



Convenio de colaboración técnica para el diseño e implementación de redes rurales de comunicación inalámbrica (PYT-2008-0270)

Informe Técnico Final al 31 de Enero de 2010

**Elaborado por el Centro Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad de
la Universidad de Viña del Mar**

Índice General

Capítulo	
I.-Antecedentes generales del convenio de colaboración.	5
Capítulo	
II.-Resumen ejecutivo.	6
Capítulo	
III.- Informe técnico.	7
1.- Objetivos del Proyecto.	
2.- Metodología del Proyecto.	
3.- Actividades del Proyecto.	
4.- Resultados del Proyecto.	
5.- Fichas Técnicas y Análisis Económico.	
Capítulo	
IV.- Descripción técnica general de las redes.	15
1.- Estructura de las Redes Inalámbrica Rurales (RIR).	
2.- Equipos y componentes de la Red Troncal Superior.	
3.- Equipos y componentes de la Red de Nivel Medio – Inferior.	
4.-Equipos y componentes de un Datacenter.	
5.- Gestión técnica de las redes.	
Capítulo	
V.- Descripción particular de las redes.	25
1.- RIR Valle de Petorca.	25
1.1.- Implementación de la Red.	
i) Red de nivel superior.	
ii) Red de nivel medio – inferior RIR Valle de Petorca.	
iii) DataCenter RIR Valle Petorca.	
1.2.- Gestión de la RIR Valle Petorca.	
1.3.- Resultados y recomendaciones RIR Valle Petorca.	
2.- RIR Valle Catemu/Panquehue.	33
2.1.- Implementación de la red.	
i) Red de nivel superior Catemu Panquehue.	
ii) Red de nivel medio-inferior Catemu Panquehue.	
iii) Datacenter RIR Panquehue-Catemu.	
2.2.- Gestión de la RIR Catemu/Panquehue.	
2.3.-Resultados y recomendaciones.	
3.- RIR Valle Cachapoal.	43
3.1.- Implementación de la Red.	
i) Descripción de la red de nivel superior, valle Cachapoal.	
ii) Descripción de la red de nivel medio-inferior, Valle del Cachapoal.	

iii) DataCenter RIR Valle del Cachapoal.	
3.2.- Implementación de la Red.	
3.3.- Resultados y recomendaciones.	
4.- RIR Nancagua/Placilla (RIR Valle Colchagua).	54
4.1.- Implementación de la Red.	
i) Descripción de la red de nivel superior, valle Colchagua	
ii) Descripción de la red de nivel medio-inferior, Nancagua/Placilla	
iii) DataCenter RIR Nancagua/Placilla.	
4.2.- Implementación de la Red.	
4.3.- Resultados y recomendaciones.	
5.- RIR Valle Molina / Río Claro.	62
5.1.- Implementación de la red.	
i) Red de nivel superior RIR Valle Molina - Río Claro.	
ii) Red de nivel medio-inferior RIR Molina/Río Claro.	
iii) Datacenter RIR Molina/Río Claro.	
5.2.- Gestión de la RIR Molina/Río Claro.	
5.3.-Resultados y recomendaciones.	
 Capítulo	
VI.- Aspecto de interés.	71
1.- Equipos de radio.	
2.- Datacenter.	
3.- Infraestructura de Torres.	
 Capítulo	
VI.- Conclusión y recomendaciones finales.	76

Índice de Tablas

Tabla 1.- Especificaciones técnicas equipos SkyPilot.
Tabla 2.- Especificaciones técnicas Servidores HP Proliant ML110 G5.
Tabla 3.- Coordenadas Antenas Nivel Superior RIR Valle de Petorca.
Tabla 4.- Distancia enlaces de red troncal RIR Valle de Petorca.
Tabla 5.- Coordenadas de Access Dual RIR valle Petorca.
Tabla 6.- Coordenadas de Connector RIR valle Petorca.
Tabla 7.- Coordenadas de NanoStation 2 RIR valle Petorca.
Tabla 8.- Coordenadas nodos red superior.
Tabla 9.- Tabla distancias red troncal RIR Panquehue.
Tabla 10.- Access Dual RIR Panquehue-Catemu.
Tabla 11.- NanoStation 2 RIR Panquehue-Catemu.
Tabla 12.- Coordenadas de nodos red troncal RIR Valle del Cachapoal.
Tabla 12.- Distancia de enlaces red troncal RIR Valle del Cachapoal.
Tabla 13.- Coordenadas de Connector; RIR Valle del Cachapoal.
Tabla 14.- Coordenadas de Access Dual Band; RIR Valle del Cachapoal.
Tabla 15.- Coordenadas de NanoStation 2 RIR Valle del Cachapoal.
Tabla 16.- Coordenadas Nodos Troncales RIR Valle Colchagua.
Tabla 17.- Distancia de enlaces red troncal RIR Valle Colchagua.
Tabla 18.- Coordenadas de Access Dual Band RIR Nancagua/Placilla.

Tabla 19.- Coordenadas de NanoStation 2 RIR Nancagua/Placilla.
 Tabla 20.- Coordenadas nodos red superior RIR Valle Molina / Río Claro.
 Tabla 21.- Tabla distancias red troncal RIR Valle Molina / Río Claro.
 Tabla 22.- Coordenadas de Access Dual RIR valle Molina / Río Claro.
 Tabla 23.- Coordenada de Connector Pro RIR valle Molina / Río Claro.
 Tabla 24.- Coordenadas de NanoStation 2 RIR valle Molina / Río Claro.

Índice de Figuras

Figura 1.- Esquema básico Red Inalámbrica Rural.
 Figura 2.- Equipos de red de nivel superior SkyGateway/SkyExtender.
 Figura 3.- Diagrama Instalación Torre y Equipo Nivel Superior.
 Figura 4.- Equipos de red nivel medio – inferior.
 Figura 5.- Instalaciones de equipos de red de nivel medio – inferior.
 Figura 6.- Estructura Datacenter.
 Figura 7.- Red Nivel Superior RIR Valle de Petorca.
 Figura 8.- Zonas de la Red completa, nivel medio-inferior RIR Petorca.
 Figura 9.- Zona 1 Red nivel medio-inferior RIR Petorca.
 Figura 10.- Zona 2 Red nivel medio-inferior RIR Petorca.
 Figura 11.- Zona 3 Red nivel medio-inferior RIR Petorca.
 Figura 12.- Red troncal Panquehue y conexión Catemu.
 Figura 13.- Red troncal RIR integrada Catemu/Panquehue.
 Figura 14.- Enlaces punto a punto Llay-Llay/Catemu.
 Figura 15.- Zonas de la red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.
 Figura 16.- Zona 1 Red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.
 Figura 17.- Zona 2 Red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.
 Figura 18.- Zona 3 Red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.
 Figura 19.- Red de nivel superior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 20.- Zonas de la red media-inferior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 21.- Zona 1 Patagua, red media-inferior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 22.- Zona 2 La Esperanza red media-inferior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 23.- Zona 3 Pichidegua red media-inferior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 24.- Zona 4 Larmahue, red media-inferior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 25.- Zona 5 Peumo red media-inferior RIR Valle del Cachapoal.
 Figura 26.- Red troncal Nancagua/Placilla.
 Figura 27.- Zonas que conforman la Red nivel medio-inferior Nancagua/Placilla.
 Figura 28.- Zona 1 red nivel medio-inferior RIR Nancagua/Placilla.
 Figura 29.- Zona 2 red nivel medio-inferior RIR Nancagua/Placilla.
 Figura 30.- Zona 3 red nivel medio-inferior RIR Nancagua/Placilla.
 Figura 31.- Red troncal RIR Valle Molina/Río Claro.
 Figura 32.- Red completa nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro.
 Figura 33.- Zona 1 red nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro.
 Figura 34.- Zona 2 Red nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro.
 Figura 35.- Zona 3 Red nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro.

I. ANTECEDENTES GENERALES DEL CONVENIO DE COLABORACION

CÓDIGO:

PYT-2008-0270

NOMBRE DEL PROYECTO:

“Convenio colaboración técnica entre la Fundación para la Innovación Agraria y la Universidad de Viña del Mar para el diseño e implementación de redes rurales de comunicación inalámbrica”

REGIONES Y COMUNAS DE EJECUCIÓN:

Situación	Regiones	Comunas
Inicial 2 regiones; 6 comunas	Valparaíso; Libertador Bernardo O'Higgins	Petorca; Panquehue Peumo/Pichidegua Nancagua; Placilla
Final 3 regiones; 9 comunas	Valparaíso; Libertador Bernardo O'Higgins; Maule	Petorca; Catemu/Panquehue; Peumo/Pichidegua Nancagua; Placilla Molina/Río Claro

AGENTE EJECUTOR:

Universidad de Viña del Mar/ Centro Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad; UVM/CTAC

AGENTES ASOCIADOS:

Municipalidad de Petorca.
COOPESIC Catemu Ltda.
COOPEUMO Ltda.
Municipalidad de Nancagua
Municipalidad de Placilla
Instituto de Educación Rural (IER)

COORDINADOR DEL PROYECTO

Renzo De Kartzow G.

COSTO TOTAL

APORTE DEL FIA

PERÍODO DE EJECUCIÓN

Programado: 12 meses

Real: 19 meses

II. RESUMEN EJECUTIVO

El convenio de colaboración FIA/UVM, desarrollado entre el 1/07/2008 y el 31/01/2010, tiene como objeto central “diseñar e implementar redes rurales de comunicación inalámbrica”, tomando y expandiendo los resultados alcanzados por la ejecución de la primera red rural de este tipo en la comuna de Catemu, la cual el 2008 obtiene el premio nacional de innovación de CORFO. El desafío principal del convenio, era llevar el aprendizaje adquirido a otras comunas rurales y crear carreteras de comunicación inalámbrica, sobre las cuales transite información, servicios y aplicaciones; mejorando las opciones de desarrollo social y productivo del medio rural.

En su ejecución, un elemento clave fue la progresiva participación de los agentes asociados, de las organizaciones locales, de las escuelas rurales y de los profesionales y técnicos; todos ellos incorporaron además de tecnologías, conceptos y valores que resaltan la idea de que, “una sociedad rural en red permite la concurrencia libre de capacidades, posibilita flujos continuos de conocimiento y abre vías para aportar y procesar información”.

Las metas iniciales del convenio fueron largamente superadas, manteniéndose el presupuesto inicial, lo cual fue posible por una adecuada adquisición de equipos en volumen y el aprovechamiento de oportunidades de mercado. En este contexto es destacable de norte a sur:

- Expansión de la red de Petorca a localidades ubicadas al poniente de la cabecera comunal, superando la cobertura territorial programada inicialmente en un 18%.
- Integración de las redes de Panquehue y Catemu, generando una red con claras economías en los costos y una capacidad de operar con 20 Mbps, dando cobertura a un territorio 11% mayor al proyectado.
- Ampliación de la red Peumo Pichidegua, a los sectores de la cuenca baja del río Tinguiririca haciendo posible alumbrar las comunidades de Santa Amalia lo que implica un 20% más de cobertura.
- Expansión en un 14% el territorio de la red de Nancagua/Placilla, dando cobertura al sector de Manantiales.
- Factibilidad, diseño y construcción de una nueva red, no contemplada en el convenio inicial. Este emprendimiento fue realizado en asocio con el Instituto de Educación Rural (IER), dando cobertura a 10 localidades de las comunas de Molina y Río Claro en la Región del Maule.

El proyecto deja operativas cinco redes inalámbricas rurales, vinculadas a instituciones con capacidad de gestión local (tres municipalidades, dos cooperativas y un instituto de educación). Estas redes cuentan con recursos técnicos entrenados en la gestión de las redes y dan cobertura a 74 localidades de 9 municipios.

Los resultados alcanzados permitieron validar un modelo de INTRANET rural, con acceso controlado a Internet y una amplia gama de servicios incorporados. Este modelo, es de gran impacto en comunas rurales donde las áreas a cubrir son muy extensas, con fuertes carencia de infraestructura de redes físicas de

comunicación, con población dispersa y un bajo poder adquisitivo de las familias.

El proyecto deja en evidencia que una adecuada estrategia para el desarrollo digital rural, es impulsar de forma simultánea, la ampliación de los servicios públicos, conjuntamente con apoyar el establecimiento de redes locales privadas controladas por los usuarios, que al funcionar bajo la modalidad de una INTRANET local con acceso controlado a Internet, permite hacer un uso racional del ancho de banda (recurso escaso y caro), haciendo posible además, entregar a sus integrantes, servicios de todo orden tales como, capacitación en línea, información climática local, comunicación local (VoIP), portal, etc.; hospedando dichos servicios en la red local sin que esto implique necesariamente el uso de Internet.

Se estima que el proyecto es un aporte a la generación de un modelo válido de conectividad y cooperación para la “milla final” de las comunicaciones en el medio rural. Activándose e incrementándose el capital social local, mejorándose el acceso a servicios y poniéndose en marcha modelos de gestión local de las redes bajo el formato de cooperativas tecnológicas que involucran municipios, organizaciones sociales y productores.

En suma, en un periodo de diez nueve meses se ha demostrado que las redes inalámbricas rurales son técnica y socialmente posibles, a condición que la administración de los recursos escasos de comunicación, se gestionen localmente, bajo modelos institucionales de amplia participación.

III. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto

El Convenio colaboración técnica entre la Fundación para la Innovación Agraria y la Universidad de Viña del Mar para el diseño e implementación de redes rurales de comunicación inalámbrica establece, de conformidad al plan operativo vigente al 31 de enero de 2010, como objetivo principal: *“Diseñar e implementar redes rurales de comunicación inalámbrica, en a lo menos cinco comunas rurales de las regiones de Valparaíso, del Libertador Bernardo O’Higgins, y del Maule, para dar cobertura comunicacional a localidades y empresas agropecuarias y soporte suficiente para una moderna transmisión de información, voz, datos e imagen”*.

Este objetivo fue plenamente alcanzado lográndose diseñar, construir y dejar operativas cinco redes inalámbricas rurales con cobertura directa en nueve municipios.

- Red Valle Petorca; cobertura en el municipio del mismo nombre.
- Red Valle Catemu; cobertura en municipios de Panquehue y Catemu.
- Red Valle Cachapoal; cobertura en los municipios de Peumo y Pichidegua, y capacidad de operar en el municipio de las Cabras.

- Red Valle Colchagua; cobertura en los municipios de Nancagua y Placilla, y capacidad de operar en el municipio de Chepica.
- Red Valle Molina/Río Claro; cobertura en los municipios del mismo nombre.

En relación a los objetivos específicos fueron plenamente alcanzados, en los términos siguiente:

- Se generaron los diseños y topologías de redes inalámbricas, en consonancia con los requerimientos de conectividad de cada una de las redes antes señaladas y se suscribieron acuerdos locales con municipalidades, cooperativas y otras instituciones para la implementación de las redes (ver Anexo de Documentos Soportantes)
- Se Implementó en los nueve municipios antes señalados, una infraestructura de comunicación inalámbrica que da soporte a INTRANET locales con salida controlada a Internet. Dando cobertura a localidades, escuelas, organizaciones y empresas agropecuarias.
- Se desarrollaron localmente capacidades técnicas para operar las redes, haciendo posible transferir las redes inalámbricas implementadas a los gobiernos locales y/o organizaciones sociales o productivas.

En síntesis el proyecto cumplió largamente con los objetivos propuestos, implementando un conjunto de cinco redes inalámbricas rurales, haciendo posible que en la actualidad 74 localidades rurales de 9 comunas tengan acceso a servicios de infocomunicaciones modernos, operando en el sistema más de 1.500 computadores

2. Metodología del Proyecto

La propuesta metodológica que se implementó con el Convenio de Cooperación, se fundamenta, por una parte, en los avances que a nivel mundial han tenido las tecnologías de comunicación inalámbrica vía radio; y por la otra, en los resultados reales logrados en el proyecto de la red inalámbrica rural de Catemu.

Metodológicamente el establecimiento y desarrollo de redes inalámbricas en zonas rurales, implicó la integración de tecnologías de distinta naturaleza tales como WIMAX y WIFI y se establecieron tres niveles de configuración, combinando estándares y topologías

En el nivel superior se utilizó tecnologías propietarias altamente probadas en el país, que permiten realizar enlaces a distancias de 16 kilómetros con velocidades de transmisión de 54 Mbs. Esta tecnología propietaria, posee algoritmos de enrutamiento que facilita su optimización. El nivel superior cuenta con software de administración y de actualización periódica, para asegurar una adecuada calidad de servicio.

En el nivel intermedio, se utilizó tecnología que permite bajar la señal inalámbrica de la red troncal o superior a puntos específicos con el fin de

retransmitirla bajo el estándar 802.11 b/g. Esta configuración, es una integración entre un CPE terminal de tecnología propietaria, con un dispositivo Access Point, para generar acceso WIFI.

El tercer nivel de la red, permite bajar la señal WIFI al usuario final, con una calidad de servicio estable. En este nivel, es posible identificar áreas alumbradas y puntos fijos de bajada que requieren antenas direccionales para capturar la señal y dejarla disponible como un punto de red.

La metodología empleada, implicó el equipamiento de los terminales de acceso a Internet con servidores capaces de hacer una gestión de los servicios de la red. Estos Data Center, dan soporte a servicios de firewall, telefonía local de voIP, correo electrónico, hosting y portales comunitarios.

En la metodología utilizada, es destacable los programas para la regulación de las redes con el fin de maximizar el uso de ancho de banda, permitiendo dar servicios a un mayor número de usuarios por cada mega contratado disminuyendo de esta forma los costos recurrentes en este tipo de redes.

Para lograr un alto impacto en la implementación de las redes rurales de comunicación inalámbrica, se aplicó una metodología con una fuerte interacción con el medio local conformado por municipalidades, empresas productivas y organizaciones sociales, asegurando la participación de los usuarios de la red en la implementación de los servicios.

Metodológicamente, la generación de INTRANET locales, apunta a desarrollar accesos controlados a Internet, sistemas de calidad de servicio, ordenación de tráfico, restricción de accesos, seguridad y soporte para compartir información. La implantación de redes locales de comunicación presenta las siguientes ventajas: costos adecuados, fácil operación, escalable en tamaño y alta compatibilidad con diferentes plataformas informáticas.

