



**Universidad
Nacional de San Luis**



**Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales**

Trabajo Integrador de Comunicaciones II

Blanquez, Emanuel

Cardozo, Estefanía

Suarez, Facundo

Año 2020

Índice

I	Resumen	5
II	Análisis Demográfico y Económico	5
	Descripción Geográfica	6
	Población y comienzo de Análisis Económico	7
	Modelo del Consumo	8
	Análisis de la ocupación	8
	Planes y cálculo de capacidad	10
III	Análisis Tecnológico	13
	Red de Distribución por Radioenlace	13
	Ubicación de estaciones	13
	Equipos necesarios	15
	Red de Distribución por Fibra Óptica	16
IV	Plan Económico de Equipamiento	22
V	Propuesta Tecnológica	22
VI	Plan de Accion	22
VII	Plan de Mantenimiento	22
VIII	Análisis Económico y de Negocio	22

Índice de figuras

1.	Ubicación de Carpintería y Papagayos.	6
2.	Condición Ocupación Censo 2010.	8
3.	Perfil topográfico entre estaciones terminales.	13
4.	Ubicación de estación transmisora.	14
5.	Ubicación de estación repetidora.	14
6.	Ubicación de estación receptora.	15
7.	Mapa Papagayos - Carpintería	16
8.	Trayectoria del enlace troncal.	18
9.	Trayectoria del enlace troncal.	19
10.	Terminación del enlace troncal.	20

Índice de cuadros

1.	Niveles de servicios a brindar.	11
2.	Distribucion de numeros de clientes por servicio.	11
3.	Factores de simultaneidad de los servicios.	11
4.	Alturas de las torres.	15

Parte I

Resumen

El presente trabajo consiste en la implementación de una red de telecomunicaciones que permite otorgar un servicio de Triple Play a la ciudad de Papagayos desde la ciudad de Carpintería, ubicadas sobre la Provincia de San Luis. De manera que la empresa ficticia se instalada sobre la ciudad de Carpintería.

El desarrollo del trabajo se ha dividido en 9 partes, sobre la parte II se exhibe un análisis demográfico de la localidad sobre la que se plantea brindar un servicio de comunicación del tipo "Triple Play", en la cual se visualiza la situación socio-económica de la ciudad, y permitiendo definir de la forma más exacta posible el monto que una familia destina para las TIC's.

En la parte III se evalúan las diversas tecnologías para establecer y facilitar la comunicación entre las dos localidades. Se analizan las posibles formas de establecer las Redes de Distribución y Acceso. Cabe destacar que el análisis técnico exhaustivo se presenta de forma adjunta a este informe.

De acuerdo a las tecnologías planteadas, en la parte IV se efectúa un análisis económico de las mismas, para determinar los diversos equipos que pueden utilizarse de acuerdo a las opciones planteadas en la parte anterior y además se exhiben los costos en los que se incurre para la adquisición de los equipos necesarios.

En el apartado V se elige una de las alternativas propuestas para establecer dicha red, considerando los factores más críticos que intervienen. Mientras que la parte VI desarrolla la planificación necesaria para la puesta en funcionamiento inicial de la red, se describe la metodología, el personal que se precisa y los costos necesarios.

Sobre la parte VII se expresa un plan de mantenimiento preventivo en la que se permite observar como se programa la mantención y supervisión de la red, con el propósito de reducir lo más posible la cantidad de fallas o degradaciones de la calidad de funcionamiento.

Una vez determinado la elección de equipos, costos y plan de mantenimiento se desarrolla en la parte VIII el análisis económico del negocio en el que se describe la inversión necesaria para la puesta en funcionamiento y la existencia de la rentabilidad de la solución elegida.

Para finalizar se expresan en la parte ?? los conceptos que se aplicaron, la forma en que se relacionan, y se determina en que medida es posible aplicar esta inversión a partir de los análisis económicos y técnicos que se desarrollan a lo largo del informe.

Parte II

Análisis Demográfico y Económico

Descripción Geográfica

La ciudad de Carpintería se encuentra ubicada en el Departamento Junin de la Provincia de San Luis a 192 km de la Capital, mientras que la ciudad de Papagayos se encuentra ubicada en el Departamento Chacabuco de la Provincia de San Luis, a 31 km hacia el sur de Carpintería.

En la Figura 1 se destacan las 2 ciudades ubicadas sobre el noreste de la Provincia junto con algunas localidades destacables cercanas.

