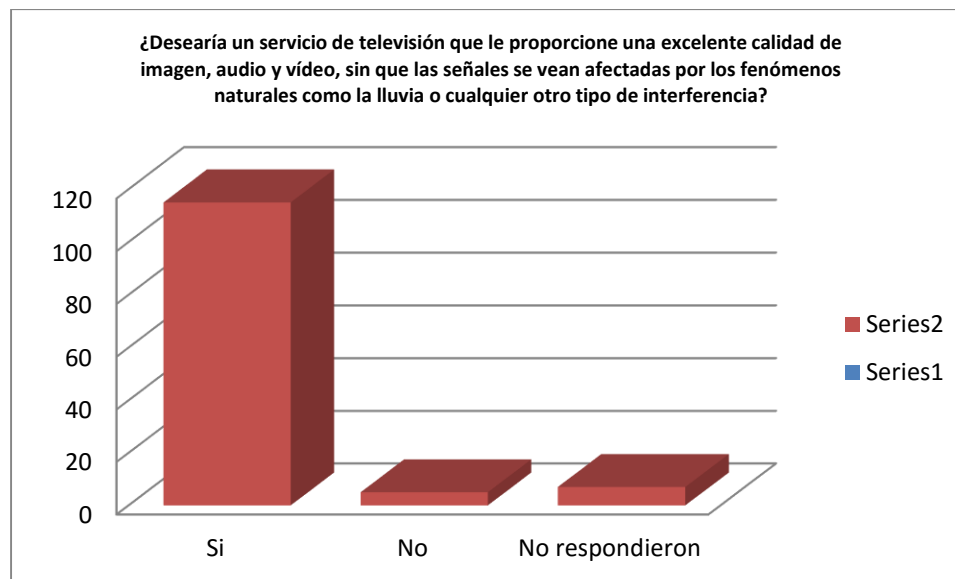
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Gastos Operativos	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500
Gastos Administrativos	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
Otros	\$ 10.700	\$ 10.700	\$ 10.700	\$ 10.700	\$ 10.700
TOTAL GASTOS	\$ 28.200	\$ 28.200	\$ 28.200	\$ 28.200	\$ 28.200

Flujo Neto

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos	\$ 70.080,00	\$ 77.880,00	\$ 85.680,00	\$ 93.480,00	\$ 101.280,00
Gastos	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00	\$ 28.200,00
Flujo	\$ 41.880,00	\$ 49.680,00	\$ 57.480,00	\$ 65.280,00	\$ 73.080,00

ANEXO 13

Gráfico que muestra el resultado de la pregunta que se realizó a algunos habitantes del cantón Vinces



ANEXO 14

Glosario de términos

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital asimétrica).
AES:	Advanced Encryption Standard (Estándar Avanzado de Cifrado).
APON:	ATM Passive Optical Network (Red óptica pasiva utilizando ATM).
ARPU:	Average Revenue Per User (Ingresos medios por usuario).
ATM:	Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona).
BPON:	Broadband Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva de Banda Ancha).
CATV:	Community Antenna Television (Televisión por cable).
DES:	Data Encryption Standard (Estándar de Cifrado de Datos).
DVB:	Digital Video Broadcasting (Difusión de vídeo digital).
EPON:	Ethernet Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva con extension Ethernet).
FTTH:	Fiber to the Home (Fibra hacia el hogar).
GEPON	Gigabit – Ethernet Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva con extension Ethernet de Gigabit).
GPON:	Gigabit-capable Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit).
HFC:	Hibryd Fiber Coaxial (Híbrido de fibra coaxial).
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).
IPTV:	Internet Protocol Television (Televisión con protocolo de Internet).
ISDB-T:	Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial (Radiodifusión Digital de Servicios Integrados).
ITU o UIT:	Internacional Telecommunications Unit (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
ODF:	Optical Distribution Frame (Distribuidor Óptico).
ODN:	Optical Distribution Network (Red de distribución óptica).

OLT:	Optical Line Terminal (Unidad Óptica Terminal de Línea).
ONU:	Optical Network Unit (Unidad de la red óptica).
PON:	Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva).
RF:	Radio Frecuencia.
SDH:	Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Sincrónica).
STB:	Set Top Box (Decodificador o receptor de televisión).
TDMA:	Time Division Multiple Access (Multiplexación por división de tiempo).
TDT:	Televisión Digital Terrestre.
TDTi:	Televisión Digital Terrestre Interactiva.
TIR:	Tasa Interna de Retorno.
UHF:	Ultra High Frequency (Frecuencia ultra alta).
VAN:	Valor Actual Neto.
VHF:	Very High Frequency (Frecuencia muy alta).