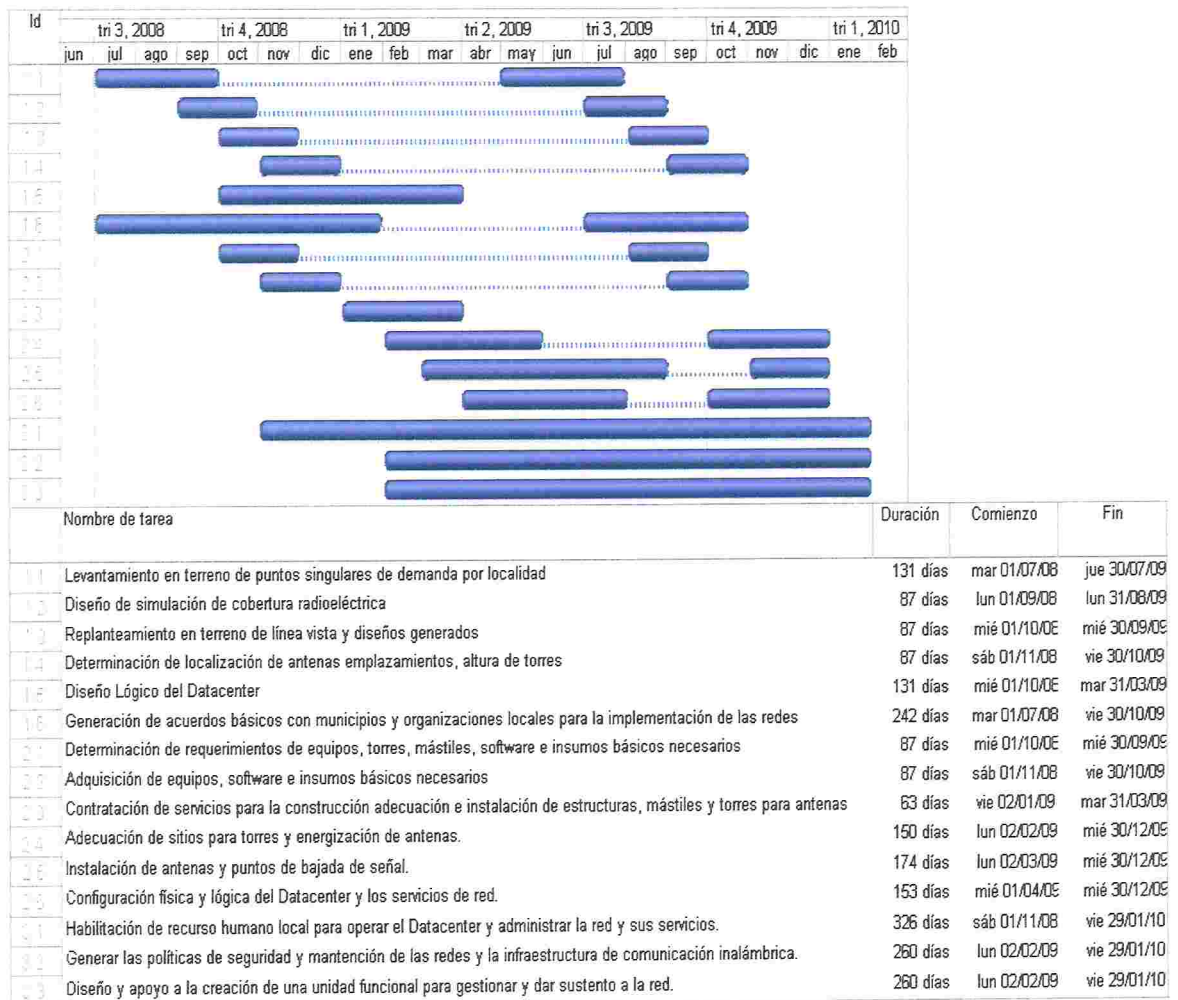
La metodología aplicada, se ajustó en lo sustantivo, a la metodología propuesta, haciendo especial énfasis en adecuar cada red a las condiciones particulares de los requerimientos locales, razón por la cual todas las redes resultantes tienen características que las diferencian y le confieren carácter.

3. Actividades del Proyecto

La carta Gantt que se acompaña corresponde a las últimas modificaciones del Plan Operativo, y representa los tiempos de ejecución del proyecto, teniendo en cuenta la incorporación de la red Molina/Riô Claro.

No se observan ajuste significativo en los tiempos de ejecución de las diversas actividades en relación a lo programado.

Los hitos críticos que se desprenden de la Gantt fueron cumplidos oportunamente a cabalidad.



4.- Resultados del Proyecto

Tomando como base los resultados esperados, propuestos en el Plan Operativo F UPP 7301, se presenta a continuación un cuadro resumen de los mismos, con una última columna donde se consignan los resultados realmente obtenidos.

Resultado o producto		Descripción	Resultado Propuesto	Resultado Obtenido
Nº	Nombre			
1	Requerimientos de conectividad levantados por comuna.	Georeferenciación de 20 a 30 puntos de conexión por comuna de naturaleza social y productiva.	100 a 150 puntos determinados	376 puntos georeferenciados
2	Cobertura radioeléctrica definida de las redes inalámbricas.	Simulación de conectividad sobre imágenes satelitales, determinado áreas de cobertura de señal y lóbulos de cubrimiento.	Mapa por comuna, diseño de enlaces y screenshot	9 comunas con mapas simulación 84 ejercicios de cobertura local realizados
3	Factibilidad de campo verificada.	Reconocimiento de terreno de puntos singulares determinados por la simulación de cobertura. Análisis de línea vista y localización de antenas	Topología de las redes definida. Diseño preliminar de localización de antenas.	Todos los diseños realizados. Reconocimiento de terreno de 183 posibles emplazamientos
4	Torres y antenas localizadas.	Análisis de cada sitio de localización de torres y antenas.	Configuración del Backhole para cada red inalámbrica.	Localización de 27 torres de las redes troncales y 66 puntos de las redes medias
5	Diseños de Data Center estructurado según servicios y aplicaciones.	Estructura lógica y física de cada Data Center para administrar la red y sus aplicaciones	A lo menos tres diseños de Data Center generados.	Diseños realizados Incorporación de nuevos equipo y programas
6	Acuerdos básicos establecidos con gobiernos locales y entidades productivas.	Generación de acuerdos con gobiernos locales y/o organizaciones sociales y productivas.	Alianzas funcionales establecidas	Convenios establecidos con 3 municipios, 2 cooperativas y 1 Instituto de educación
7	Requerimientos de equipos, torres, mástiles, software e insumos de red definidos	Especificación técnica de equipos, infraestructura, compatibilidades, protocolos y definición de cantidad.	Tipo y número de equipos definidos.	Requerimientos de equipos definidos
8	Equipos, software e insumos adquiridos	Proveedores identificados, generación de acuerdos comerciales, importaciones realizadas y cronograma de adquisiciones establecida.	Equipos, software e insumos disponibles implementación redes	Equipos de antenas y software adquiridos. Data Center con servidores y programas adquiridos
9	Servicios de construcción e instalación de	Servicios de terceros establecidos para la provisión de torres, mástiles y demás	Cinco redes con torres, mástiles y estructuras de	Servicios contratado red principal de 27

	infraestructura de la red contratados y operando.	requerimientos físicos de las redes.	soporte instaladas.	torres instaladas
10	Sitios habilitados para instalación de antenas	Adecuaciones de perímetro, acceso, energía y seguridad para cada sitio.	Sitios establecidos para cada red inalámbrica.	93 sitios de instalación de las redes troncales y medias implementados
11	Instalaciones de antenas y puntos de bajada realizados.	Implementación del backhole, celdas WIFI y habilitación de usuarios finales.	Cinco redes implementadas.	Cinco redes funcionando
12	Data Center y servicios de red configurados.	Configuración física y lógica de servidores, firewall y aplicaciones del Data Center.	A lo menos cuatro Date Center operando.	Seis data center operativos
13	Recurso humano local habilitado para operar la red	Habilitación de recurso humano para manejar los software de administración y dar soporte a la red inalámbrica.	A lo menos dos personas habilitada por cada red establecida.	Cada red con un responsable técnico capacitado y personal de apoyo variable
14	Políticas de seguridad y mantención transferidas	Análisis de seguridad por cada hardware y software incorporado en el Data Center.	Política de seguridad y mantención construida.	Cinco Data Center con seguridad habilitada
15	Unidades funcionales definidas.	Acuerdos institucionales establecidos para asegurar la continuidad y estabilidad de los servicios de las red inalámbricas construidas.	Cinco redes con soporte institucional definido.	Acuerdos generados y operativos

Del análisis de la información entregada, es posible resaltar que la ejecución del proyecto se realizó dentro de lo programado; superándose lo originalmente previsto y lográndose en síntesis cinco redes inalámbricas operativas y una unidad central de apoyo implementada.

5.- Análisis de los recursos involucrados

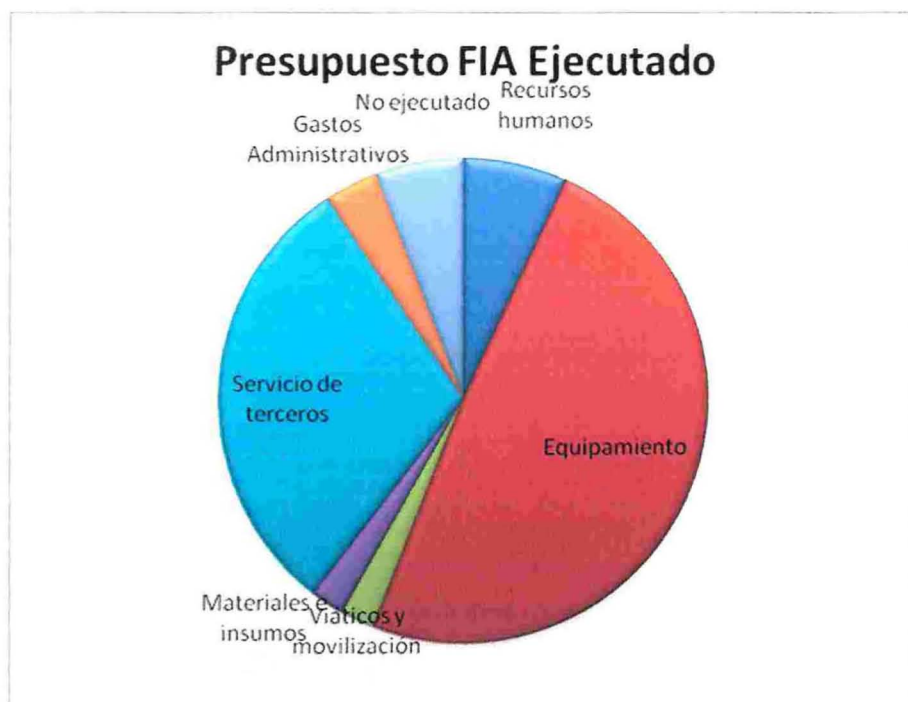
El presupuesto general del Proyecto se estableció en _____ con un aporte FIA de _____ y recursos de contraparte por _____

La ejecución de gastos con recursos FIA alcanzó a _____ implicando un _____ de lo programado. La ejecución de los recursos de contraparte fue de _____ alcanzando un _____ de lo programado

En los gráficos siguientes, se entrega un detalle del comportamiento del gasto de los recursos FIA (por ítem) y de los recursos de contra parte (por agente participante).

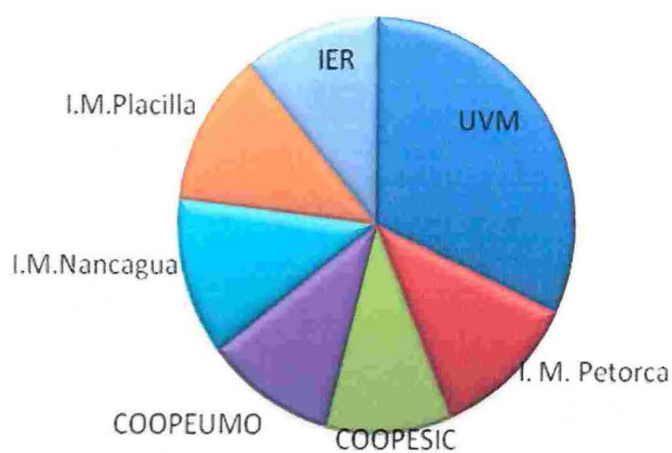


Los servicios de terceros involucran, gastos en la construcción de la infraestructura necesaria de torres y otros soportes de antenas, conjuntamente con otros servicios profesionales en diseño, instalación de equipos de radio, monitoreo y puesta en marcha de las redes.



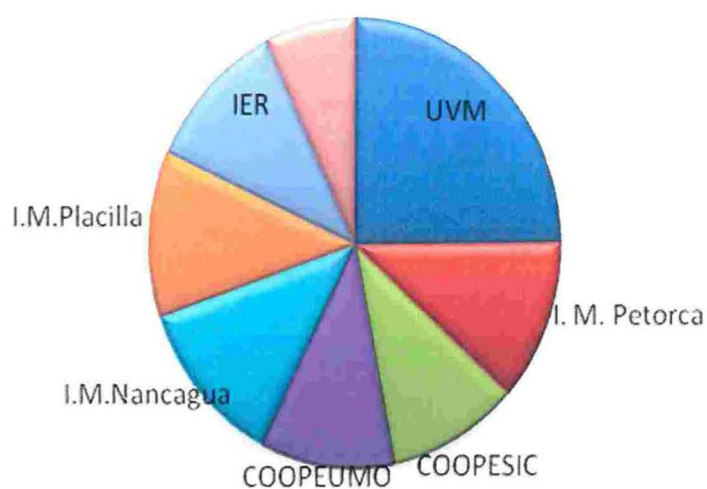
Las diferencias entre lo ejecutado y lo programado se sitúan en una disminución de los gastos administrativos y un ajuste en los gastos correspondiente a equipos. Las otras posiciones de gasto permanecen estables.

Financiamiento de contraparte Programado



Financiamiento de contraparte Ejecutado

No ejecutado



La diferencia entre los gastos comprometidos y ejecutados alcanza a un y se situa em los aportes de la UVM.

IV DESCRIPCIÓN TÉCNICA GENERAL DE LAS REDES

1.- Estructura de las Redes Inalámbrica Rurales (RIR).

La idea general de una RIR, se puede definir como una INTRANET inalámbrica con servicios locales propios y con una conexión controlada a INTERNET distribuida en toda la red. El diseño básico de una RIR es el que se muestra a continuación.

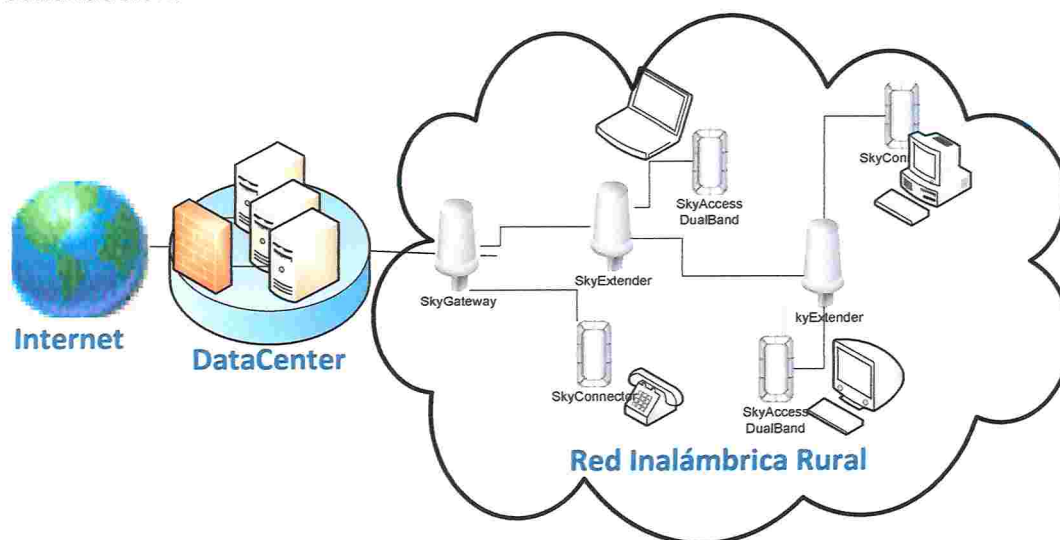


Figura 1: Esquema básico Red Inalámbrica Rural

La RIR se conecta a Internet mediante un DataCenter, que es el ente encargado de administrar la red y darle seguridad a la misma, además de implementar servicios locales, montados sobre la red inalámbrica.

Una RIR se encuentra implementada mediante una estructura de 3 niveles de red, para asegurar cobertura y conectividad según sean los requerimientos de cada localidad, estos niveles de red son:

Red de nivel Superior: en este nivel, se asegura la cobertura de la red para el área de interés a conectar, operando en frecuencias dentro de la banda 4.950 a 5.850 GHz. **Red de nivel Medio:** este nivel, es el encargado de otorgar soporte a las conexiones de usuario finales y según el tipo de equipo que se encuentre instalado, brinda conexión directa a los usuarios en la cercanía al lugar. **Red de nivel Inferior:** desempeña la labor de dar conectividad a los usuarios finales, ya sea mediante la generación de celdas Wifi (802.11 a/b/g) y la conexión a éstas, de equipos que permiten realizar enlaces a una mayor distancia. La descripción de equipos por los tres niveles antes señalados, se presenta a continuación.

2.- Equipos y componentes de la Red Troncal Superior

Este nivel de red, está conformado completamente por equipos de la marca SkyPilot, que se encuentran instalados sobre torres de acero galvanizado ventadas con tierra de seguridad y balizas en los casos requeridos, con alturas que van desde los 6 a los 45 metros. Estos equipos establecen conexiones que generan una red troncal en forma de malla, que provee mayor robustez al sistema, debido a que posee enlaces de respaldo en caso de falla de otro equipo en la red troncal.

Los equipos utilizados son el **SkyGateway** y el **SkyExtender**, los cuales están constituidos por el mismo Hardware, variando el Firmware instalado. En el caso del SkyGateway es necesario una licencia especial. Para estos dos equipos existen tres versiones según las funcionalidades extras que tengan, si el equipo aparte de conectarse a la red troncal genera una celda Wifi del tipo 802.11b/g en 2.4 GHz, se agrega al nombre del equipo el postfijo Dual Band, si el equipo genera una celda Wifi del tipo 802.11a en 4.9 GHz además de la 802.11b/g, se agrega el postfijo Tri Band.

SkyGateway: es el ente central que comanda la red troncal. Es un equipo de radio, provisto de un arreglo de 8 antenas con 18 [dBi] de ganancia y 45° de apertura horizontal, operando en modo TDMA (*Time Division Multiple Access*), que da una cobertura total de 360°. Las antenas direccionales transmiten un nivel de potencia EIRP (*Effective isotropic radiated power*) de 4 [W], nivel de potencia permitido por SUBTEL para esta banda. Este equipo es la puerta de enlace entre el punto de red ofrecido por un proveedor de INTERNET, y la INTRANET inalámbrica, además con la capacidad de dar soporte a servicios locales tal como telefonía IP. Cualquier diseño de red inalámbrica implementada con tecnología SkyPilot debe contemplar al menos una de estas unidades.

SkyExtender: este tipo de nodo, es un repetidor que permite extender la red troncal a toda el área que se desea dar cobertura. Los Extender funcionan como esclavo de un SkyGateway y posee las mismas especificaciones técnicas que éste, en lo referido a la parte de radio.

Las especificaciones técnicas de los equipos, se muestran en la tabla a continuación, a la cual se acompañan las figuras de las antenas y el esquema del equipo del nivel superior instalado en una torre.