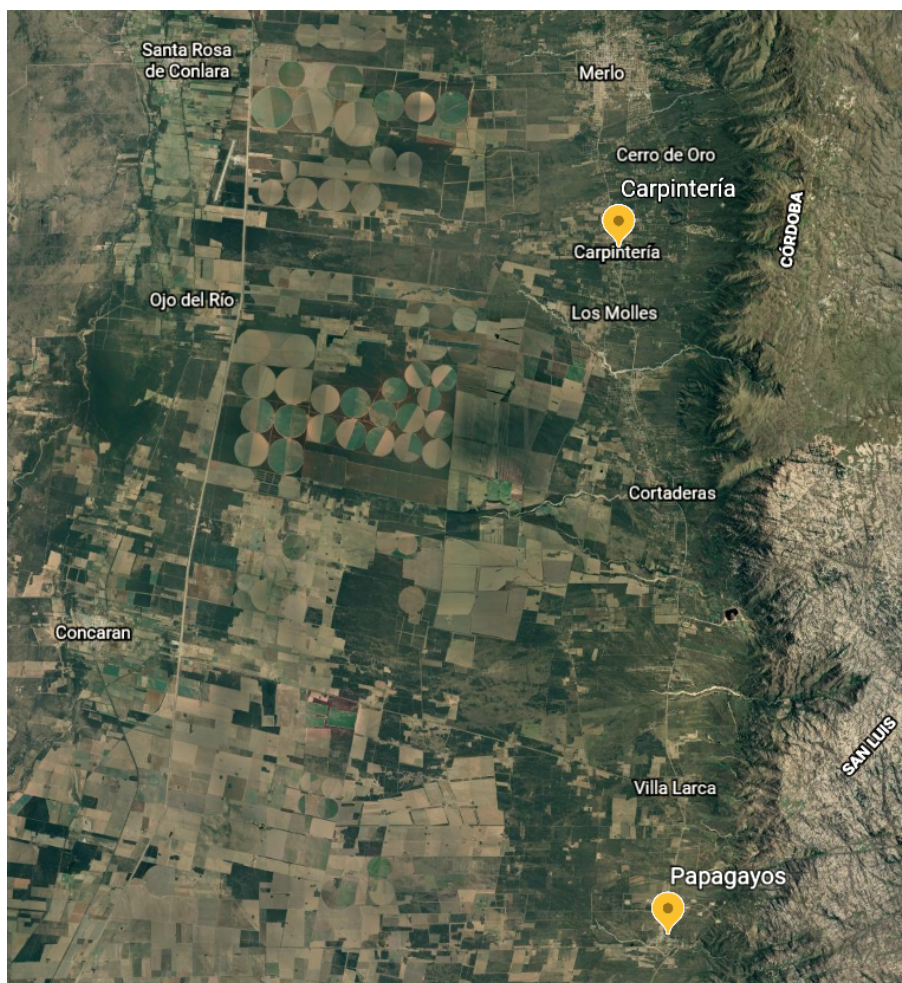


Figura 1: Ubicación de Carpintería y Papagayos.

Población y comienzo de Análisis Económico

En el presente trabajo, se utiliza la base de datos captados en Censo 2001 y 2010 para visualizar el comportamiento que presenta la localidad de Papagayos en dicho lapso.

Se realizan cálculos y análisis de diferentes indicadores para aspectos socio-económicos y demográficos.

La población de la ciudad de Papagayos según el Censo de 2001 es de 275 habitantes, mientras que en el Censo 2010 es de 433 habitantes [1].

Para calcular la población total en la ciudad en 2019 se calcula de forma aproximada la tasa de crecimiento durante el período 2010-2019 utilizando los datos anteriores. Si bien se omiten algunos factores demográficos y se supone un crecimiento lineal, dicha aproximación es válida para esta aplicación.

- La Ecuación 1 define dicha tasa aproximada:

$$Tasa\ de\ crecimiento = \sqrt[Año\ entre\ Censos]{\frac{Poblacion_{2010}}{Poblacion_{2001}}} - 1 = \sqrt[9]{\frac{433}{275}} - 1 = 5,17 \quad (1)$$

- De esta forma, la cantidad de habitantes previstos en la ciudad se determina en la Ecuación 2.

$$Poblacion_{2019} = Poblacion_{2010} \times \left(1 + \frac{Tasa\ crecimiento}{100}\right)^{2019-2010} = 433 \times \left(1 + \frac{5,17}{100}\right)^9 = 681 \quad (2)$$

Se corrobora este resultado llamando a la municipalidad de Papagayos, obteniendo una respuesta de un valor aproximado.

Tomando en cuenta la base de datos REDATAM del Censo 2010, la tasa de empleo de la Ciudad de Papagayos es del 60 % [2], mientras que la medición trimestral efectuada por el INDEC muestra que la tasa de empleo en la región de Cuyo al comienzo de 2019 es del 42 % [5]. A fines prácticos es posible aproximar una tasa de empleo del 51 % en la localidad. De esta forma es posible formar una idea de la solvencia económica de la región a la que se plantea brindar el servicio. Se deduce que sobre la población económicamente activa, poco mas de la mitad tiene al menos una ocupación asalariada.