Especificaciones generales	
Salida Cable	10/100 Ethernet
Alcance Máximo	16 [Km]
Dimensiones	45.7 [cm] alto / 31 [cm] diámetro
Peso	6.75 [Kg]
Encapsulado	NEMA – 4x
Red SkyPilot	
Frecuencia de operación	4.950 [GHz] – 5.850 [GHz]
Radio – Potencia máxima Tx (EIRP)	44.5 [dBm] / 28.2 [W]
Antena	8 sectoriales – 45° cobertura c/u
Throughput UDP	20 [Mbps]
Throughput TCP	12 [Mbps]
Modulación	OFDM Adaptiva
802.11b/g	
Frecuencia de Operación	2.400 [GHz] - 2.483 [GHz]
Radio – Potencia máxima Tx (EIRP)	33.4 [dBm] / 2.2 [W]
Antena	7.4 [dBi] omni
Sensibilidad de recepción	- 98 [dBm] a 1 [Mbps]
Throughput	11 o 54 [Mbps]
802.11a	
Frecuencia de Operación	4.940 [GHz] - 4.990 [GHz]
Radio – Potencia máxima Tx (EIRP)	35.5 [dBm] / 3.5 [W]
Antena	9.5 [dBi] omni
Sensibilidad de recepción	- 94 [dBm] a 6 [Mbps]
Throughput	54 [Mbps]

Tabla 1: Especificaciones técnicas equipos SkyPilot

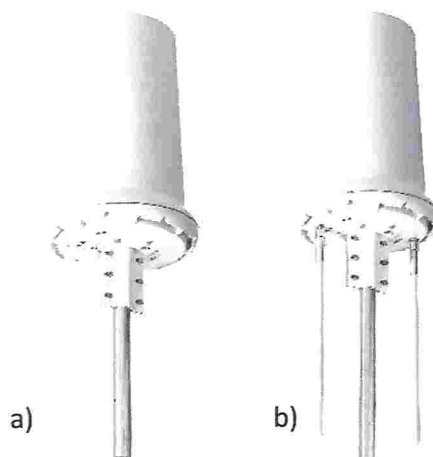


Figura 2. Equipos de red de nivel superior SkyGateway/SkyExtender, a) simple b) Dual Band o TriBand

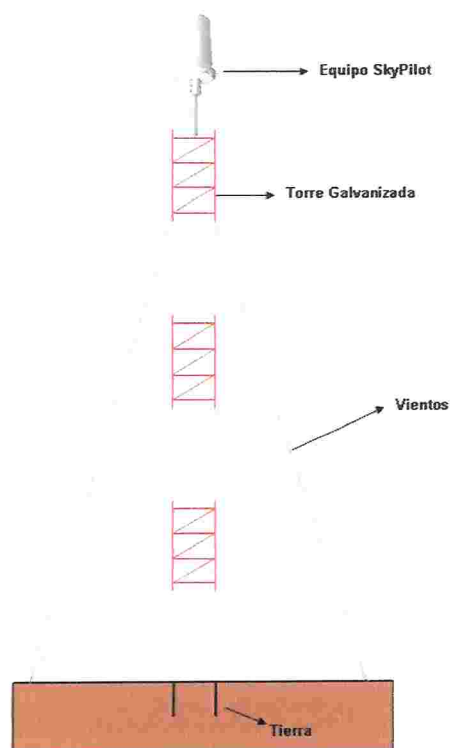


Figura 3. Diagrama Instalación Torre y Equipo Nivel Superior

3.- Equipos y componentes de la Red de Nivel Medio - Inferior

Este nivel de red está conformado por dispositivos de la marca SkyPilot, que se conectan a un equipo de la red troncal, generando según el tipo de equipo una celda Wifi de 802.11b/g en 2.4 [GHz]. En este nivel se pueden utilizar 4 tipos de equipos distintos:

SkyConnector: corresponde a un equipo de radio para conectarse a la red troncal en 5.8 [GHz], con una antena integrada de 16.5 [dBi] para aplicación exterior, una sensibilidad de recepción de -90 [dBm], operando bajo el mismo protocolo de transmisión SkyPilot. Este dispositivo provee una conexión Ethernet a la red mediante cable UTP de 4 pares.

SkyAccess Dual Band: este dispositivo opera de la misma forma que el SkyConnector; sin embargo es capaz de generar una celda Wifi 802.11b/g, la antena utilizada para generar la celda Wifi es de 7.4 [dBi], transmitiendo a una potencia EIRP de 26 [dBm].

SkyConnector Pro: este dispositivo opera de la misma forma que un SkyConnector, y se diferencia por estar provisto de una antena de 26 [dBi] y mayor sensibilidad en la recepción (-94 [dBm]).

SkyConnector Mini: opera de la misma forma que el SkyConnector, pero con una antena de 14 [dBi] y mayor sensibilidad (-94 [dBm]).

En la parte inferior de la red, se utiliza el equipo NanoStation 2 de la marca Ubiquiti, que permite conectar usuarios finales que están fuera del alcance directo de una celda Wifi, logrando distancia de enlaces de hasta 5 [Km], obteniendo así una conexión Ethernet por cable a la red, la cual puede alimentar a un Access Point, para generar una celda Wifi local, o puede conectar a un computador de usuario final. En la figura siguiente se muestran los equipos recién descritos.

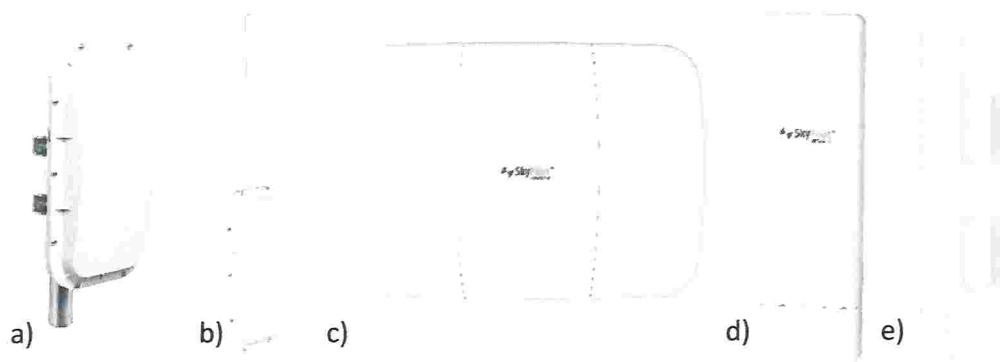


Figura 4. Equipos de red nivel medio – inferior. a) SkyConnector, b) SkyAccess Dual Band, c) SkyConnector Pro, d) SkyConnector Mini y e) NanoStation 2.

Los equipos señalados, son instalados como puntos de bajada de la red, por lo general se instalan en la locación que se desea conectar. Por ejemplo en una escuela, se instala mediante un brazo metálico galvanizado articulado, que se adjunta a alguna superficie firme de la infraestructura del lugar.

Otro tipo de instalación recurrente, es ubicar los SkyAccess Dual Band en las copas de agua, para que la celda Wifi tenga una mayor cobertura en razón de la altura de instalación. Esos tipos de instalaciones se muestran en la figura 5.



Figura 5. Instalaciones de equipos de red de nivel medio – inferior.

4.- Equipos y componentes de un DataCenter

La red es una plataforma de servicios, por ello no sólo esta conformada por equipos de comunicación; debe haber también un ente central que provea y regule los servicios, además de monitorear el estado de la red. Este “cerebro” es un DataCenter (DC).

El DataCenter, es el encargado de administrar la conexión a Internet disponible para toda la red, además de proteger a la misma de posibles ataques desde el exterior. Otra, relevante función del DC, es la habilitación de servicios mediante servidores especializados, tales como Telefonía IP, correo, etc.

La conexión a Internet contratada, idealmente debe poseer 8 IPs fijas, con todos los puertos abiertos, la velocidad dependerá del tamaño de la red o en ciertos casos la capacidad de la conexión a Internet define el tamaño de la red.

Para que el DataCenter pueda cumplir esta función, debe tener una estructura como la que se muestra en la figura siguiente.

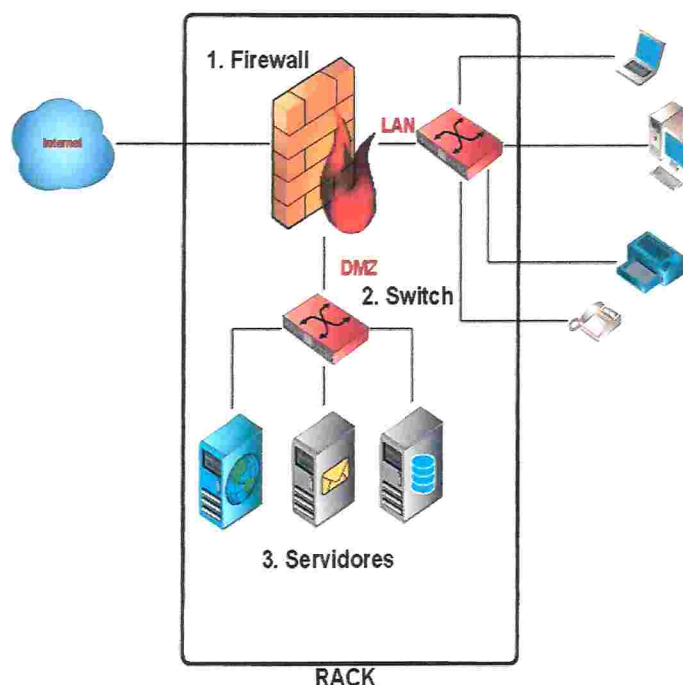


Figura 6. Estructura DataCenter.

Los módulos fundamentales para un correcto funcionamiento del DC son:

Firewall: Es el módulo central del DC, provee y administra la conexión de los usuarios a la red, además de controlar el acceso desde y hacia el exterior de la red, como medida de seguridad en caso de posibles ataques.

Estudiado los requerimientos de las redes; el Firewall fue implementado en un servidor HP Proliant ML110 G5, cuyas especificaciones son mostradas en la tabla 2, con una distribución Debian estable de Linux. Entre las funciones más importantes se tiene **iptables**, que consiste en un vigilante del acceso de la entrada y la salida de la red, que mediante reglas define quienes y como pueden acceder a la red o no. Otro módulo implementado en el Firewall, es el servidor Proxy, este es el encargado de administrar las páginas Web visitadas por los usuarios, para utilizar de mejor manera el ancho de banda de la conexión a Internet. Además se puede controlar el ancho de banda por usuario a nivel de IP, mediante el módulo htb-gen.

Procesador y memoria	
Tipo de procesador	Procesador Intel® Pentium® E2160 Dual Core
Velocidad del procesador	1,80 GHz
Número de procesadores	1 procesador
Núcleo de procesador disponible	Dual
Memoria caché interna	1 x 1 MB de caché de nivel 2
Chipset	Chipset Intel® 3200
Memoria	800 MHz de memoria DDR2 PC2-6400 sin búfer
Memoria de serie	512 MB (1 x 512 MB) de memoria estándar
Bus frontal del procesador	Bus frontal a 800 MHz

Memoria máxima	8 GB
Ranuras de memoria	4 ranuras DIMM
Unidades internas	
Unidades internas	Unidad de disco duro SATA de 160 GB de 3,5" sin conexión en caliente
Velocidad de la unidad de disco duro	7.200 rpm
Controlador de almacenamiento	Controlador SATA de 6 puertos integrado HP con RAID integrado (4 puertos para discos duros)
Ranuras de expansión	Ranuras de expansión: Ranura 1: PCI de 32 bits/33 MHz a 3,3 V; Ranura 2: Conector PCI-Express x8 con enlace x1; Ranura 3: Conector PCI-Express x8 con enlace x1; Ranura 4: Conector PCI-Express X8 con enlace x8
Unidades ópticas	DVD-ROM 16x SATA de media altura
Características del sistema	
Formato	Torre Micro ATX (4U)
Chipset	Chipset Intel® 3200
Interfaz de red	Adaptador de servidor NC105i PCI-Express Gigabit Ethernet integrado
Puertos de E/S externos	Paralelo - 0; serie - 1; dispositivo señalador (ratón, PS2) - 1; gráficos - 1; teclado (PS2) - 1; USB - 8 en total (4 posteriores, 2 en panel frontal, 2 internos (uno para conectividad con cinta USB)); Red RJ-45 (Ethernet) -1; gestión: Puerto de gestión remota HP ProLiant G5 Lights-Out 100c (opcional)
Ranuras de expansión	Ranuras de expansión: Ranura 1: PCI de 32 bits/33 MHz a 3,3 V; Ranura 2: Conector PCI-Express x8 con enlace x1; Ranura 3: Conector PCI-Express x8 con enlace x1; Ranura 4: Conector PCI-Express X8 con enlace x8
Requisitos de alimentación	De 90 a 132 VCA, de 180 a 264 VCA, de 47 a 63 Hz
Sistemas operativos compatibles	Microsoft® Windows® Server; Red Hat Enterprise Linux (RHEL); SUSE Linux Enterprise Server (SLES); Netware
Medidas del producto (P x A x L)	17,5 x 42,6 x 36,7 cm
Peso del producto	10,8 kg

Tabla 2: Especificaciones técnicas Servidores HP ProLiant ML110 G5

Switch: Es un dispositivo que permite conectar varios equipos entre sí, mediante cable de red formando enlaces Ethernet; Se utiliza para establecer conexión entre los servidores locales e Internet, además, de conectar el servidor SkyPilot, con la red inalámbrica SkyPilot y el Firewall. Debido a que las conexiones de usuarios, servidores e Internet confluyen en un solo dispositivo, es que es necesario poder seccionar la red, para limitar el acceso a ciertas zonas resguardadas. Es por esto, que se utiliza el switch de la marca Cisco modelo Catalyst 2950 de 24 bocas, ya que este switch posee la capacidad de generar VLAN, que son subredes separas entre sí, con distinto dominio de broadcast.

Servidores: Son equipos especializados en alguna labor de red particular. Existen algunos servidores que alojan páginas web (servidor web), otros que cuentan con servicios de correo (servidor de correo), otros que guardan datos de cuentas particulares para algunas aplicaciones de red (bases de datos), servidores para telefonía IP (PBX o servidor de VoIP), entre otros. Actualmente, se disponen de un mínimo de 3 servidores por red.

Servidor de telefonía IP (PBX): Se utiliza un servidor con sistema operativo Linux, distribución CentOS. El software dedicado a las labores de central telefónica es TrixBox, el cual es administrable y bastante sencillo de utilizar mediante su interfaz Web.

Servidor SkyPilot EMS: Se utiliza software SkyEMS, que se carga sobre un sistema operativo CentOS.

Servidor de correo: Un servidor con sistema operativo Linux y distribución Debian estable. El software de administración de cuentas de correo es Zimbra. El proyecto contempla servicio de correo electrónico, sin embargo, dado la situación actual, donde se encuentran disponibles cuentas de correo con gran capacidad, como Gmail de Google, es que este servicio ya no se vuelve tan provechoso, dejando de esta forma un servidor disponible para incorporar algún otro servicio a la red.

Además de los servidores los DC, deben considerar ciertos equipos periféricos que permiten operar de manera más cómoda el DC, y que le otorgan seguridad al equipo.

Switch KVM, Monitor, Teclado y Mouse: Si bien, no aparecen en el diagrama de datacenter mostrado, estas son partes esenciales de cualquier Datacenter. El switch KVM, es un pequeño equipo que permite conectar varios computadores (particularmente servidores) a un solo monitor, teclado y Mouse. De esta manera se reduce considerablemente el espacio que se necesita para monitorear los distintos servidores que componen el Datacenter. Para este fin, se utilizó un switch KVM ATEN Master View Pro CS78, de 8 puertos y un monitor LCD de 17" Samsung SyncMaster 743NX.

UPS: Son dispositivos especializados en la función de mantener equipos electrónicos funcionando cuando hay cortes del suministro de energía eléctrica, además de proteger de posibles golpes de voltaje. La duración de dicha carga dependerá de la potencia total de los equipos conectados a la UPS, lo que en el caso de un Datacenter es de 15 minutos aproximadamente. Este tiempo se emplea en guardar los cambios que requieran los equipos y apagarlos adecuadamente, evitando desperfectos ocasionados por el corte instantáneo del suministro. Se utilizan 2 modelos de UPS ambas de 2000 [VA] de capacidad, una CITO CPL - B2000U y 2 UPS Forza en serie, una Forza SL 752 C y Forza 1002C, para generar una UPS equivalente de 200 [VA] de capacidad.

Para conservar el orden y seguridad de los equipos que conforman el DC, se utilizó un Rack de 2,10 mts y 19', lo suficientemente grande para albergar los servidores a instalar en el DataCenter, además de constar con espacio para otros dispositivos de red a instalar a futuro. Cuenta con turbinas para mover y sacar el aire, ordenador de cables, patch panel, patch cord, bandejas y zapatilla eléctrica.

5.- Gestión técnica de las redes

Un aspecto de gran importancia para el correcto funcionamiento de las redes, es la formación de administradores locales, que adquieran capacidades para operar Linux y redes de computadores, para lo cual se aplica un proceso de formación y capacitación continuo durante todo el proyecto, mediante talleres, visitas a terreno de profesionales capacitados, o la solución de problemas en línea.

Gracias a la infraestructura desarrollada, el soporte técnico de CTAC y de los proveedores de equipos, se puede entregar vía monitoreos permanentes en línea, haciendo posible corregir problemas en las RIR, agregar servicios y modificar configuraciones.

Durante la ejecución del proyecto se mantuvo una permanente relación contractual con las firmas proveedoras de equipos y servicios, asegurándose de este modo una transferencia de conocimientos y habilidades técnicas indispensables para asegurar un adecuado funcionamiento de las redes.

Cabe destacar que el diseño y funcionalidad de los DataCenter es el producto de la experiencia acumulada y del levantamiento de requerimientos realizados en cada caso. La facilidad de operación, la flexibilidad de los programas y los costo asociados, fueron elementos especialmente considerados en su diseño e implementación.

La conexión a Internet, su administración y distribución en la intranet de cada proyecto se realiza por medio de los programas y equipos que conforman la unidad de comando central.

V DESCRIPCIÓN PARTICULAR DE LAS REDES

1.- RIR Valle de Petorca

La Red Inalámbrica Rural (RIR) del Valle de Petorca, en la región de Valparaíso, es el resultado de un Acuerdo de Cooperación entre la I. Municipalidad de Petorca y la Universidad de Viña del Mar. Se diseñó originalmente, debido a las dificultades del terreno, para cubrir desde el centro urbano de Petorca hacia el este; abarcando La Polcura, Los Comunes, Chincolco, El Sobrante y Chalaco. En la actualidad la red cubre lo programado y se extendió al oeste, alcanzando las localidades de Hierro Viejo, Santa Julia y Manuel Montt, ampliándose su cobertura en un 18 % en relación al diseño original.

La RIR se estableció en un valle estrecho de 28 kilómetros de largo, con un desarrollo sinuoso y enmarcado por cerros, lo cual implica una fuerte dificultad para el desarrollo de la red, ya que este tipo de topografía no es un medio propicio para una propagación libre de obstrucciones; las dificultades de propagación afecta todo el sistema de comunicación local incluyendo las redes de telefonía móvil.

1.1.- Implementación de la Red

A partir del diseño propuesto (ver anexo), se realizó la implementación y construcción de la red, en este proceso se estudiaron e introdujeron mejoras significativas que permitieron superar las metas trazadas en los diseños preliminares logrando los resultados que se muestran a continuación.

i) Red de nivel superior

La red troncal se encuentra conformada por 6 nodos, 1 Gateway Dual Band y 5 Extender, logrando dar cobertura a la zona de interés. Un mayor detalle de los diseños y perfiles de instalación de los equipos que conforman el backhaul, se entregan en la memoria grafica que se adjunta a este informe.

La ubicación de los nodos de la red, se presenta en la tabla y figura siguiente.

Nombre	Coordenadas	
	Sur	Oeste
Gateway Dual	32° 15' 7,7"	70° 56' 0"
ExtChimba	32° 14' 59"	70° 55' 13"
ExtPolcura	32° 14' 16"	70° 52' 24"
ExtComunes	32° 12' 38"	70° 51' 2"
ExtObservatorio	32° 12' 55,5"	70° 49' 13,7"
ExtCerroTV	32° 16' 14.4"	70° 58' 42.4"

Tabla 3: Coordenadas Antenas Nivel Superior RIR Valle de Petorca

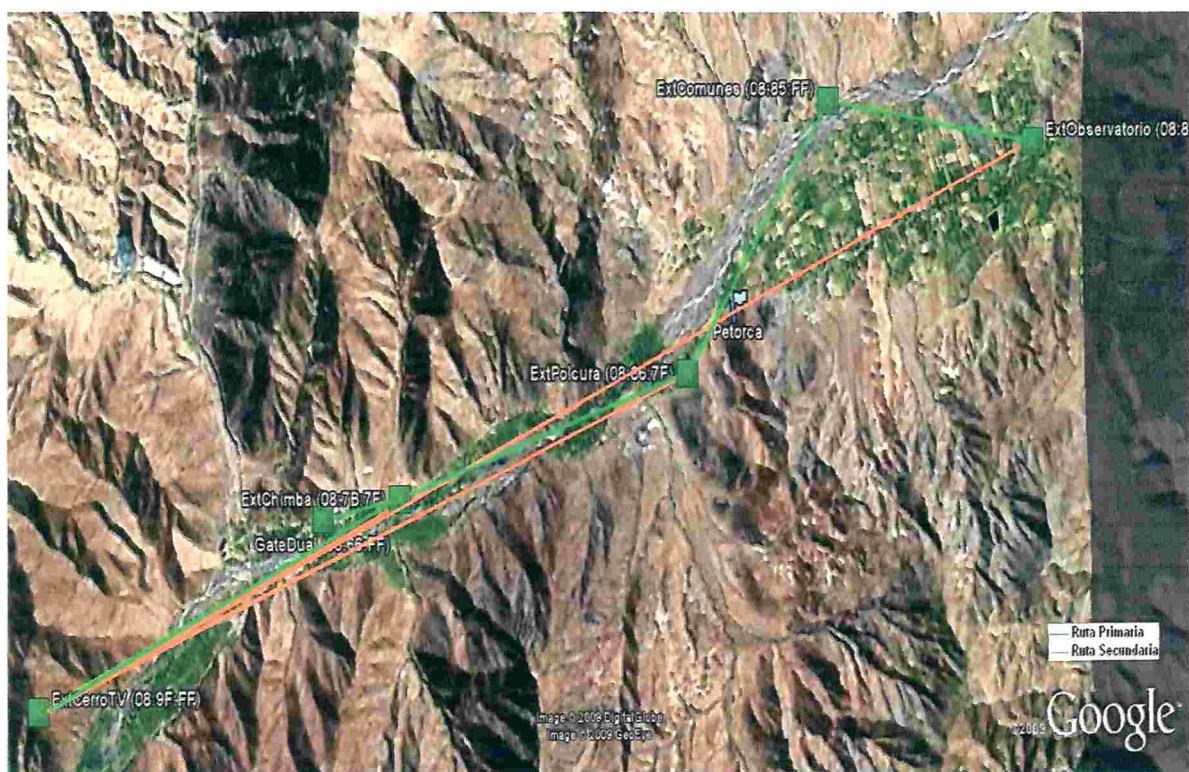


Figura 7: Red Nivel Superior RIR Valle de Petorca

De la tabla y la figura anterior, se puede detallar, que el punto de entrada de la red es un Gateway Dual, instalado en la zona urbana de Petorca en un inmueble municipal, donde funcionan las oficinas de la Radio *La Voz de Petorca*.

El equipo de radio se ubica sobre una torre de 32 metros de altura, desde ese punto, se establecen enlaces activos con los seis nodos instalados, los cuales se marcan en la figura mediante líneas verdes y enlaces de respaldo indicados por líneas naranja. La distribución de los seis nodos de la red se señalan en verde y corresponden a los puntos instalados en distintas localidades del valle de Petorca, que se reconocen como:

- **Extender La Chimba:** instalado en el centro comunitario de la localidad de La Chimba, sobre una torre de 18 metros con protecciones.
- **Extender La Polcura:** instalado en el centro comunitario de la localidad de La Polcura, sobre una torre de 21 metros con protecciones.
- **Extender Los Comunes:** instalado en el centro comunitario de la localidad de Los Comunes, sobre una torre de 18 metros con protecciones.
- **Extender Observatorio:** instalado en un área municipal del cerro del Alto del Puerto en la localidad de Chicolco, sobre una torre de 9 metros.
- **Extender Cerro TV:** instalado en una área municipal del Cerro TV de 400 mts de altura y sobre una torre de 8 metros.

El nodo correspondiente a Extender Cerro TV, fue el último en instalarse, posibilitando dar comunicación a la zona de Santa Julia y Hierro Viejo, además de darle robustez a la red, ya que permite que los Extender instalados en las localidad de Polcura y el cerro del Observatorio posean una ruta de respaldo para llegar al Gateway.

La situación impuesta por las condiciones geográficas del valle, dificulta la robustez de la red de nivel superior, por ello se desarrollaron enlaces no muy distantes, asegurando de esta forma que los nodos que conforman la red troncal estuviesen bien conectados; de este modo se tiene que el nivel de señal recibido en cada extremo del enlace es alto, por lo que se logran conexiones estable y con buenas tasas de transmisión de datos. La distancia entre los nodos es la siguiente.

Ruta	Antena	Antena2	Distancia [Km]
Primaria	GateDual	Extchimba	1,22
Primaria	ExtChimba	ExtPolcura	4,68
Primaria	ExtCerroTv	ExtChimba	5,91
Primaria	ExtPolcura	ExtComunes	3,67
Primaria	ExtComunes	ExtObservatorio	3,14
Secundaria	ExtCerroTv	ExtPolcura	10,55
Secundaria	ExtCerroTv	ExtObservatorio	16,41

Tabla 4: Distancia enlaces de red troncal RIR Valle de Petorca.

En la tabla anterior se aprecia que ningún enlace primario supera los 6 kilómetros, por lo que las posibilidades de pérdida de paquetes de datos son bajas. Pruebas técnicas de campo, muestran tasas de transmisión de 30 Mbps promedio entre las distintas antenas a este nivel de comunicación, lo cual es una velocidad adecuada para comunicar a los distintos tipos de usuarios con los servicios ofrecidos por la red. Se registra un throughput levemente menor entre los envíos del extender Observatorio hacia el Gateway, pero esto es normal debido a que la información debe ser recibida y repetida por cada Extender en el camino hacia el Gateway Dual, considerando que cada salto le agrega un retardo aproximado de 10 milisegundo al envío.

ii) Red de nivel medio – inferior RIR Valle de Petorca

En la red, al cierre del proyecto, se encuentran instalados:

- 13 Access.
- 2 Conector.
- 12 Nanostation2.
- 17 ATA.

La red queda con una dotación complementaria de equipos consistente en:

- 6 Access.
- 1 Conector.
- 28 Nanostation2.
- 13 ATA.

Los equipos indicados permitirán la instalación paulatina de nuevos puntos, para lo cual es necesario observar el desempeño de la red a medida que aumenta el número de usuarios y se regularice el ancho de banda. Los parámetros importantes a monitorear son: throughput total de la red; throughput promedio de los usuarios; servicios más utilizados por los usuarios; concentración de puntos según zona geográfica. De esta manera es posible determinar la cantidad de nuevos puntos que se pueden agregar, en qué lugar se deben instalar y bajo que reglas, de modo tal de optimizar el uso del recurso compartido más escaso, en este caso ancho de banda.

La ubicación geográfica por tipo de equipo instalado, se consigna en las tablas siguientes

Nombre	Longitud	Latitud
SA 1	32°17'1.93"S	70°58'19.79"O
SA 2	32°15'43.71"S	70°56'54.96"O
SA 3	32°14'17.86"S	70°52'27.00"O
SA 4	32°13'53.01"S	70°51'16.43"O
SA 5	32°13'27.05"S	70°50'35.19"O
SA 6	32°13'23.38"S	70°50'11.44"O
SA 7	32°12'59.64"S	70°50'42.36"O
SA 8	32°13'18.67"S	70°49'57.59"O
SA 9	32°13'39.77"S	70°48'28.04"O
SA 10	32°10'46.15"S	70°48'42.21"O
SA 11	32°12'53.80"S	70°49'3.82"O
SA 12	32°18'52.50"S	71° 4'11.24"O
SA 13	32°16'56.21"S	71° 1'23.88"O

Tabla 5. Coordenadas de Access Dual RIR valle Petorca

Nombre	Longitud	Latitud
SC1	32°14'39.15"S	70°52'50.97"O
SC2	32°15'4.74"S	70°55'53.96"O

Tabla 6. Coordenadas de Connector RIR valle Petorca

Nombre	Longitud	Latitud
N1	32°15'9.99"S	70°56'31.18"O
N2	32°15'5.19"S	70°55'44.46"O
N3	32°15'3.16"S	70°55'49.77"O
N4	32°14'55.17"S	70°55'29.39"O
N5	32°13'50.36"S	70°51'5.68"O
N6	32°13'19.20"S	70°50'12.47"O
N7	32°11'23.52"S	70°48'17.69"O
N8	32°11'14.55"S	70°48'13.96"O
N9	32°13'38.96"S	70°48'22.69"O
N10	32°13'24.30"S	70°49'45.57"O
N11	32°16'37.51"S	70°59'8.11"O
N12	32°19'24.41"S	71° 3'36.59"O

Tabla 7. Coordenadas de NanoStation 2 RIR valle Petorca

En las figuras siguientes, se entrega una visión gráfica de la localización de los equipos medios y de bajada; dada la extensión de la red esta se sectorizó de oriente a poniente en tres áreas.



Figura 8. Zonas de la Red completa, nivel medio-inferior RIR Petorca

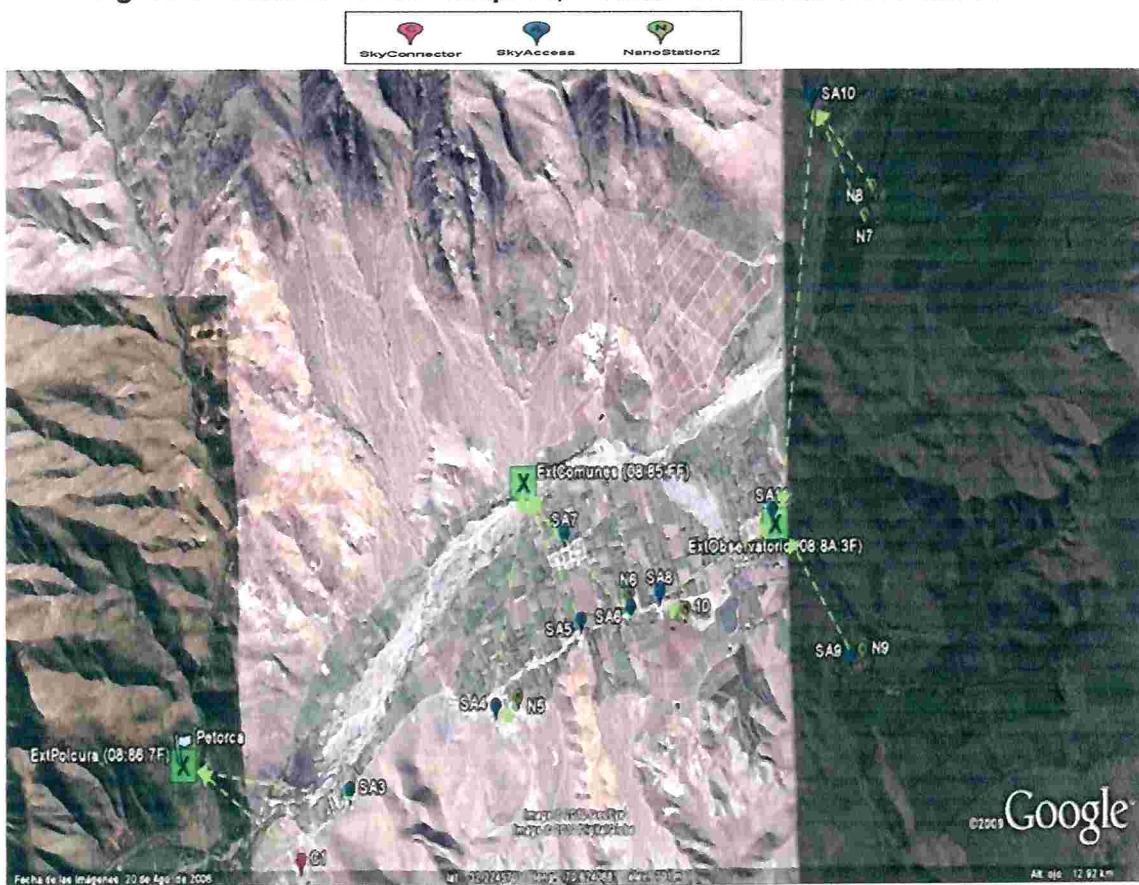


Figura 9. Zona 1 Red nivel medio-inferior RIR Petorca

En la figura 9 se puede apreciar la ubicación de nueve Access, marcados en azul, y su integración con la red troncal y los nanostation2 asociados, que dan cobertura a todo el sector de Chincolco y sus alrededores.



Figura 10. Zona 2 Red nivel medio-inferior RIR Petorca

En la zona urbana de Petorca y localidades ubicadas al poniente de la misma, se cuenta con 3 Access, y los respectivos Nanostation2 conectados a cada celda. Además se tiene también el hot-spot generado por el Gateway.



Figura 11. Zona 3 Red nivel medio-inferior RIR Petorca

La figura 11 consigna la extensión de la red de Petorca al poniente, dando cobertura a los sectores de Hierro Viejo, Santa Julia y Manuel Montt

Las imágenes anteriores, muestran como se interconectan cada uno de los dispositivos entre sí, y como se conectan con los nodos de la red troncal. Todos los enlaces realizados están funcionando de forma exitosa.

Del mismo modo, se puede ver, que a pesar de las dificultades técnicas ocasionadas por la geografía, el alcance de esta red, permite llegar a lugares apartados y sin cobertura telefónica como Calle Larga, Chalaco y El Sobrante, localidades que fueron prioridad a la hora de instalar puntos de bajada.

En Chincolco se concentra gran parte de las conexiones de bajada de la RIR, dado que los usuarios de este sector se encuentran excluidos del acceso a los sistemas de información modernos, abundantes en lugares urbanizados.

iii) Data Center RIR Valle Petorca

Dado lo apartado del Valle, la conexión a Internet obtenida en la localidad de Petorca es de solo 4 Mbps mediante ADSL, con solo una IP fija, sin embargo, debido al éxito del proyecto, la Municipalidad contrató una segunda conexión ADSL de 4 Mbps, sin IP fija; por lo que se requirió otro Firewall, el cual fue provisto por el municipio, en este segundo Firewall se cargó el mismo software que el de la red principal.

La solución antes descrita, si bien se aparta en mucho de un óptimo, permite operar dos redes LAN con los mismos equipos de radio, asignándole funciones y usos diferentes. Esta solución puso a prueba la flexibilidad y capacidad de los equipos y programas empleados, generándose una respuesta creativa a una realidad compleja.

Para resolver el problema del ancho de banda, se está gestionando por parte del Municipio una conexión por fibra óptica de 10 Mbps con 8 IP fijas y una mayor tasa de transmisión de datos, que reemplazaría las actuales conexiones a Internet.

Se entrega a continuación, un recuento del estado actual de los componentes principales que conforman el datacenter que regula la INTRANET Valle Petorca.

Firewall: Funciona adecuadamente, con la única IP pública que se encuentra contratada. Dado lo anterior, el servidor de telefonía IP se debió conectar detrás del Firewall, lo cual se aparta de las reglas establecidas. El Firewall tiene activo: el DHCP Server, la función de router y enmascaramiento de la red, el control de tráfico por IP, el control del servidor Proxy y el control de contenidos Web. Es monitoreado remotamente a través de conexiones SSH y WEB.

Switch Cisco Catalyst 2950: Completamente operativo, funcional e integrado con los requerimientos que la red necesita. Tiene 4 VLANs configuradas.

Servidor VoIP TrixBBox: Operativo. La falta en esta localidad de una IP pública disponible para este servidor; obligó a ubicar este equipo dentro de la misma red de datos que los usuarios finales (LAN), situación no deseable al inicio de la implementación del proyecto, pero que se justifica al no existir IP públicas disponibles. Tiene una IP privada y extensiones para ser usadas desde la 201 a la 299.

Servidor SkyPilot: Completamente operativo con la versión 1.6.2 del software SkyEMS sobre Centos 5.

Servidor adicional: En la comuna de Petorca, existen una emisora de radio y canal de televisión local, se espera pronto, poder montar sobre la INTRANET alguno de estos servicios, para lo cual se utilizaría este servidor con dicho propósito.

Los demás dispositivos del rack; switch KVM, monitor, teclado, mouse, patch panel y otros se encuentran todos operativos.

1.2.-Gestión de la R I R Valle Petorca

La gestión técnica de la red a nivel local esta a cargo de un administrador, funcionario del municipio, señor Hernán Espinoza F., el cual, dada sus capacidades técnicas, ha adquirido los conocimientos para operar localmente la red, recibiendo en forma continua asistencia técnica en línea o presencial del equipo profesional de UVM/CTAC y encargados de otras redes.

Desde el inicio de los trabajos de campo el Sr. Espinoza, ha participado en el diseño y construcción de la red, generándose un proceso activo de capacitación en servicio, a lo cual se agregan talleres de capacitación realizado por CTAC y los proveedores de equipos.

La interacción habitual entre los ingenieros asignados por los proveedores de los equipos, los profesionales de CTAC y el administrador técnico de la red de Petorca, ha permitido dar solución a nuevas necesidades y resolver los problemas que surgen en la operación. Localmente en el transcurso del proyecto se ha capacitado instaladores de puntos medios y de bajada de la red, lo cual asegura la ejecución de nuevas conexiones usando los equipos asignados a la red.

1.3.- Resultados y recomendaciones RIR Valle Petorca.

La implementación de la RIR del Valle Petorca, ha generado una INTRANET que da cobertura a las siguientes localidades, ordenadas de oriente a poniente: Chalaco; Calle Larga; El Sobrante; Los Comunes; Chincolco; La Polcura; La Chimba; Petorca; La Ñipa; Hierro Viejo; Santa Julia, Manuel Montt, llegando a localidades y comunidades apartadas donde los diseños preliminares no daban posibilidades.

A pesar de los inconvenientes geográficos y del escasísimo ancho de banda disponible, se conectan en forma habitual a la red entre 210 y 215 computadores correspondientes a 12 escuelas, 7 juntas de vecinos, 4

sociedades agrícolas, 2 infocentros y 38 pequeños productores integrados en tres grupos funcionales. La implantación gradual de la red, ha permitido que organizaciones locales se involucren en el proyecto.

La red en la actualidad, da servicios de acceso controlado a Internet y mediante tecnología de voz sobre IP (VoIP) la INTRANET da servicio telefónico local a localidades apartadas, en las cuales no existía ni siquiera servicio de telefonía móvil, conectando a escuelas y otros servicios públicos.

Para que la red siga creciendo resulta imperioso conseguir una conexión a Internet más rápida, a pesar de que en la actualidad el sistema funciona bien, ya que el ancho de banda se mantiene gestionado con el servidor proxy.

Si se quisiera ampliar la red instalando un nuevo Extender, lo más acertado sería hacerlo hacia el lado Oeste desde el ExtCerroTv, posiblemente en el sector de Santa Julia.

2.- RIR Valle Catemu/Panquehue

La Red Inalámbrica Rural de Catemu/Panquehue, se localiza en la comuna de San Felipe de la Región de Valparaíso y es el resultado de un Acuerdo de Cooperación entre la Cooperativa de Servicios de Infocomunicaciones Catemu Ltda. (COOPESIC) y la Universidad de Viña del Mar. Esta red se apoya y conecta con la red original de Catemu por medio de antenas localizadas en El Arrayán y San José.

La red se ubica en la parte media del río Aconcagua, desde la localidad de Lo Campo hasta la localidad del Palomar, cubriendo: Lo Campo, San Roque, La Pirca, Panquehue, Viña Errázuriz, y Palomar. La red además permite dar cobertura a las localidades de Santa Isabel y lo Orosco ubicadas en la rivera norte del río. La red integrada Catemu/Panquehue tiene una extensión total de 24.5 Km.