Para realizar una estimación del monto destinado a las diversas tecnologías de las telecomunicaciones que puede realizar un hogar en la localidad, se calcula un valor medio del ingreso en un hogar de la ciudad. Dicho análisis se encuentra disponible en el anexo adjunto al informe y en el mismo se determina que el ingreso promedio en un hogar de la localidad de Papagayos en 2019 corresponde a US\$ 994 (cotización oficial dolar 02/01/19: \$ 36,80).

El porcentaje que un hogar de la región destina a las TIC's es aproximadamente igual al 4,5 %. Dicho análisis se encuentra disponible de forma adjunta al informe. De forma que es posible de-

terminar que cada familia puede destinar cerca de US\$ 44,73 (cotización oficial dolar 02/01/19: \$ 36,80) para el servicio *Triple Play* que se plantea implementar.

Modelo del Consumo

A partir de la base de datos REDATAM del Censo 2010, se observa la predominancia de 4 personas por hogar [3], por lo que se toma este valor para determinar la cantidad de casas.

En 2019 se estima que hay 681 personas, utilizando el factor de 4 habitantes por casa, se deduce que existen 170 casas en la localidad. De acuerdo de la cantidad de casas estimadas es posible iniciar el análisis del ingreso monetario en base a la cantidad de suscriptores al servicio.

Análisis de la ocupación

Al considerar que en 2010 la población ocupada eran 177 personas [4] sobre una población económicamente activa de 295 personas, dicha fracción representa aproximadamente un total de 40 % de la población activa, es posible suponer que sobre la ciudad hay una persona ocupada por cada hogar, de manera que de forma potencial el 40 % de los 136 hogares puede aceptar suscribirse al servicio al inicio de las actividades del proveedor, dicha proporción corresponde a un total de 55 hogares.

Condición de actividad	Casos	%	Acumulado %
Ocupado	177	60,00	60,00
Desocupado	5	1,69	61,69
Inactivo	113	38,31	100,00
Total	295	100,00	100,00

Figura 2: Condición Ocupación Censo 2010.

Referencias

- [1] Base datos REDATAM. Censo 2010. Resultados Básicos. Frecuencias. Población. Área # 740280301.
- [2] Base de datos REDATAM. Censo 2010. Indicadores sociodemograficos. Tasa de empleo. 'Área # 740280301.
- [3] Base datos REDATAM. Censo 2010. Resultados Básicos. Frecuencias. Hogares. Total personas en el hogar. Área # 740280301.
- [4] Base datos REDATAM. Censo 2010. Resultados Básicos. Población. Condición de Actividad. Área # 740280301.
- [5] Base datos abiertos " Datos Argentina". Tasa de empleo. Valores trimestrales. 2019-01-01.

Planes y cálculo de capacidad

Al plantear 55 casas abonadas al servicio, y considerando 6 nuevos abonados correspondientes a establecimientos que no son hogares, sino que son locales comerciales, clubes sociales y deportivos, entre otros, se calcula la capacidad máxima para el enlace junto a las diferentes tasas a ofrecer.

Se investiga que empresas brindan servicio de TICs, consultando por medio de las redes sociales y llamadas a contactos locales del Departamento de Chacabuco.

Las empresas que brindan servicios de televisión en la región son:

- DirecTV proveyendo más de 1.000 canales (HD y SD).
- Proveedores privados los cuales no brindan garantías respecto al servicio.

Se determina brindar 50 canales, los cuales serán 40 canales SD y 10 canales HD.

Mientras que las empresas que brindan servicios de telefonía:

- En telefonía fija: Cooperativa de Merlo y Cooperativa de Concaran.
- En telefonía móvil: la empresa Claro funciona en la periferia del pueblo y Movistar en menor medida.

Las empresas que brindan servicios de Internet:

- Cooperativa de Merlo con una velocidad de 4Mb.
- Antenas del gobiernos 2.0 y 3.0 .

La desventaja de estas últimas es que mirando el mapa de antenas de la localidad se observa que en horas pico tiene 70 conectados aproximadamente. Lo cual nos indica un nivel considerable de la ocupación, por lo que se sospecha que la calidad del servicio es limitada.

De acuerdo con lo investigado a nivel socio-económico de la población de la Localidad, se decide brindar un servicio de Internet el cual tendrá 3 opciones las cuales son: de hasta 2 Mbps, de hasta 4 Mbps y de hasta 6 Mbps teniendo en cuenta un factor de simultaneidad del 25 %.