La principal contra parte para su ejecución ha sido la Cooperativa COOPESIC conjuntamente con las Municipalidades de Panquehue y Catemu, participando además, escuelas rurales, organizaciones sociales y productores.

2.1.- Implementación de la red

A partir del diseño propuesto, cuyos detalles se consignan en el informe Anexo de Diseños, se realizó la implementación y construcción de la red en Panquehue, debiéndose reforzar la capacidad original de la red de Catemu, para integrar un sistema único de comunicación.

Para asegurar un adecuado ancho de banda, se transporta la señal desde Llay-Llay, lo cual implicó un diseño de ingeniería complementario utilizando tecnología de transmisión punto a punto.

i) Red de nivel superior Catemu Panquehue

La red troncal consta de tres antenas, que proveen de cobertura a la comuna de Panquehue, utilizando la señal generada por el Gateway que se encuentra instalado en Catemu y que se trasporta por un equipo extender en San José.

En la memoria grafica que se adjunta, se establecen los diseños y perfiles de instalación de todas las antenas que conforman la red.

La ubicación de estos puntos de red se puede ver en la tabla siguiente.

Nro	Equipo	Nombre	Latitud	Longitud
1	SkyGateway	GW-Catemu	32°46'44.00"S	70°57'46.95"O
2	SkyExtender	Ext-LoCampo	32° 48' 12" S	70° 54' 2,08" O
3	SkyExtender	Ext-SanJose	32°47'15.56"S	70°54'46.09"O
4	SkyExtender-Dual	Dual-LaPirca	32° 47' 1" S	70° 51' 6,2" O
5	SkyExtender	Ext-Panquehue	32° 46' 13,26" S	70° 50' 3,2" O

Tabla 8. Coordenadas nodos red superior.

La localización territorial de la red y su integración con Catemu se presentan en las dos figuras siguientes. La primera, da los detalles de la interconexión de las redes y la segunda, entrega una imagen de la red integrada.

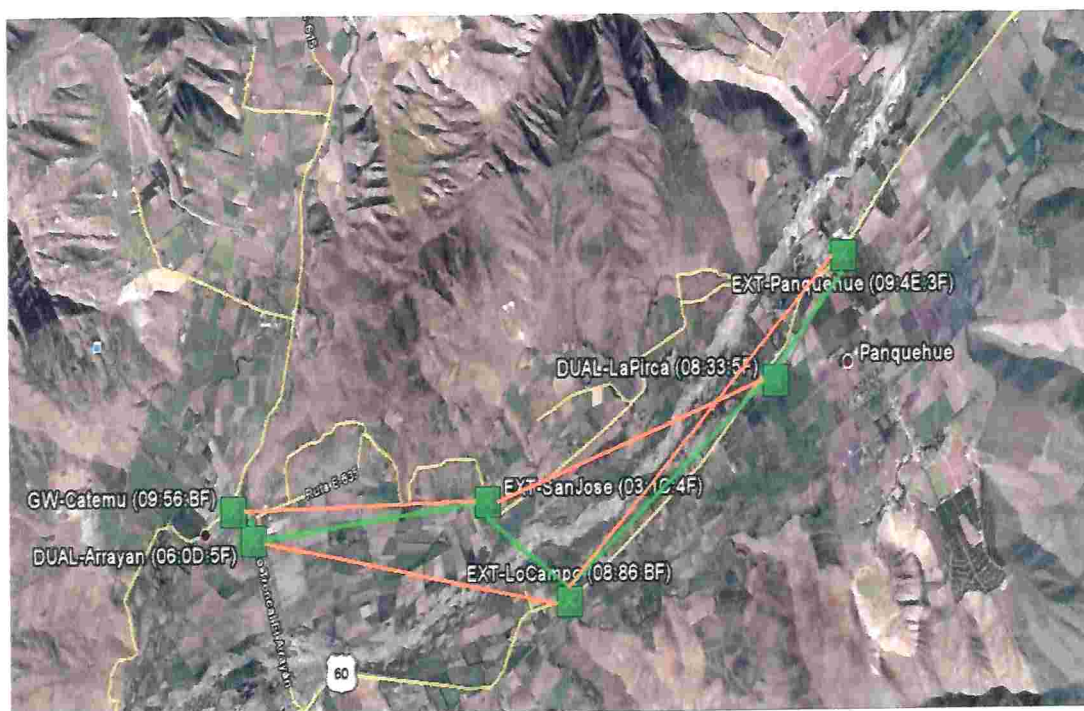


Figura 12. Red troncal Panquehue y conexión Catemu.

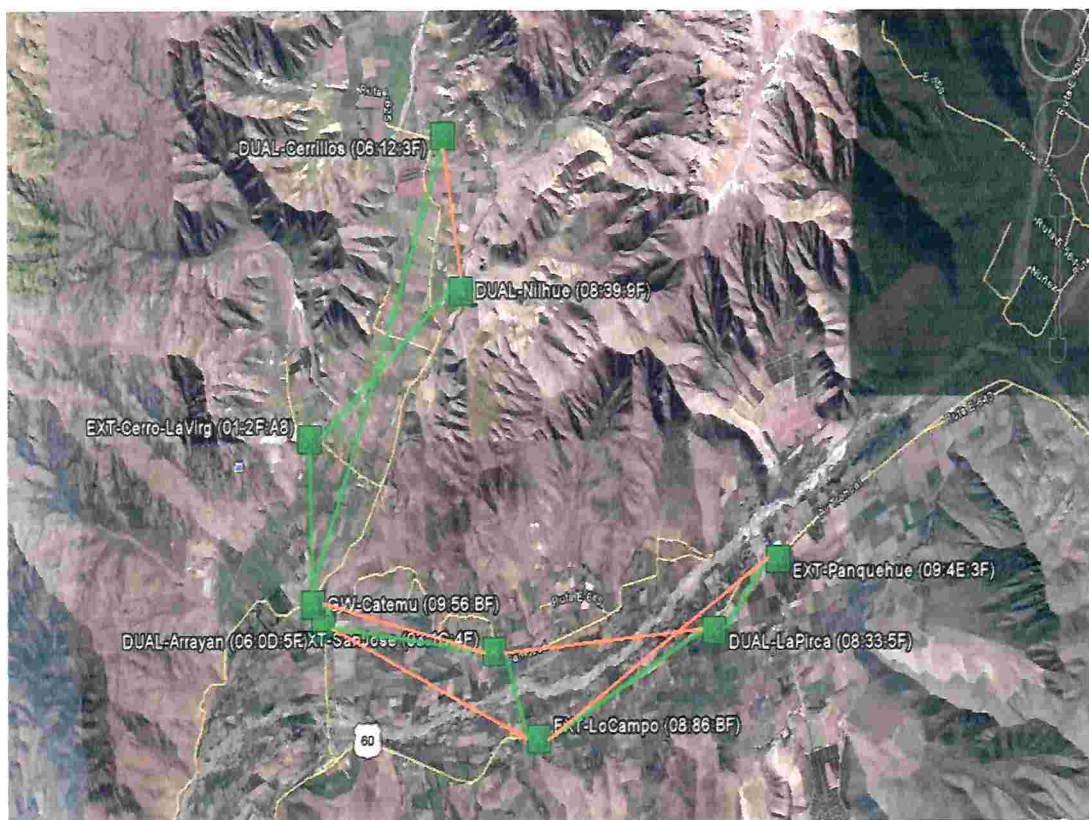


Figura 13. Red troncal RIR integrada Catemu/Panquehue.

En las figuras 12 y 13; se presentan los enlaces que unen, la expansión instalada en la comuna de Panquehue, con las antenas instaladas con anterioridad en la comuna de Catemu (Ext.-San José, Dual-Arrayán, GW-Catemu).

De la tabla y las figuras anteriores, se puede detallar; que el punto de entrada de la red es un Gateway instalado en la zona urbana de Catemu, en un inmueble municipal. El equipo de radio se ubica sobre una torre de 22 metros de altura, desde donde, se establecen enlaces activos con los nodos instalados, los cuales se marcan en la figura mediante líneas verdes y enlaces de respaldo indicados por líneas naranjas. La distribución de los nodos de la red se marca en verde.

Dado el diseño aplicado para el área de ampliación de la red en la comuna de Panquehue, cada antena posee más de una ruta de comunicación hacia el Gateway, lo que da robustez a la red.

Los equipos de la red troncal fueron instalados en propiedades municipales en las localidades de:

- **Extender Lo Campo:** instalado en la localidad de Lo Campo, sobre una torre de 30 metros.
- **Extender La Pirca:** extender Dual Band, instalado sobre una torre de 30 metros en la localidad de la pirca
- **Extender Panquehue:** instalado en la localidad de Panquehue, sobre una torre de 30 metros.

La distancia en línea recta entre los enlaces es la siguiente.

Ruta	Antena	Antena	Distancia (Km)
Primaria	Ext-LoCampo	Dual.LaPirca	5,02
Primaria	Dual-LaPirca	Ext-Panquehue	2,14
Primaria	Ext-LoCampo	Ext-SanJose	2,08
Secundaria	Dual-LaPirca	Ext-SanJose	5,62
Secundaria	Ext-LoCampo	Ext-Panquehue	7,23

Tabla 9. Tabla distancias red troncal RIR Panquehue.

En la tabla anterior, se aprecia que ningún enlace primario supera los 5.5 kilómetros, esto implica que el nivel de señal recibido en cada enlace es alto, lejos del piso de ruido del dispositivo, lo que permite tener enlaces robustos y rápidos.

Se agregan en la tabla las distancias de enlace con la antena Ext.-San José de Catemu, debido a que esa antena hace de “pasarela” o unión entre la red de Catemu con la expansión hecha para la comuna de Panquehue.

Pruebas en campo, muestran tasas de transmisión de 24 Mbps promedio entre las distintas antenas a este nivel de comunicación; lo cual se estima es una velocidad adecuada para comunicar a los distintos tipos de usuarios con los servicios ofrecidos por la red.

Debido a la ampliación de la red, fue necesario contar con una mejor conexión a internet de la que se disponía originalmente, que era de un ADSL de 10 Mbps. Para lograr este objetivo, fue necesario transportar la señal desde una conexión de fibra óptica disponible en Llay-Llay hasta Catemu, mediante dos enlaces punto a punto, obteniéndose un enlace funcional de 20 Mbps con 8 lps fijas.

Estos enlaces fueron desarrollados mediante dos pares de equipos RedLine, del modelo AN 80i. Para su instalación fue necesario levantar dos torres, una en Llay-Llay y otra en Las Vegas; el equipo de recepción final se instaló en la torre del Gateway en la municipalidad de Catemu.

La conexión realizada, permite resolver la carencia de “línea vista” en el enlace entre Llay-Llay y Catemu. La torre construida en Llay-Llay es de 24 metros de altura, mientras que la construida en Las Vegas es de 36 metros. Un detalle gráfico de esta conexión punto a punto, se entrega a continuación.

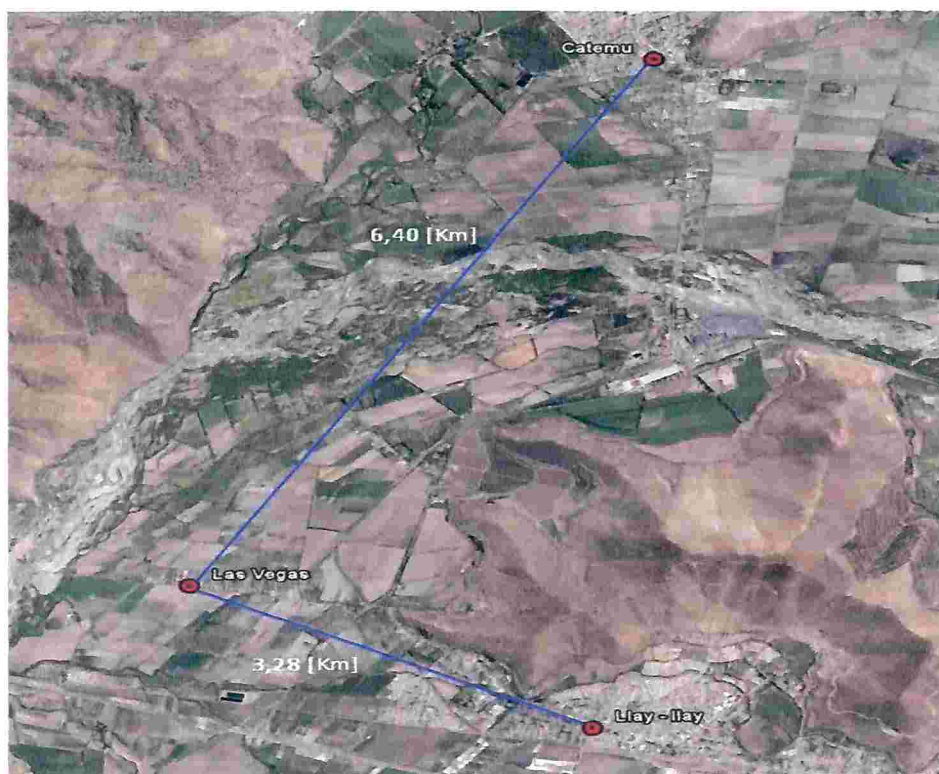


Figura 14. Enlaces punto a punto Llay - Llay / Catemu

Red de nivel medio-interior Catemu Panquenue

Hasta el 31/01/2010, en la parte extendida de la red en la comuna de Panquenue, se encuentran instalados:

- 12 Access Dual
- 35 Nano Station2.

A esta red se le ha asignado una dotación complementaria de equipos consistente en:

- 7 Access Dual y
- 25 Nano Station2.

Con estos equipos, se asegura una existencia de reemplazos y un potencial crecimiento para soportar la demanda futura. La instalación de nuevos puntos, implica monitorear el desempeño de la red a medida que aumenta el número de usuarios. Los parámetros a monitorear son: throughput total de la red; throughput promedio de los usuarios; servicios más utilizados por los usuarios; y concentración de puntos según zona geográfica. De esta manera es posible determinar la cantidad de nuevos puntos que se pueden agregar, en qué lugar se deben instalar y bajo qué reglas; de modo tal de optimizar el uso de los recursos compartidos.

En las tablas siguientes se presentan las coordenadas geográficas de los equipos instalados.

Nombre	Longitud	Latitud
SA 1	32°48'6.16"S	70°54'24.17"O
SA 2	32°47'53.91"S	70°49'37.77"O
SA 3	32°48'9.96"S	70°53'53.09"O
SA 4	32°46'51.51"S	70°50'54.11"O
SA 5	32°46'11.64"S	70°50'5.02"O
SA 6	32°46'5.59"S	70°50'0.61"O
SA 7	32°45'15.59"S	70°48'34.13"O
SA 8	32°44'31.19"S	70°47'4.05"O
SA 9	32°47'30.14"S	70°52'17.35"O
SA 10	32°45'50.01"S	70°58'40.04"O
SA 11	32°42'52.20"S	70°55'8.60"O
SA 12	32°41'10.94"S	70°56'57.30"O

Tabla 10. Access Dual RIR Panquehue-Catemu

Nombre	Longitud	Latitud
N1	32°46'3.68"S	70°49'49.4"O
N2	32°44'35.09"S	70°47'9.19"O
N3	32°44'33.77"S	70°47'10.3"O
N4	32°44'28.01"S	70°47'7.07"O
N5	32°44'30.71"S	70°46'46.72"O
N6	32°44'29.27"S	70°46'37.76"O
N7	32°47'2.57"S	70°51'21.77"O
N8	32°48'15.82"S	70°54'35.5"O
N9	32°46'42.10"S	70°58'7.38"O
N10	32°46'54.67"S	70°57'11.86"O
N11	32°45'6.46"S	70°57'19.06"O
N12	32°44'34.93"S	70°47'9.09"O
N13	32°44'34.93"S	70°47'12.21"O
N14	32°44'33.27"S	70°47'6.96"O
N15	32°44'32.84"S	70°47'0.85"O
N16	32°46'56.31"S	70°57'11.57"O
N17	32°46'55.98"S	70°57'32.78"O
N18	32°46'46.90"S	70°57'31.04"O
N19	32°46'43.05"S	70°57'39.28"O
N20	32°46'36.05"S	70°57'41.57"O
N21	32°46'31.50"S	70°57'42.08"O
N22	32°46'47.27"S	70°57'51.73"O
N23	32°46'42.02"S	70°58'7.39"O
N24	32°46'30.81"S	70°58'9.95"O
N25	32°46'30.68"S	70°58'7.36"O
N26	32°46'22.39"S	70°58'1.03"O
N27	32°46'18.10"S	70°57'51.32"O
N28	32°45'16.80"S	70°57'56.51"O
N29	32°44'31.43"S	70°58'12.24"O
N30	32°44'25.85"S	70°58'10.04"O
N31	32°43'52.23"S	70°55'50.98"O
N32	32°43'54.52"S	70°55'46.04"O
N33	32°43'26.37"S	70°56'38.00"O
N34	32°41'32.93"S	70°55'52.39"O
N35	32°41'10.70"S	70°57'0.78"O

Tabla 11. Nano Station 2 RIR Panquehue-Catemu

En las figuras siguientes, se presenta la localización de los equipos sobre imágenes satelitales, desagregadas en tres segmentos y señalando las

conexiones activas de los Access con la red superior y de los Nanostation2 con los Access.

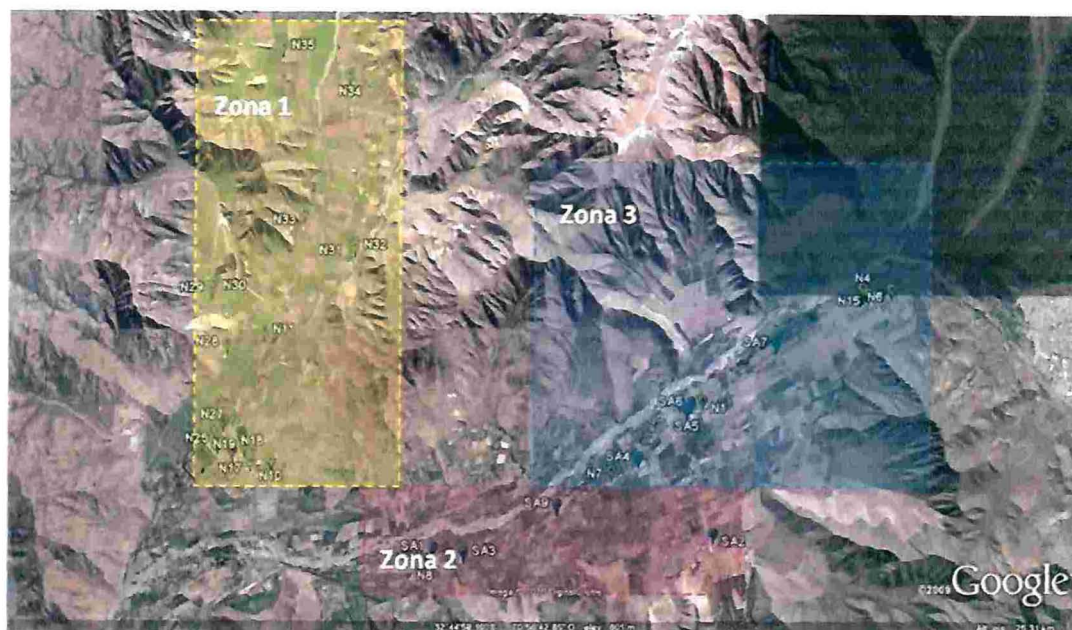


Figura 15. Zonas de la red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.

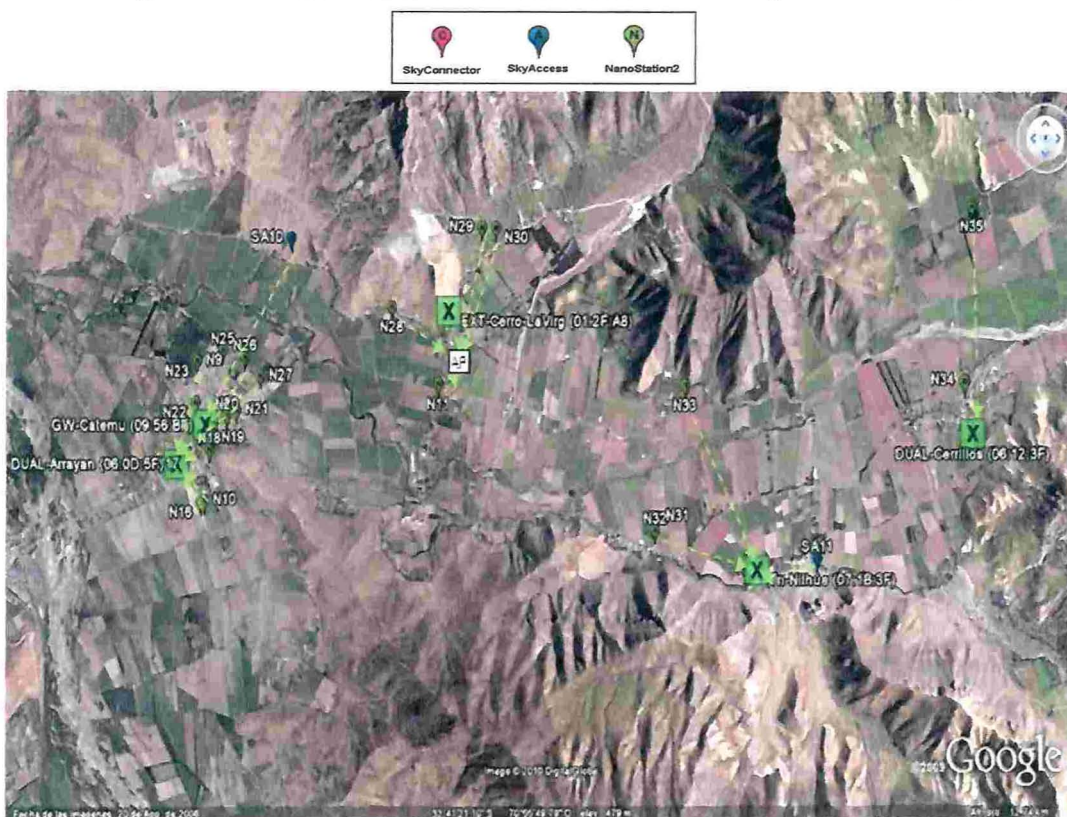


Figura 16. Zona 1 Red media-inferior RIR Panquehue-Catemu

En la figura 16, se observa la red original de Catemu dotada con una gran cantidad de equipos de bajada. Además, debe considerarse que en esta red

hay un número considerable de computadores conectados directamente en área WIFI.



Figura 17. Zona 2 Red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.

En la figura 17, se señala el comienzo de la extensión de la red a la comuna de Panquehue con 5 Access, y una celda Wifi en el Extender Dual de la localidad de La Pica,



Figura 18. Zona 3 Red media-inferior RIR Panquehue-Catemu.

En la figura 18, se sitúan los puntos de bajada, presentes en la cabecera comunal de Panquehue y en El Palomar. Además, en el camino que une estas 2 localidades se encuentra ubicado otro Access, cubriendo de esta manera todo el sector.

Las imágenes anteriores (16, 17 y 18), muestran como se interconectan cada uno de los dispositivos entre sí. Todos los enlaces mostrados en este informe, están funcionando con tasas de transmisión adecuadas a los requerimientos de los usuarios.

En el sector 1 se encuentra la mayor cantidad de conexiones, esto se explica dado que esta zona corresponde a la red original de Catemu. En los demás sectores, puede verse la extensión que corresponde a la comuna de Panquehue, dando conectividad a localidades tales como Lo Campo, La Pirca, Panquehue, Viña Errázuriz, llegando a la zona del Palomar (extremo de la red, cercano a San Felipe), donde se encuentran las últimas conexiones.

iii) DataCenter RIR Panquehue-Catemu

El DC recibe una conexión a Internet de 20 Mbps con 8 IPs fijas; obtenida desde un terminal de fibra localizado en Llay-Llay, razón por la cual se debió transportar la señal con un par de enlaces punto a punto. De esta forma los servidores están conectados directamente con IPs públicas.

Se entrega a continuación, un recuento del estado actual de los componentes principales que conforman el datacenter que regula la INTRANET Catemu - Panquehue

Firewall: Para asegurar un adecuado funcionamiento de la red, se actualizaron los equipo y los software preexistentes, que le dan soporte lógico a la INTRANET. El firewall opera con las 8 IP públicas contratadas y tiene activo el DHCP Server, la función de router y el enmascaramiento de la red. Además, tiene habilitado el control de tráfico por IP y el servidor Proxy. Es monitoreado remotamente vía Web, a través de conexiones SSH. Su funcionalidad, se ve reforzada por la existencia de otros equipos complementarios para monitorear el tráfico.

Switch Cisco Catalyst 2950: Completamente operativo, funcional e integrado con los requerimientos que la red necesita. Tiene 3 VLANs configuradas.

Servidor VoIP TrixBox: Operativo. Tiene una de las IPs públicas disponibles y al no estar detrás del Firewall, cuenta con reglas propias de filtrado de puertos. Tiene extensiones disponibles para usar desde la 800 a la 899.

Servidor de Correo: Se mantuvo el antiguo servidor de la RIR original de Catemu.

Servidor SkyPilot: Completamente operativo con la versión 1.6.2 del software SkyEMS sobre CentOS 5.

Los demás dispositivos del rack (switch KVM, monitor, teclado, mouse, patch panel, etc) se encuentran operativos.

2.2.- Gestión de la RIR Catemu/Panquehue

La gestión de la red integrada Catemu-Panquehue, es de responsabilidad de COOPESIC y la gestión técnica de la red a nivel local, esta a cargo de un profesional que ha prestado diferentes servicios en la instalación de la red, esto en razón a su nivel de conocimiento previo, dado que le daba soporte local a la red original de Catemu, gestionada por COOPESIC. El administrador, señor Jaime Meneses, presta además servicios específicos al municipio, y dada sus capacidades técnicas, tiene los conocimientos para operar localmente la red, recibiendo en forma constante asistencia técnica en línea o presencial del equipo profesional de UVM/CTAC.

La participación directa y a través de una empresa unipersonal del Sr. Meneses en el diseño y construcción de la red, permitió un proceso activo de capacitación en servicio, a lo cual se agregan talleres de capacitación realizado por CTAC y los proveedores de equipos.

La interacción habitual entre los ingenieros asignados por los proveedores de los equipos, los profesionales de CTAC y el administrador técnico de la red, ha permitido dar solución a nuevas necesidades y resolver los problemas que surgen en la operación de la red.

Localmente en el transcurso del proyecto, se ha capacitado instaladores de puntos medios y de bajada de la red, lo cual asegura la ejecución de nuevas conexiones usando los equipos asignados a la red. El mecanismo de capacitación en servicio utilizado permite desarrollar buenos administradores de red, teniendo en cuenta que el área de especialización original del señor Meneses no era el ámbito de las de redes.

2.3.-Resultados y recomendaciones.

Mediante el desarrollo de la RIR integrada Panquehue-Catemu, se logra una INTRANET que da conectividad a las siguientes localidades, sin tomar en cuenta las localidades que tenían conectividad por el proyecto original de Catemu:

Comuna de Panquehue: Lo Campo, San Roque, La Pirca, Panquehue, Errázuriz y Palomar.

Comuna de Catemu: Lo Orozco, Santa Isabel.

La red integrada tiene una carga habitual entre 695 y 710 computadores conectados, destacándose entre sus principales usuarios 13 escuelas, 4 jardines infantiles, 18 empresas de diferentes rubros y 45 microempresas agrícolas, 5 APR, entre otros.

La red Catemu/Panquehue en la actualidad presta servicios de: acceso controlado a Internet, telefonía local de VoIP, información agro climática, portal de información (en proceso de rediseño) y otros similares.

En razón de que esta red es gestionada por COOPESIC su desarrollo futuro se orienta a incorporar nuevos servicios que le agreguen valor local a la red, encontrándose en proceso la incorporación de ellos en el portal de la red. Adicionalmente, existen iniciativas en marcha para desarrollar nuevos proyectos en diferentes municipios de la región.

Es importante que COOPESIC, termine de cerrar la red para asegurar una mejor calidad de servicio a sus usuarios; consolidando un modelo cooperativo de consumo en los regiones de información y comunicación.

3.- RIR Valle Cachapoal

La Red Inalámbrica Rural Valle Cachapoal en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, es el resultado de un Acuerdo de Cooperación entre la Cooperativa Campesina Intercomunal de Peumo (COOPEUMO) y la Universidad de Viña del Mar.

Esta red se ubica en la cuenca baja del río Cachapoal y cuando se consolide su extensión, cubrirá igual sector del río Tinguiririca. En la comuna de Peumo, cubre las localidades de Aguas Claras, Codao, Rosario, La Esperanza y Larmahue. En la comuna de Pichidegua, cubre las localidades de La Torina, Patagua Cerro, Patagua Orilla, Caleuche, Santa Amelia y San Luís. La red tiene una extensión total de 26.5 Km.

Debido a la topografía del terreno, la red se diseñó originalmente para cubrir desde el centro urbano de Peumo hacia el oeste, abarcando las localidades ubicadas en la cuenca del Río Cachapoal. Después de su ampliación, al dejar operativa la antena de Larmahue, se extendió parcialmente a la cuenca del Río Tinguiririca, alcanzando las localidades de Santa Amalia y sus alrededores, ampliándose su cobertura en un 20 % en relación al diseño original

La principal contra parte para la ejecución de esta red ha sido, COOPEUMO participando además, las Municipalidades de Peumo y Pichidegua, escuelas rurales, organizaciones sociales y productores.

3.1.- Implementación de la Red

A partir del diseño propuesto, cuyos detalles se consignan en el Anexo de Diseños, se realizó la implementación y construcción de la red debiéndose realizar ajustes significativos a lo planteado, debido a la imposibilidad de usar el cerro de las antenas (cerro Bari), lo que implicó la realización de nuevos diseños y la búsqueda de nuevos sitios de emplazamiento.

i) Descripción de la red de nivel superior, valle Cachapoal

Al término del proyecto, el backhaul de la red esta compuesto por un Gateway y cinco Extender, que proveen cobertura al valle del Cachapoal desde Peumo hasta Patagua y transfieren señal al valle del río Tinguiririca, cubriendo el sector de Santa Amelia. Los diseños utilizados y los perfiles técnicos de la

instalación de los equipos de la red superior, se presentan en la memoria grafica que se adjunta.

La ubicación de estos nodos de la red, se puede ver en la tabla.

Nro	Nombre	Latitud	Longitud
1	GW-Peumo	34° 23' 30,9" S	71° 10' 12,3" O
2	Ext-Pichidegua	34° 21' 24,95" S	71° 16' 55,7" O
3	Ext-Rosario	34° 20' 56,05" S	71° 13' 28,17" O
4	Ext-Esperanza	34° 19' 2,2" S	71° 15' 42,26" O
5	Dual-Patagua	34° 18' 50,26" S	71° 22' 51,48" O
6	ExtLarmahue	34°24'49.74"S	71°15'3.82"O

Tabla 12. Coordenadas de nodos red troncal RIR Valle del Cachapoal

La figura siguiente, representa los enrutamientos de la red de antenas; existiendo tres extender que se comunican directamente con el Gateway (Rosario, Pichidegua, Larmahue) y dos antenas que tienen un salto. La red es robusta, dado que la antena más distante posee más de una ruta de comunicación hacia el Gateway. Se debe agregar, que la antena Dual-Patagua genera una celda Wifi de mucha utilidad para asegurar conexiones de usuarios en la parte final de la red.



Figura 19. Red de nivel superior RIR Valle del Cachapoal

De la tabla y la figura anteriores, se puede detallar, que el punto de entrada de la red es un Gateway, instalado en la zona urbana de Peumo en un inmueble de propiedad de COOPEUMO y donde funcionan las oficinas principales de la cooperativa. El equipo de radio se ubica sobre una torre de 35 metros de altura; desde ese punto, se establecen enlaces activos con los nodos instalados, los cuales se marcan en la figura mediante líneas verdes y enlaces de respaldo indicados por líneas naranjas. La distribución de los seis nodos de la red se señala en verde y corresponden a los puntos instalados en distintas localidades.

- **Extender Rosario:** instalado en un campo de un particular, sobre una torre de 30 metros de altura.
- **Extender la Esperanza o lo Valdés:** instalado en el interior de un silo en el campo del Sr. Ismael Valdes, sobre una torre de 33 metros.
- **Extender Pichidegua:** instalado en una sucursal de Coopeumo ubicadas en el centro de Pichidegua, sobre una torre de 26 metros.
- **Extender Dual Patagua Cerro:** instalado en una sucursal de Coopeumo ubicadas en Patagua, sobre una torre de 32 metros.
- **Extender Larmahue:** instalado en un área cedida en uso por un particular, sobre una torre auto soportada de 11 metros con protecciones y cierros. El nodo correspondiente al Extender Larmahue, fue el último en instalarse, posibilitando dar comunicación a la zona de Santa Amelia, y permitiendo en un futuro llegar a San Roberto.

La distancia entre los nodos que conforman la red es la siguiente.

Ruta	Antena	Antena	Distancia (Km)
Primaria	GW-Peumo	Ext-Rosario	6,92
Primaria	GW-Peumo	Ext-Pichidegua	10,98
Primaria	Ext-Pichidegua	Dual-Patagua	10,26
Primaria	Ext-Rosario	Ext-Esperanza	4,77
Primaria	GW-Peumo	ExtLarmahue	7,84
Secundaria	Ext-Rosario	Ext-Pichidegua	5,39
Secundaria	Ext-Esperanza	Ext-Pichidegua	4,76
Secundaria	Ext-Esperanza	Dual-Patagua	10,22

Tabla 13. Distancia de enlaces red troncal RIR Valle del Cachapoal

En la tabla anterior, se aprecia que ningún enlace primario supera los 11 kilómetros, situación que disminuye las posibilidades de pérdida de paquetes de datos. Pruebas técnicas de campo, muestran tasas de transmisión de 26 Mbps promedio entre las distintas antenas a este nivel de comunicación, asegurando un ancho de banda al sistema de 38 Mbps; lo cual es una velocidad adecuada para comunicar a los distintos tipos de usuarios con los servicios ofrecidos por la red.

ii) Descripción de la red de nivel medio-inferior, Valle del Cachapoal

Al cierre del proyecto en la RIR Valle de Cachapoal, se encuentran instalados:

- 14 Access Duales.
- 2 Conector
- 73 Nanosation2
- 3 ATA

Adicionalmente se entregaron como equipos complementarios:

- 11 Access Duales
- 2 conector
- 57 Nanosation2
- 9 ATA

Los equipos complementarios asignados a la red, son el resultado de estudios de la demanda potencial de nuevas conexiones, especialmente las requeridas por COOPEUMO y sus asociados. Con estos equipos se asegura una dotación de reemplazo y un potencial crecimiento para solventar la demanda futura. La instalación de nuevos puntos, implica monitorear el desempeño de la red, especialmente los parámetros que se han indicado para situaciones similares en las otras redes. Aplicando estos criterios se puede determinar la cantidad de nuevas conexiones posibles, su localización y los protocolos de uso, de modo optimizar el uso del recurso compartido.

En las tablas siguientes, se presentan las coordenadas geográficas por tipo de equipos instalados.

Nombre	Longitud	Latitud
SC1	34°21'33,04"S	71°13'13,49"O
SC2	34°18'39,85"S	71°20'31,05"O
SC3	34°23'30,80"S	71°10'10,52"O
SC4	34°17'36,63"S	1°17'26,78"O
SC5	34°18'37,94"S	71°16'4,16"O

Tabla 14. Coordenadas de Connector; RIR Valle del Cachapoal

Nombre	Longitud	Latitud
SA 1	34°20'57,86"S	71°13'26,09"O
SA 2	34°21'49,83"S	71°13'27,80"O
SA 3	34°18'28,92"S	71°23'21,88"O
SA 4	34°20'21,08"S	71°13'21,09"O
SA 5	34°20'38,72"S	71°19'47,57"O
SA 6	34°21'2,16"S	71°17'19,24"O
SA 7	34°23'38,15"S	71°11'13,45"O
SA 8	34°18'22,63"S	71°20'54,78"O
SA 9	34°18'25,92"S	71°23'27,29"O
SA 10	34°18'39,29"S	71°15'48,31"O
SA 11	34°18'23,81"S	71°16'30,59"O
SA 12	34°19'38,73"S	71°14'38,96"O
SA 13	34°23'24,14"S	71°10'38,55"O
SA 14	34°24'49,74"S	71°15'3,82"O

Tabla 15. Coordenadas de Access Dual Band; RIR Valle del Cachapoal

Nombre	Longitud	Latitud
N1	34°18'52,33"S	71°22'20,05"O
N2	34°18'38,18"S	71°23'14,30"O
N3	34°19'6,99"S	71°22'38,64"O
N4	34°21'39,43"S	71°13'19,41"O
N5	34°23'6,63"S	71°10'30,10"O
N6	34°23'13,20"S	71°10'38,18"O
N7	34°18'46,92"S	71°20'22,34"O
N8	34°18'18,52"S	71°16'23,38"O
N9	34°18'15,13"S	71°16'14,42"O
N10	34°18'15,22"S	71°16'12,96"O
N11	34°18'24,89"S	71°16'9,55"O
N12	34°18'20,79"S	71°16'10,73"O
N13	34°18'10,03"S	71°23'41,57"O
N14	34°21'13,03"S	71°13'6,35"O
N15	34°20'29,20"S	71°20'8,85"O
N16	34°21'26,36"S	71°12'44,68"O

N17	34°21'7.37"S	71°17'16.89"O
N18	34°20'56.13"S	71°19'9.28"O
N19	34°18'26.21"S	71°23'19.88"O
N20	34°21'25.60"S	71°12'45.59"O
N21	34°21'13.49"S	71°17'16.21"O
N22	34°17'52.12"S	71°24'8.57"O
N23	34°18'5.18"S	71°23'50.46"O
N24	34°17'53.68"S	71°24'8.58"O
N25	34°18'18.50"S	71°23'23.58"O
N26	34°18'12.65"S	71°23'53.50"O
N27	34°18'35.35"S	71°23'12.76"O
N28	34°18'26.21"S	71°23'19.88"O
N29	34°18'30.31"S	71°23'16.98"O
N30	34°18'21.20"S	71°23'29.74"O
N31	34°18'13.81"S	71°23'44.83"O
N32	34°18'27.01"S	71°22'9.48"O
N33	34°18'12.23"S	71°23'50.60"O
N34	34°18'57.01"S	71°22'47.71"O
N35	34°19'0.88"S	71°22'30.46"O
N36	34°18'36.48"S	71°23'14.34"O
N37	34°18'24.91"S	71°23'18.95"O
N38	34°18'26.58"S	71°23'18.15"O
N39	34°18'29.64"S	71°23'16.24"O
N40	34°18'1.81"S	71°23'54.31"O
N41	34°18'0.13"S	71°23'57.15"O
N42	34°17'59.26"S	71°24'0.80"O
N43	34°18'6.68"S	71°23'59.60"O
N44	34°18'55.81"S	71°22'48.65"O
N45	34°18'57.95"S	71°22'27.76"O
N46	34°18'36.48"S	71°22'19.07"O
N47	34°18'22.58"S	71°22'6.26"O
N48	34°17'49.09"S	71°21'38.39"O
N49	34°18'49.07"S	71°20'23.56"O
N50	34°19'10.09"S	71°19'47.27"O
N51	34°19'25.27"S	71°19'50.90"O
N52	34°20'24.79"S	71°20'29.32"O
N53	34°20'46.86"S	71°19'21.57"O
N54	34°21'8.01"S	71°18'33.69"O
N55	34°21'12.08"S	71°18'17.81"O
N56	34°21'4.14"S	71°17'55.67"O
N57	34°21'32.87"S	71°17'56.53"O
N58	34°21'48.79"S	71°16'31.39"O
N59	34°24'19.77"S	71°18'25.26"O
N60	34°23'12.74"S	71°10'38.67"O
N61	34°23'24.01"S	71°10'34.59"O
N62	34°23'23.53"S	71°10'35.82"O
N63	34°24'48.88"S	71°14'34.16"O
N64	34°24'45.44"S	71°14'12.62"O
N65	34°24'52.57"S	71°15'21.01"O
N66	34°24'55.88"S	71°16'8.57"O
N67	34°24'56.12"S	71°16'33.14"O
N68	34°24'51.89"S	71°16'31.26"O
N69	34°25'35.40"S	71°16'50.92"O
N70	34°24'53.25"S	71°18'15.22"O
N71	34°25'1.44"S	71°18'17.02"O
N72	34°24'30.90"S	71°18'2.40"O
N73	34°24'11.55"S	71° 9'27.24"O

Tabla 16. Coordenadas de NanoStation 2 RIR Valle del Cachapoal

En las figuras siguientes, sobre imágenes satelitales, se presenta la localización de los equipos desagregados en cinco segmentos e indicando como se generan las conexiones entre los diferentes equipos instalados, todas las cuales se encuentran operativas al término del proyecto.