Se decide brindar un servicio de VoIP, el cual tendrá una tasa de 30kbps y no se usa un factor de simultaneidad debido a que su tasa es baja comparada con la de televisión e internet.

Cabe decir que se decide que los servicios a brindar tienen 3 niveles, los cuales se describen en la Tabla 1.

Planes	VoIP	SDTV	HDTV	Internet
Bronce	Si	40 canales	-	2 Mbps
Plata	Si	40 canales	5 canales	4 Mbps
Oro	Si	40 canales	10 canales	6 Mbps

Tabla 1: Niveles de servicios a brindar.

Teniendo en cuenta los 61 clientes y los datos socio-económicos de la Localidad, se realiza una división aproximada de la cantidad de hogares por nivel de servicio. La columna de “Otros clientes” corresponde a candidatos como radios, escuela, restaurant, Municipalidad, etc.

Plan	Casas Clientes	Otros Clientes
Bronce	29	-
Plata	19	-
Oro	7	6

Tabla 2: Distribucion de numeros de clientes por servicio.

Para realizar el cálculo de la capacidad de enlace troncal se tendrá en cuenta la simultaneidad de cada servicio y las tasas de cada servicio que se muestran en la Tabla 3.

Servicio	Factor Simultaneidad
SDTV	1:2
HDTV	1:1
VoIP	1:1
Internet	1:4

Tabla 3: Factores de simultaneidad de los servicios.

Se comienza con el cálculo de la tasa de transmisión del enlace troncal, la cual varía de acuerdo al servicio analizado. Los métodos de cálculo se expresan a continuación:

- Servicio VoIP e Internet: La tasa de transmisión de estos servicios está completamente ligada al número de clientes que lo contrata. La forma de calcular para ambos casos la tasa de transmisión neta, consiste en multiplicar la tasa de transmisión propia de cada servicio por el número de clientes que los contrate.

Para el caso de VoIP:

$$T_{NETA-SERVICIO} = T_{Servicio} * N_{Clientes} * f_{Simultaneidad} \quad (3)$$

Utilizando la Ecuación 3:

$$T_{VoIP} = 30Kbps * 61 * 1 = 1,83Mbps \quad (4)$$

Para el caso de Internet, el cálculo de la tasa para cada uno de los planes ofrecidos se tiene incorporado el factor de simultaneidad.

- Plan Bronce: Utilizando la Ecuación 3 para este plan tenemos:

$$T_{INTERNET-BRONCE} = 2Mbps * N_{Clientes} * f_{Simultaneidad} = 2Mbps * 29 * \frac{1}{4} = 14,5Mbps \quad (5)$$

- Plan Plata: Utilizando la Ecuación 3 para este plan tenemos:

$$T_{INTERNET-PLATA} = 4Mbps * N_{Clientes} * f_{Simultaneidad} = 4Mbps * 19 * \frac{1}{4} = 19Mbps \quad (6)$$

- Plan Oro: Utilizando la Ecuación 3 para este plan tenemos:

$$T_{INTERNET-ORO} = 6Mbps * N_{Clientes} * f_{Simultaneidad} = 6Mbps * 13 * \frac{1}{4} = 19,5Mbps \quad (7)$$

- Servicio de Televisión: La tasa de transmisión de este servicio es totalmente independiente del número de clientes que lo contrata. De acuerdo a la Tabla 1 el método para calcular la tasa neta consiste en multiplicar el número de canales almacenados en el caché del servidor con respecto a la tasa de transmisión que corresponde.

Utilizando la Ecuación 8 para las distintas calidades de televisión tenemos:

$$T_{NETA-TV} = T_{Servicio} * N_{CanalesBuffering} \quad (8)$$

Se decide almacenar 20 canales para el servicio SDTV, de manera que la tasa calculada es la siguiente:

$$T_{SDTV} = 1,5Mbps * N_{Canales} = 1,5Mbps * 20 = 30Mbps \quad (9)$$

Mientras que para el servicio HDTV se decide almacenar en la memoria caché todos los canales, de manera que la tasa calculada es la siguiente:

$$T_{HDTV} = 6Mbps * N_{Canales} = 6Mbps * 10 = 60Mbps \quad (10)$$

La contribución a la Tasa Neta de todos los servicios se calcula a continuación:

$$T_{NETA} = k(T_{VoIP} + T_{INTERNET-BRONCE} + T_{INTERNET-PLATA} + T_{INTERNET-ORO}) + T_{SDTV} + T_{HDTV} = \quad (11)$$

Siendo k igual 1.5, la cual es una constante para establecer una capacidad remanente para posible crecimientos futuros en la misma localidad o hacia pueblos cercanos como Concaran, Cortaderas, Villa Larca, etc.