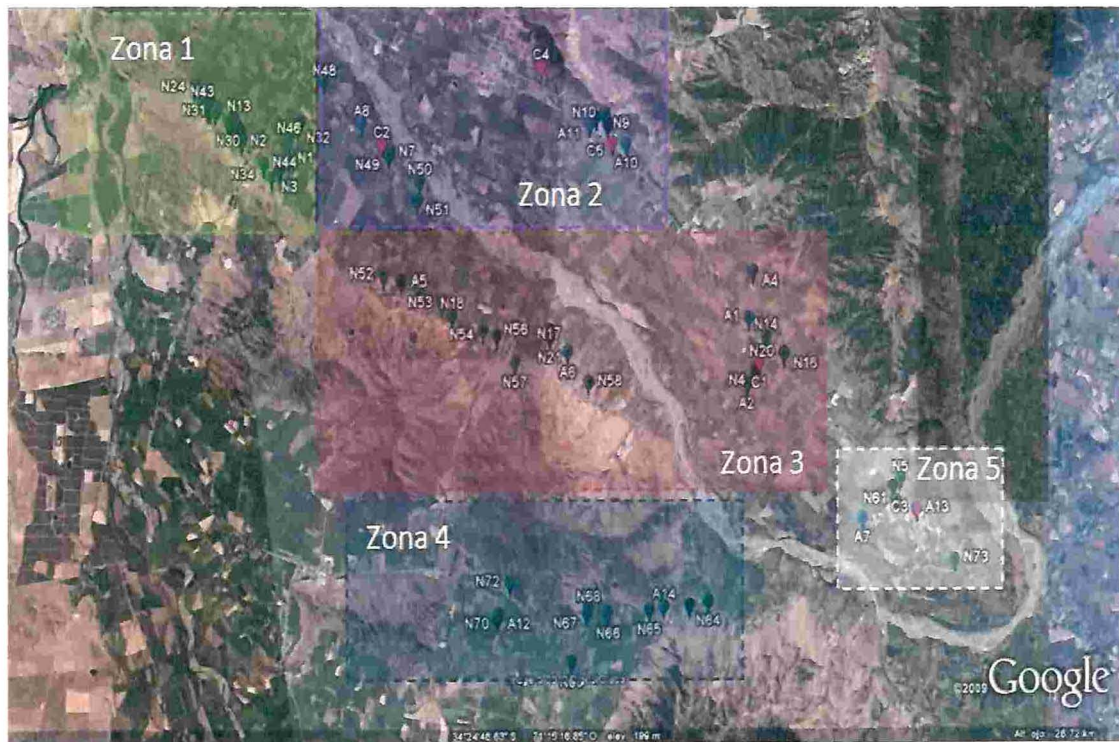


Figura 20. Zonas de la red media-inferior RIR Valle del Cachapoal





Figura 21. Zona 1 Patagua, red media-inferior RIR Valle del Cachapoal

El sector de Patagua (Fig. 21) concentra una gran cantidad de conexiones de bajadas, las cuales maximizan el uso de 4 Access y la celda Wifi generada por el Extender localizado en el local de COOOPEUMO.



Figura 22. Zona 2 La Esperanza red media-inferior RIR Valle del Cachapoal

Esta zona (Fig. 22), corresponde a Patagua Orilla y La esperanza (lo Valdez) y cuenta con 2 Connector y 2 Access dando entrada a 10 Nanostation2.



Figura 23. Zona 3 Pichidegua red media-inferior RIR Valle del Cachapoal

La zona 3 de Pichidegua Rosario, cuenta con 5 Access generando celdas suficientes para las conexiones de bajadas (Nanostation2) requeridas por los usuarios.



Figura 24. Zona 4 Larmahue, red media-inferior RIR Valle del Cachapoal

A partir de la antena de Larmahue, la extensión de la red en el sector de Santa Amelia, se encuentra avanzando gradualmente, cuenta con 2 Access que permiten tener gran parte de este sector iluminado.



Figura 25. Zona 5 Peumo red media-inferior RIR Valle del Cachapoal

La Zona 5, comprende el área central del municipio de Peumo, la cual se conecta con un Access dual instalado en la torre del Gateway, que por su altura permite una buena cobertura.

iii) Data Center RIR Valle del Cachapoal

El DataCenter se encuentra instalado en la zona urbana de Peumo, en las oficinas y bodegas de la casa matriz de COOPEUMO. Con el respaldo del Proyecto se contrató una conexión a Internet de 30 Mbps, con 8 IPs fijas; lo cual permite tener a los servidores del DC separados de la red de usuarios y del control de las antenas, repercutiendo en la seguridad del sistema en su conjunto.

Se entrega a continuación un recuento del estado actual de los componentes principales que conforman el Datacenter, que regula la INTRANET de COOPEUMO.

Firewall: Para asegurar un adecuado funcionamiento de la red, se instaló en un equipo independiente, usando Linux, los software que le dan soporte lógico a la INTRANET. El firewall opera con una de las IP públicas contratadas y tiene activo el DHCP Server, la función de router y enmascaramiento de la red. Además, tiene habilitado el control de ancho de banda, mediante un modulo htb-gen y el servidor Proxy. El firewall permite un monitoreo remoto vía Web a través de conexiones SSH. En esta red, las celdas WIFI se encuentran encriptadas por clave WPA-AES.

Switch Cisco Catalyst 2950: Completamente operativo, funcional e integrado con los requerimientos que la red necesita.

Servidor VoIP TrixBox: Operativo. Tiene una de las IPs públicas disponibles y dado que no está detrás del Firewall, cuenta con reglas propias de seguridad y filtrado de puertos. Tiene extensiones disponibles para usar desde la 601 a la 699.

Servidor SkyPilot: Completamente operativo con la versión 1.6.2 del software SkyEMS sobre CentOS 5.

Servidor de aplicaciones: Es un Servidor HP Proliant ML 150 G5, de gran poder con sistema operativo incorporado. Actualmente posee una configuración basada en máquinas virtuales lo que permite tener, en forma simulada, varios servidores independientes integrados físicamente en uno solo. Con esto se facilita la configuración y administración de cada aplicación en el servidor, gracias a que se comparten los recursos entre cada máquina virtual.

En el servidor instalado en COOPEUMO se incorporaron imágenes satelitales procesadas por CIREN con el fin de construir soluciones soportadas en sistemas de información georeferenciado (SIG) para distintos objetivos. Para esto, en el servidor se instaló un software que permite reconstruir las imágenes satelitales en un formato comprimido (PNG) mucho más liviano y que se pueden visualizar a través de la red sin problemas y a gran velocidad. Todo lo anterior posibilita la construcción de SIG para la georeferenciación de predios, de puntos de bajadas y de todo lo que se requiera representar en forma espacial dentro de un mapa digital.

Los demás dispositivos del rack switch KVM, monitor, teclado, mouse, patch panel, están operativos.

3.2.- Implementación de la Red

La gestión de la red Valle Cachapoal, es de responsabilidad de COOPEUMO y la gestión técnica de la red a nivel local, está a cargo de un profesional que ha prestado diferentes servicios en la instalación de la red, esto en razón su nivel de conocimiento previo.

El administrador actual, el señor Luís Navarrete P., además presta servicios específicos a la Cooperativa, y dada sus capacidades técnicas, ha adquirido los conocimientos para operar localmente la red, recibiendo en forma constante asistencia técnica en línea o presencial del equipo profesional de UVM/CTAC.

La participación directa y a través de una empresa unipersonal del Sr. Navarrete en el diseño de campo y construcción de la red, permitió un proceso activo de capacitación en servicio, a lo cual se agregan talleres de capacitación realizado por CTAC y los proveedores de equipos.

La interacción habitual entre los ingenieros asignados por los proveedores de los equipos, los profesionales de CTAC y el administrador técnico de la red, ha permitido dar solución a nuevas necesidades y resolver los problemas que surgen en la operación. Localmente en el transcurso del proyecto, se ha capacitado un instalador de puntos medios y de bajada de la red, lo cual asegura la ejecución de nuevas conexiones usando los equipos asignados a la red. En la actualidad COOPEUMO, se encuentra avocada a incorporar un joven profesional reforzando la gestión de la red.

3.3.- Resultados y recomendaciones.

Mediante el desarrollo de la RIR Valle Cachapoal, se logra una INTRANET que da conectividad a las siguientes localidades:

- Comuna de Peumo: cubre las localidades de Aguas Claras, Codao, Rosario, La Esperanza y Larmahue.
- Comuna de Pichidegua: cubre las localidades de La Torina, Patagua Cerro, Patagua Orilla, La Esperanza, Caleuche, Santa Amelia y San Luís.

Con la expansión de la red, se pretende alcanzar la localidad de San Roberto de la comuna de Pichidegua.

La red tiene una carga habitual entre 280 y 310 computadores conectados, destacándose entre sus principales usuarios 4 escuelas y jardines infantiles, 95 empresas agrícolas familiares, 4 sociedades agrícolas, 5 Asociaciones de agua potable rural APR y todas las oficinas de COOPEUMO.

La red en la actualidad presta servicios de acceso controlado a Internet, telefonía local de VoIP, a lo cual se agregarán próximamente información agro climática local, un sistema de información georeferenciado de carácter predial (para lo cual se utilizará el servidor de aplicaciones, descrito en el DC) y un portal de información que se encuentra en proceso de construcción. Adicionalmente existen iniciativas en marcha para incorporar otros municipios de la región.

El desarrollo futuro de la red se orienta a incorporar nuevos servicios que le agreguen valor local a la red, encontrándose en proceso la incorporación de ellos en el portal Valle Cachapoal que esta desarrollando COOPEUMO.

Es relevante señalar, que la participación activa de COOPEUMO con el equipo profesional CTAC-UVM, ha permitido ampliar la plataforma tecnológica al incorporar un proyecto SIG para cien productores, el cual va a poder ser implementado gracias a la existencia de la red y su dotación de equipos y software.

4.- RIR Nancagua/Placilla (RIR Valle Colchagua)

La Red Inalámbrica Rural Valle Colchagua en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, es el resultado de un Acuerdo de Cooperación entre las Municipalidades de Nancagua y de Placilla y la Universidad de Viña del Mar.

Esta red se ubica en la cuenca media del río Tinguiririca, y se extiende desde el oeste de San Fernando hasta las cercanías de Santa Cruz en la localidad de Cunaco. Tiene una extensión de 27 Km. y una cobertura de 210 Km²; alumbrando entre otras las localidades de: Nancagua, Palmilla, Manantiales, Los Aromos, La Tuna, Lo Moscoso, La Dehesa, El Camarón, La Gloria, Yáquil, Callejones, Puquillay Alto y Puquillay Bajo, San Gregorio y Cunaco

Las contra partes principales para la ejecución de esta red, han sido las Ilustres Municipalidades de Nancagua y Placilla, conjuntamente con la Cooperativa de Agua potable San José de Cunaco, las APR de ambas comunas, un amplio número de PRODESAL y otras organizaciones locales.

4.1.- Implementación de la Red

A partir del diseño propuesto, cuyos detalles se consignan en el Anexo de Diseños, se realizó la implementación y construcción de la red debiéndose realizar ajustes a lo planeado por la existencia de barreras naturales y la difícil localización de algunos puntos de bajada.

i) Descripción de la red de nivel superior, valle Colchagua

El backhaul de la red consta de cinco antenas, que proveen de cobertura al valle de Colchagua desde Peñuelas hasta Cunaco. Los diseños utilizados y los perfiles técnicos de la instalación de los equipos de la red superior, se presentan en la memoria gráfica que se adjunta.

Las coordenadas geográficas de las antenas se entregan en la tabla siguiente.

Nro	Equipo	Nombre	Latitud	Longitud
1	SkyGateway	GateDual	34° 39' 6,5" S	71° 12' 22,4" O
2	SkyExtender	ExtCallejon	34° 39' 4,1" S	71° 10' 9,1" O
3	SkyExtender-Dual	DualPlacilla	34° 38' 15,6" S	71° 7' 5,2" O
4	SkyExtender-Dual	DualCunaco	34° 39' 6,3" S	71° 19' 7,7" O
5	SkyExtender	ExtManantiales	34° 37' 25,9" S	71° 02' 8,5" O

Tabla 17. Coordenadas Nodos Troncales RIR Valle Colchagua

En la figura siguiente, se indica que cada antena (a excepción de Ext. Manantiales) posee como ruta primaria comunicación directa con el Gateway, lo que da robustez a la red (red tipo estrella), pero además, gracias al protocolo que utilizan los equipos instalados, cuenta con rutas secundarias, que le permiten funcionar como una red tipo malla en el caso de que sea necesario.

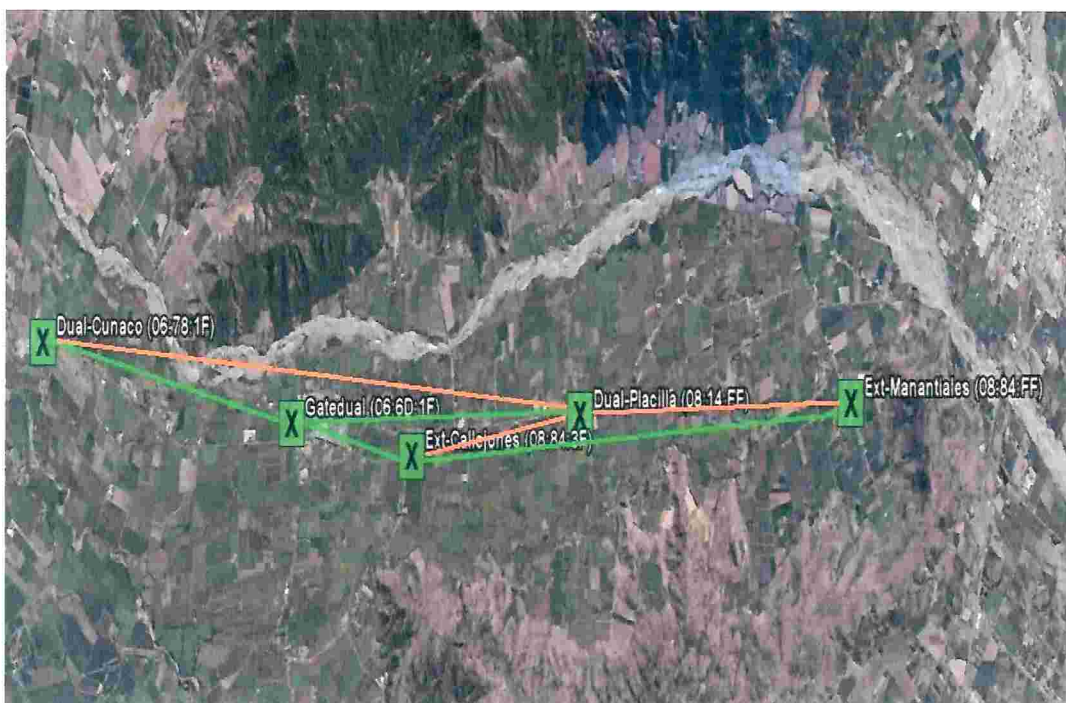


Figura 26. Red troncal Nancagua/Placilla

De la tabla y la figura anterior, se puede detallar, que el punto de entrada de la red es un Gateway, instalado en la zona urbana de Nancagua en el edificio municipal. El equipo de radio se ubica sobre una torre de 45 metros de altura; desde ese punto, se establecen enlaces activos con los nodos instalados, los cuales se marcan en la figura mediante líneas verdes y enlaces de respaldo, indicados por líneas naranja. La distribución de los cinco nodos de la red se señala en verde y corresponden a los puntos instalados en distintas localidades.

- **Extender Callejones:** instalado en la escuela de la localidad sobre una torre de 32 metros, incluyendo el soporte superior de la antena.
- **Extender Dual Placilla:** instalado en la municipalidad de la comuna de Placilla, sobre una torre de 32 metros incluyendo el soporte superior de la antena.
- **Extender Manantiales:** instalado en la copa de agua del APR de Manantiales de 25 metros de altura y sobre una torre de 11 metros, incluyendo el soporte superior de la antena.
- **Extender Dual Cunaco:** instalado sobre la torre de agua del APR de Cunaco de 24 metros, sobre la cual se instaló una torre de 23 metros incluyendo el soporte superior de la antena.

Es necesario señalar, que en esta red, tres de los nodos superiores son equipos duales que crean celdas WiFi, lo que permite asegurar conexiones directas en las localidades de Cunaco, Nancagua y Placilla.

La distancia entre los nodo que conforman la red es la que se indica en la tabla.

Ruta	Antena	Antena	Distancia (Km)
Primaria	Gateway Dual	Ext. Callejones	3,43
Primaria	Gateway Dual	Dual Placilla	8,23
Primaria	Gateway Dual	Dual Cunaco	7,25
Primaria	Ext. Callejones	Ext. Manantiales	12,51
Secundaria	Ext. Callejones	Dual Placilla	4,83
Secundaria	Dual Placilla	Dual Cunaco	15,39
Secundaria	Dual Placilla	Ext. Manantiales	7,71

Tabla 18. Distancia de enlaces red troncal RIR Valle Colchagua

Los enlaces primarios se mantienen muy por debajo de los 16 Km., que es la distancia máxima en donde las antenas, por valores de fábrica, aseguran un rendimiento del 100% en el throughput UDP y TCP; lo que asegura calidad de servicio en la red. Hay que tener en cuenta que el Extender de Manantiales tiene como antena mas cercana el Dual de Placilla, razón por la cual, si el trafico toma esa vía, todas las conexiones se situarían por debajo de los 8.5 Km.