Utilizando la Ecuación 11:

$$T_{NETA} = 1,5(1,83Mbps + 14,5Mbps + 19Mbps + 19,5Mbps) + 30Mbps + 60Mbps = 172,325Mbps \quad (12)$$

Parte III

Análisis Tecnológico

Red de Distribución por Radioenlace

Para brindar el servicio de *Triple Play* a los abonados de la localidad de Papagayos se plantea un radioenlace punto a punto de Mediana Capacidad (cuya frecuencia se determina entre 3 Ghz y 15 Ghz), digital, de largo alcance y alto ancho de banda, entre dos estaciones terminales ubicadas en las dos localidades mencionadas. Sin embargo, como se puede apreciar en la Figura 3 no hay línea de vista entre las mismas, por lo cual se utiliza una estación repetidora.

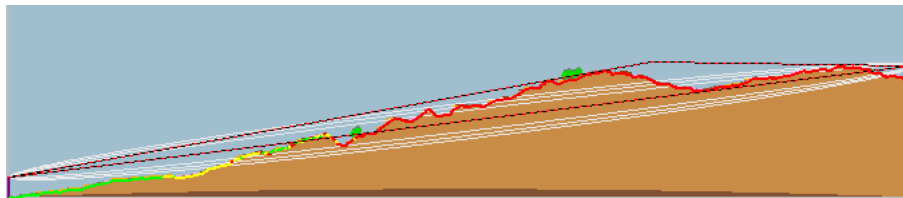


Figura 3: Perfil topográfico entre estaciones terminales.

Se realiza la suposición que se utiliza la torre previamente instalada en la oficina central ubicada en Carpintería. De esta forma se plantea la ubicación y equipamiento del repetidor y receptor.

Para la viabilidad del radioenlace se establece que debe haber un despeje de la zona de Fresnel de al menos el 60 % y un margen de recepción de 20 dB. Dicho cálculo se realiza utilizando software desarrollado para esta tarea.

Ubicación de estaciones

- La estación transmisora se encuentra establecida sobre la ciudad de Carpintería, la Figura 4 permite identificar la posición donde esta ubicada la instalación de la misma.

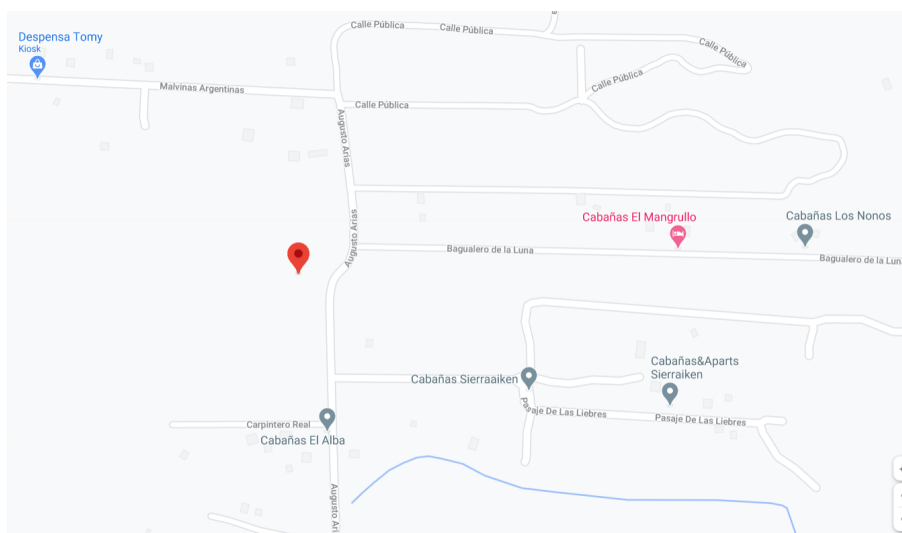


Figura 4: Ubicación de estación transmisora.

- La estación repetidora se coloca sobre las cercanías de una escuela ubicada sobre la ruta provincial N ° 6, aproximadamente a 8 km al este de Concarán. La Figura 5 ilustra la ubicación de la misma. Dicho lugar es el de mayor cercanía entre las dos localidades que permite la viabilidad del enlace, posee acceso a energía eléctrica, y se encuentra en una posición estratégica para futuras ampliaciones sobre ciudades vecinas.

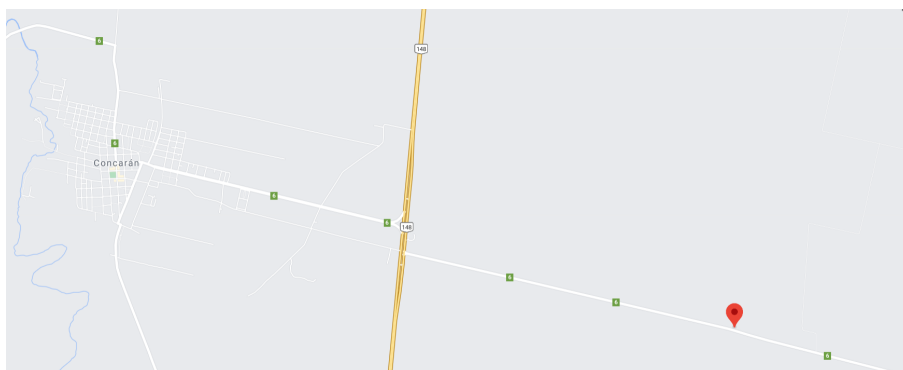


Figura 5: Ubicación de estación repetidora.

- La estación receptora se coloca a la altura de la curva que atraviesa la ciudad de Papagayos. La Figura 6 ilustra la posición de la misma.

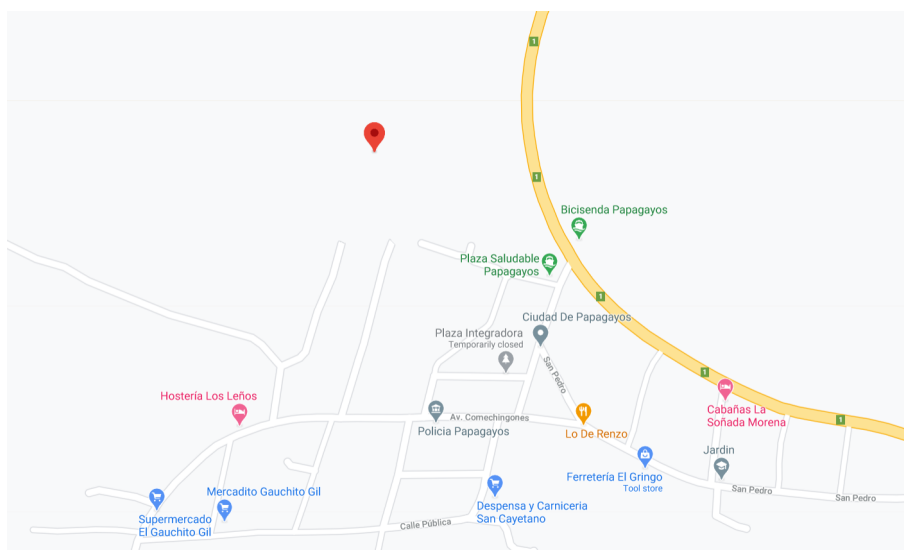


Figura 6: Ubicación de estación receptora.

Equipos necesarios

Se precisan torres de telecomunicación que permitan el soporte de la antena a las alturas especificadas en la Tabla , y también los equipos de transmisión y recepción, los mismos pueden adquirir diversas configuraciones:

- All Outdoor: Tanto la unidad de radio, como el módem que interconecta la radio con el backbone, se colocan sobre la torre.
- All Indoor: Tanto la unidad de radio, como el módem que interconecta la radio con el backbone, se colocan sobre la caseta.
- Split Mount: La unidad de radio se coloca sobre la torre, mientras que el módem se coloca en la caseta.

En esta aplicación se precisa que las torres adquieran una altura que se observa en la Tabla 4.

Carpinteria	m
Repetidor	m
Papagayos	m

Tabla 4: Alturas de las torres.

Las características que

Red de Distribución por Fibra Óptica

Para otorgar los servicios del tipo *Triple Play* a los abonados de la localidad de Papagayos, desde la localidad de Carpintería, se plantea un enlace troncal a través de un tendido de fibra óptica.

El objetivo de esta red es la vinculación de la oficina central (ya instalada), en la localidad de Carpintería, con los equipos receptores, ubicados en Papagayos, con el fin de proveer dichos servicios.

Para la implementación de la red troncal es necesario la elección del tipo, el estándar y la clase de tendido del cable óptico.

La elección del tipo de fibra óptica depende, en primer lugar, de la distancia del enlace.

La utilización de la fibra multimodo es adecuada para distancias de enlaces cortas, generalmente hasta 2 Km. En cambio, la fibra monomodo es utilizada para implementaciones de redes de larga distancia y es apta para velocidades de transmisión mayores a la fibra multimodo.

La Figura 7 muestra un mapa de las localidades de Carpintería y Papagayos. La distancia en línea recta entre ambas localidades ronda alrededor de 30 Km, lo cual infiere la necesidad de la utilización de una fibra monomodo para el establecimiento del enlace.

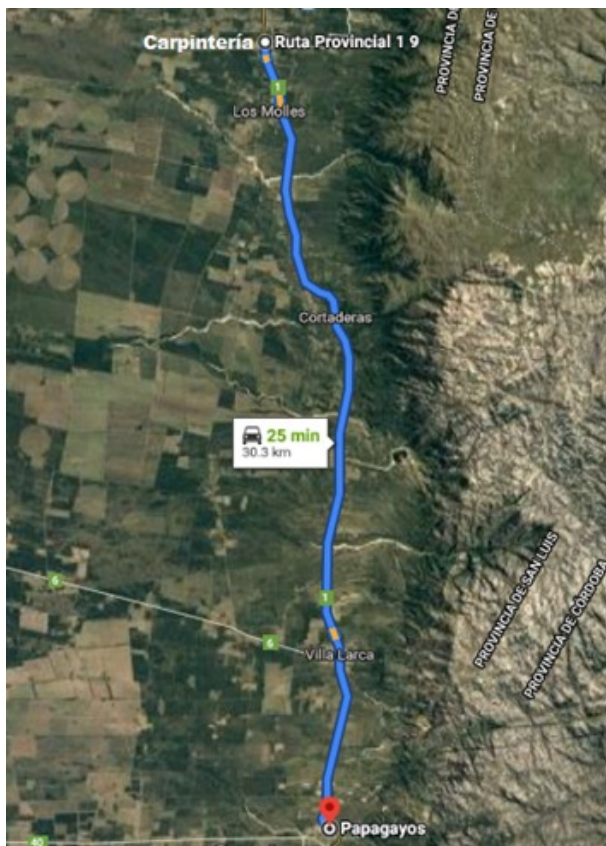


Figura 7: Mapa Papagayos - Carpintería

Para establecer el enlace troncal se opta por utilizar una fibra optica del tipo monomodo. Entre las diferentes fibras ópticas monomodo establecidas por el UIT-T se incluyen las recomendaciones: G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 y la G.657.

- Con respecto a la recomendacion UIT-T G.652, la misma se divide en cuatro subcategorías: G.652.A, G.652.B, G.652.C y G.652.D . Solo se considera la utilización de las subcategorías C y D.
- Con respecto a los estándares restantes. Cada una de estas se utiliza en un ámbito de aplicación diferente:
 - G.653: Sistemas de transmisión que utilizan amplificadores de fibra dopados con erbio (EDFA).
 - G.654 : Sistemas submarinos utilizando fibra óptica con corte desplazado.
 - G.655 : Sistemas submarinos utilizando fibra óptica de dispersión desplazada no nula (NZDSF).
 - G.656 : Sistemas de larga distancia que utilizan rangos de longitud de onda desde 1460 to 1625 nm.
 - G.657 : Fibra óptica insensible a la pérdida ocasionada por curvaturas, diseñada para Redes de Acceso.

Teniendo presente la posibilidad de que en un futuro se amplíe la capacidad del enlace, dado a las crecientes demandas de las tasas de transmisión, se elige un estándar que perm

De acuerdo a las bandas de operación especificadas y la tecnología CWDM, se opta por la utilización del estándar UIT-T G.652 D, el cual elimina el pico de agua para una operación de espectro completo. Dicho estándar puede utilizarse en las regiones de longitud de onda de 1310 nm y 1550 nm y admite la transmisión por multiplexación por división de longitud de onda gruesa (CWDM).

<https://beyondtech.us/blogs/beyondtech-en-espanol/cuales-son-las-diferencias-entre-las-fibras-opticas-monomodo-g-652-y-g-655>

<https://community.fs.com/es/blog/is-g652-single-mode-fiber-your-right-choice.html>

Además, se desea lograr una instalación que permita la transmisión de los correspondientes servicios (Datos, SDTV, HDTV, VoIP) a través de multiplexación por división de onda (CWDM). CWDM soporta 18 canales con rangos de funcionamiento hasta 60 Km aproximadamente, por lo que dicha tecnología puede ser implementada para la transmisión de las señales sin ningún problema, ya que solo son requeridos dos canales en una distancia de 33 Km, aproximadamente. Si la demanda del servicio aumenta, es posible una expansión futura debido a que quedan 16 canales libres destinados a dicha expansión.

Se decide efectuar una instalación aérea de la fibra óptica que une a ambas localidades.

- El recorrido comienza desde la Oficina Central ubicada en Carpintería. Su ubicación se encuentra detallada en la Figura 8 .



Figura 8: Trayectoria del enlace troncal.

- La fibra se despliega a lo largo de la Ruta Provincial N °1, como se observa en la Figura 9, el trayecto tiene una extensión de 30,2 Km aproximadamente [1].

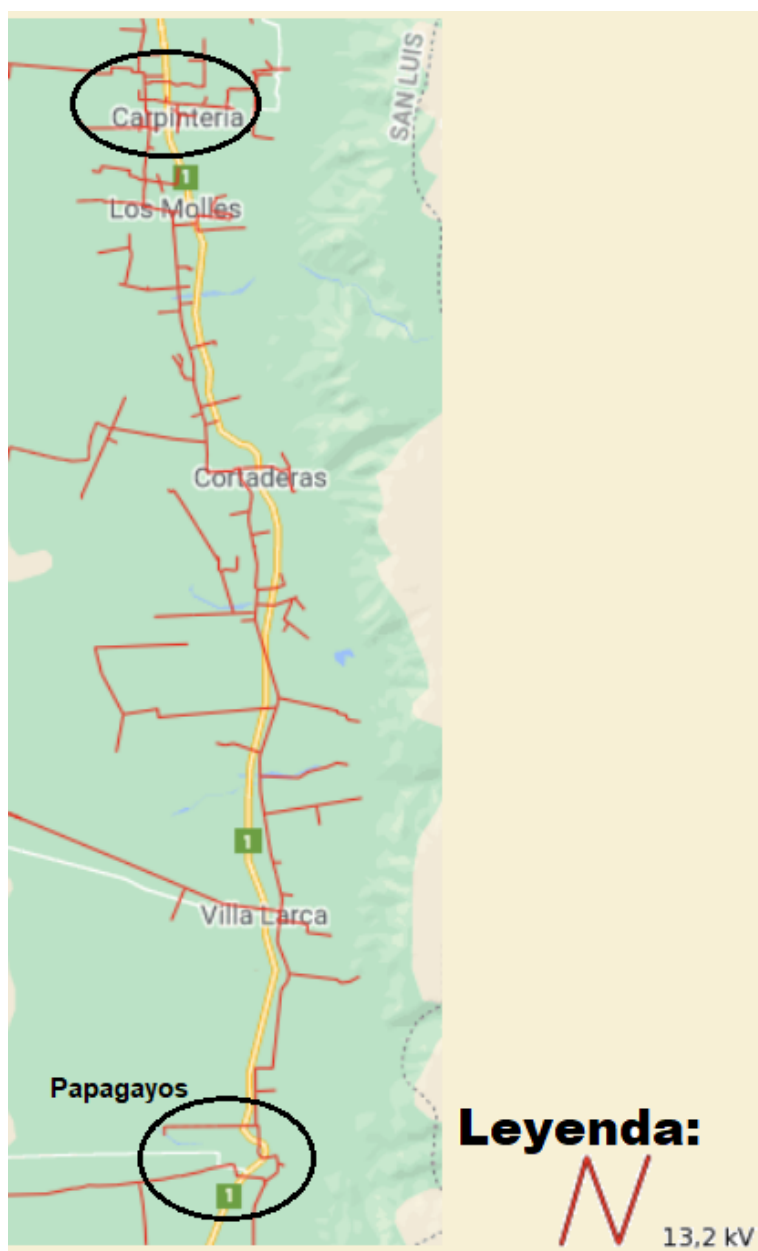


Figura 9: Trayectoria del enlace troncal.

- La terminación de la misma se establece en la intersección entre la Ruta Provincial N °1 y la Avenida San Pedro, en la localidad de Papagayos, tal y como se muestra sobre la Figura 10 .



Figura 10: Terminación del enlace troncal.

A través de la herramienta que ofrece la Secretaría de Energía de la Nación se observa un tendido eléctrico al costado de la Ruta Provincial N°1, el cual se extiende hasta Papagayos, atravesando Villa Larca, Cortaderas. Esto facilita la colocación del tendido de fibra óptica ya que se utilizarán los postes de la línea de media tensión ya instalados. Como el tendido se ubica en las cercanías de la ruta, ofrece facilidad en cuanto al acceso del mismo frente a cualquier problemática del servicio (por ejemplo, corte de fibra).

En dicha instalación, además de los 30,2 Km aproximados de fibra óptica, es necesario adicionar cierto extra de fibra debido a la catenaria, el margen de seguridad y la geometría del tendido eléctrico.

Una primera aproximación posible para longitud total de la fibra puede calcularse añadiendo un 10% de la longitud total del mismo, considerando los extras mencionados anteriormente. Así, son necesarios 33,22 Km de cable óptico en total.

Referencias

- [1] Dirección Nacional de Información Energética. Secretaria de Energía: <https://sig.se.gov.ar/visor/visorsig.php?t=1>

Parte IV

Plan Económico de Equipamiento

Parte V

Propuesta Tecnológica

Parte VI

Plan de Accion

Parte VII

Plan de Mantenimiento

Parte VIII

Análisis Económico y de Negocio