Pruebas en campo, muestran tasas de transmisión de 24 Mbps promedio entre las distintas antenas de la red troncal, valor este, que se considera una velocidad adecuada para comunicar a los distintos tipos de usuarios con los servicios ofrecidos por la red.

ii) Descripción de la red de nivel medio-inferior, Nancagua/Placilla

Al cierre del proyecto en la RIR Nancagua/Placilla, se encuentran instalados:

- 14 Access Duales.
- 30 Nanosation2
- 2 ATA

Adicionalmente se entregaron como equipos complementarios:

- 9 Access Duales
- 70 Nanosation2
- 8 ATA

Los equipos complementarios asignados a la red, son el resultado de estudios de la demanda potencial de nuevas conexiones y de la necesidad establecer un stock de equipos de repuesto. La instalación de nuevos puntos, implica monitorear el desempeño de la red, especialmente los parámetros que se han indicado para situaciones similares en las otras redes de modo tal mantener su operación en forma óptima.

En las tablas siguientes, se presentan las coordenadas geográficas por tipo de equipos instalados

Nombre	Longitud	Latitud
SA 1	34°37'22.92"S	71°10'42.64"O
SA 2	34°39'12.15"S	71°15'00.05"O
SA 3	34°40'20.63"S	71°10'50.60"O
SA 4	34°36'16.62"S	71°02'39.12"O
SA 5	34°37'29.39"S	71° 7'30.40"O
SA 6	34°39'29.82"S	71° 7'18.68"O
SA 7	34°37'45.99"S	71°03'26.36"O
SA 8	34°36'13.11"S	71°06'36.53"O
SA 9	34°39'06.00"S	71°12'22.65"O
SA 10	34°38'23.44"S	71°09'28.48"O
SA 11	34°41'02.65"S	71°11'53.37"O
SA 12	34°39'03.02"S	71°10'06.32"O
SA 13	34°37'25.75"S	71°02'08.54"O
SA 14	34°37'29.88"S	71°02'22.41"O

Tabla 19. Coordenadas de Access Dual Band RIR Nancagua/Placilla

Nombre	Longitud	Latitud
N1	34°39'31.30"S	71°18'08.13"O
N2	34°39'21.05"S	71°18'28.47"O
N3	34°39'35.89"S	71°18'27.74"O
N4	34°39'25.52"S	71°17'12.31"O
N5	34°39'09.60"S	71°17'13.72"O
N6	34°39'4.60"S	71°17'2.08"O
N7	34°39'9.06"S	71°14'53.26"O
N8	34°41'3.69"S	71°12'10.63"O
N9	34°41'1.65"S	71°12'4.41"O
N10	34°38'40.47"S	71°10'14.67"O
N11	34°38'29.75"S	71° 9'23.73"O
N12	34°37'24.45"S	71°10'44.18"O
N13	34°37'15.92"S	71°10'16.01"O
N14	34°36'52.19"S	71° 8'9.86"O
N15	34°37'18.99"S	71° 7'34.57"O
N16	34°39'15.56"S	71°15'29.93"O
N17	34°39'11.85"S	71°14'51.24"O
N18	34°37'26.11"S	71° 2'8.85"O
N19	34°39'2.73"S	71°17'2.07"O
N20	34°41'0.92"S	71°12'3.30"O
N21	34°40'59.04"S	71°11'53.57"O
N22	34°37'34.67"S	71°10'35.66"O
N23	34°40'24.46"S	71°10'52.31"O
N24	34°39'56.43"S	71°11'19.00"O
N25	34°38'33.76"S	71° 8'43.02"O
N26	34°38'16.57"S	71° 7'4.85"O
N27	34°37'23.73"S	71° 2'14.12"O
N28	34°37'33.62"S	71° 2'2.16"O
N29	34°38'13.25"S	71° 2'14.28"O
N30	34°37'55.64"S	71° 3'44.84"O

Tabla 20. Coordenadas de NanoStation 2 RIR Nancagua/Placilla

En las figuras siguientes, sobre imágenes satelitales, se presenta la localización de los equipos distribuidos en tres zonas, indicando además como se interconectan con la red troncal.

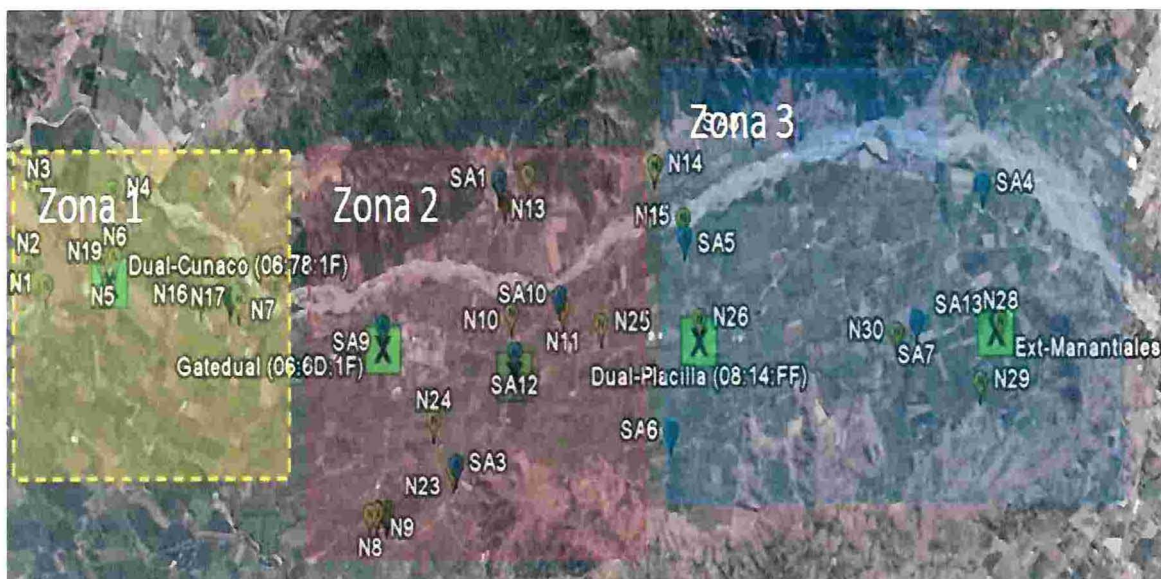


Figura 27. Zonas que conforman la Red nivel medio-inferior Nancagua/Placilla



Figura 28. Zona 1 red nivel medio-inferior RIR Nancagua/Placilla

Dado que el Extender instalado en Cunaco es Dual, y genera una celda WIFI es que se conectan varios Nanostation2 a dicho extender, lo cual se complementa con un Access, generándose múltiples bajadas directas y con 10 Nanostation2, alumbrando las localidades de Cunaco, San Gregorio y alrededores.

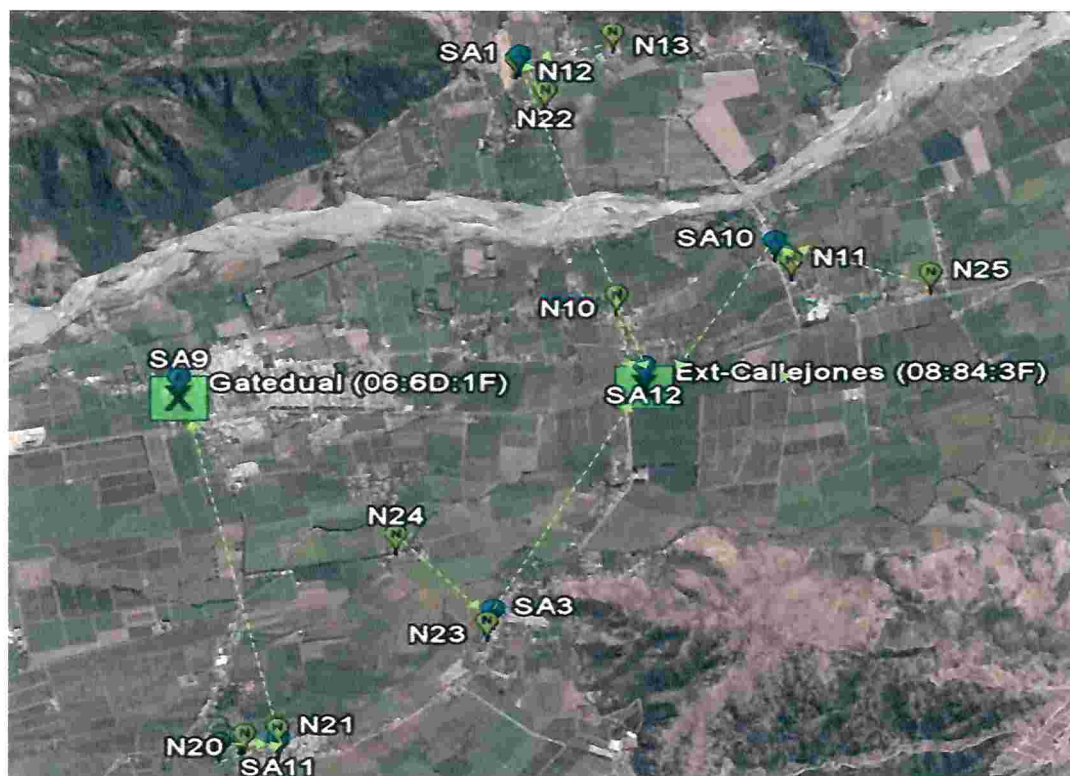


Figura 29. Zona 2 red nivel medio-inferior RIR Nancagua/Placilla

En la zona 2, se encuentran instalados 6 Access Dual Band y 12 Nanostation2 lo que permite dar conectividad a las localidades de Callejones, El Yáquil, La Orilla, Puquillay Alto, La Gloria y Chacarilla.

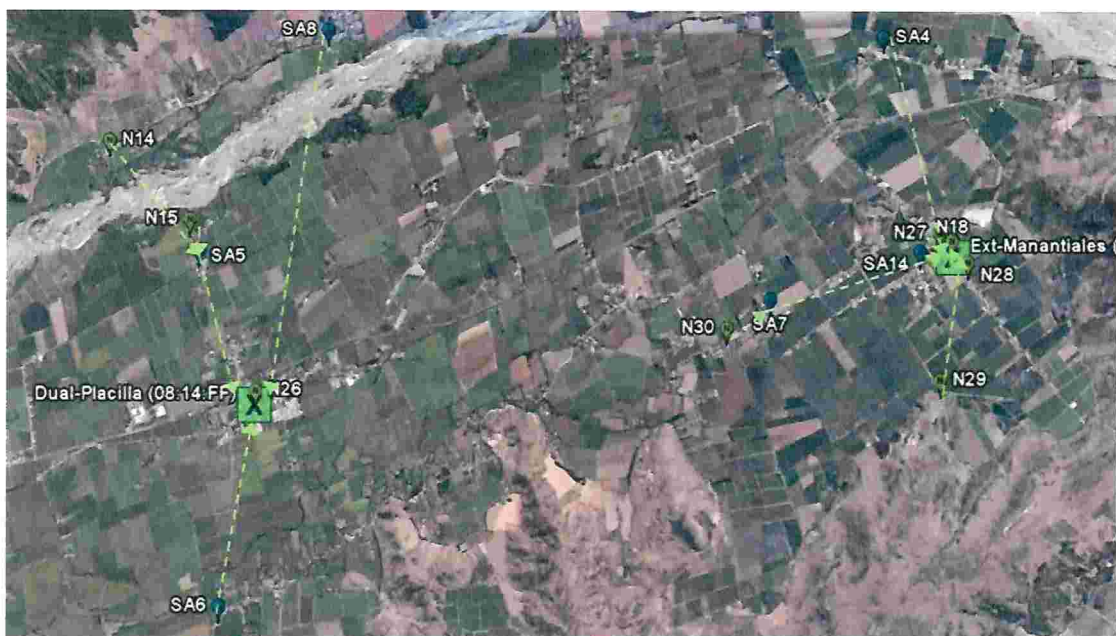


Figura 30. Zona 3 red nivel medio-inferior RIR Nancagua/Placilla

En la zona 3, se encuentran instalados 7 Access Dual Band y 8 Nanostation2, que conectan las localidades de Placilla, Manantiales, La Tuna, Los Aromos, Peñuela, El Camarón, Lo Moscoso y La Dehesa.

Para el desarrollo de esta RIR, se trabajó con las APRs del valle de Colchagua, por lo que la mayoría de los equipos Access, además de dos equipos de la red troncal, se encuentran instalados sobre copas de agua, por lo que se logra mayor altura y permite dar mejor cobertura a pesar de la gran cantidad de árboles del sector.

iii) Data Center RIR Nancagua/Placilla

El DataCenter, se encuentra en las dependencias de la Ilustre Municipalidad de Nancagua. Con el respaldo del Proyecto se contrató una conexión a Internet de 50 Mbps, con 8 IPs fijas; lo cual permite tener a los servidores del DataCenter separados de la red de usuarios y del control de las antenas, situación muy deseable desde el punto de vista de seguridad.

Se entrega a continuación, un recuento del estado actual de los componentes principales que conforman el DataCenter que regula la RIR Nancagua/Placilla.

Firewall: Para asegurar un adecuado funcionamiento de la red, se instalaron los software que le dan soporte lógico a la INTRANET, en un equipo independiente, usando Linux en distribución Debian 5.0 estable. El firewall opera con una de las IP públicas contratadas y tiene activo el DHCP Server, la función de router y enmascaramiento de la red. Además tiene habilitado el control de ancho de banda, mediante un modulo htb-gen y el servidor Proxy. El firewall permite un monitoreo remoto vía Web a través de conexiones SSH.

Switch Cisco Catalyst 2950: Completamente operativo, funcional e integrado con los requerimientos que la red necesita.

Servidor VoIP TrixBos: Operativo. Tiene una de las IPs públicas disponibles y dado que no está detrás del Firewall, cuenta con reglas propias de seguridad y filtrado de puertos. Tiene extensiones disponibles para usar desde la 501 a la 599.

Servidor de Correo: Tiene el sistema operativo instalado, además del suite zimbra, que soporta el servicio de mensajería tipo e-mail. No está operativo, pues la Ip pública que tiene asignada (200.113.18.254) está en listas negras, situación que debe resolver el proveedor de Internet

Servidor SkyPilot: Completamente operativo con la versión 1.6.2 del software SkyEMS sobre CentOS 5.

Los demás dispositivos del rack switch KVM, monitor, teclado, mouse, patch panel, están todos operativos.

4.2.- Implementación de la Red

La gestión de la RIR Valle de Colchagua, es de responsabilidad de las Ilustres Municipalidades de Nancagua y Placilla, y la gestión técnica de la red a nivel local, está a cargo del señor Felipe Montecinos, un profesional que ha prestado diferentes servicios en la instalación de la red, esto en razón su nivel de conocimiento profesional.

El señor Felipe Montecinos ha adquirido los conocimientos para operar localmente la red, recibiendo en forma constante asistencia técnica en línea o presencial del equipo profesional de UVM/CTAC.

La participación directa y a través de una empresa unipersonal del Sr. Montecinos en el diseño de campo y construcción de la red, permitió un proceso activo de capacitación en servicio, a lo cual se agregan talleres de capacitación realizado por CTAC y los proveedores de equipos.

La interacción habitual entre los ingenieros asignados por los proveedores de los equipos, los profesionales de CTAC y el administrador técnico de la red, ha permitido dar solución a nuevas necesidades y resolver los problemas que surgen en la operación. Localmente en el transcurso del proyecto, se ha capacitado un instalador de puntos medios y de bajada de la red, lo cual asegura la ejecución de nuevas conexiones usando los equipos asignados a la red.

4.3.- Resultados y recomendaciones.

Mediante el desarrollo de la RIR Valle Colchagua, se logra una INTRANET que da conectividad a las siguientes localidades:

- Comuna de Nancagua: cubre las localidades de Cunaco, San Gregorio, Puquillay Alto y bajo, La Gloria, Callejones y Chacarilla.
- Comuna de Placilla: cubre las localidades de La Dehesa, El Camarón, Lo Moscoso, La Tuna, Manantiales, Peñuelas y Los Aromos.

La red tiene una carga habitual entre 210 y 235 computadores conectados, destacándose entre sus principales usuarios 10 escuelas, 16 PRODESAL, 90 empresas agrícolas familiares, 2 municipalidades, 6 Asociaciones de agua potable rural APR y 6 servicios públicos.

La red en la actualidad presta servicios de: acceso controlado a Internet, telefonía local de VoIP.

El desarrollo futuro de la red se orienta a incorporar nuevos servicios que le agreguen valor local a la red.

5.- RIR Valle Molina / Río Claro

Esta red se ubica en la zona rural de las comunas de Molina y Río Claro, en la Región del Maule. Fue posible su instalación gracias a un acuerdo de cooperación suscrito entre el Instituto de Educación Rural (IER) y la Universidad de Viña del Mar.

Cubre un rectángulo de 240 kilómetros cuadrados y su diseño preliminar, sufrió ajustes menores para adaptarse a las condiciones de un relieve semi-ondulado en algunos sectores y la excesiva presencia de árboles de gran altura. La red troncal permite dar cubrimiento a las localidades de Pichingal, Buena Paz, San Jorge de Romeral, Buena Fe y La Palmilla en la comuna de Molina y a las localidades de Porvenir, Odessa, San Gerardo, Santa Rosa, Los Robles, Santa Marta y Bajo Las Mercedes en la comuna de Río Claro.

La implementación de esta red, fue posible dada las economías realizadas en el Convenio de Cooperación FIA-UVM, e implicó ajustes en el programa operativo correspondiente. En razón de lo anterior, fue la última en diseñarse y construirse.

En la actualidad, la red se encuentra con su backhaul construido y plenamente operativo y se está trabajando en el poblamiento de puntos de bajada. El trabajo conjunto con los profesionales del Liceo IER Gonzalo Correa Ugarte, especialmente con el Sr. Andulfo López García ha permitido una definición de puntos de bajada con alto impacto local.

Se espera, que además de las localidades antes señaladas, se pueda alcanzar las comunidades de Bajo Los Romero, Tres Esquinas, Buena Unión y Los Aromos.

La contraparte operativa para la ejecución de esta red, ha sido el Instituto de Educación Rural (IER), a través del Liceo Técnico Local Gonzalo Correa Ugarte, ubicado en la comuna de Molina; interactuándose además con colegios rurales, asociaciones de agua potable rural y empresas agrícolas familiares.

5.1.- Implementación de la red

A partir del diseño propuesto cuyos detalles se consignan en el Anexo de Diseños, se realizó la implementación y construcción de la red en Molina / Río Claro, previo los ajustes necesarios para lograr una adecuada cobertura de la red troncal y media.

i) Red de nivel superior RIR Valle Molina - Río Claro

La red troncal consta de cinco antenas, que proveen cobertura a las comunas de Molina y Río Claro, utilizando la señal generada por el equipo Gateway Tri Band que se encuentra instalado en el liceo Gonzalo Correa en el sector de Quecheregua de Molina. Los diseños utilizados y los perfiles técnicos de la instalación de los equipos de la red superior, se presentan en la memoria grafica que se adjunta.

La ubicación geográfica de los nodos que conforman la red se puede ver en la tabla y figura siguiente.

Nro	Equipo	Nombre	Latitud	Longitud
1	Gateway Tri Band	GWT Molina	35° 5'39.12"S	71°16'15.75"O
2	Extender	Buena Fe	35° 9'34.43"S	71°15'50.43"O
3	Extender Dual Band	San Jorge de Romeral	35° 9'14.74"S	71°11'56.20"O
4	Extender Tri Band	Los Robles	35°12'38.18"S	71°18'12.87"O
5	Extender Tri Band	Iglesia Santa Rosa	35°14'26.48"S	71°15'10.05"O

Tabla 21. Coordenadas nodos red superior RIR Valle Molina / Río Claro.

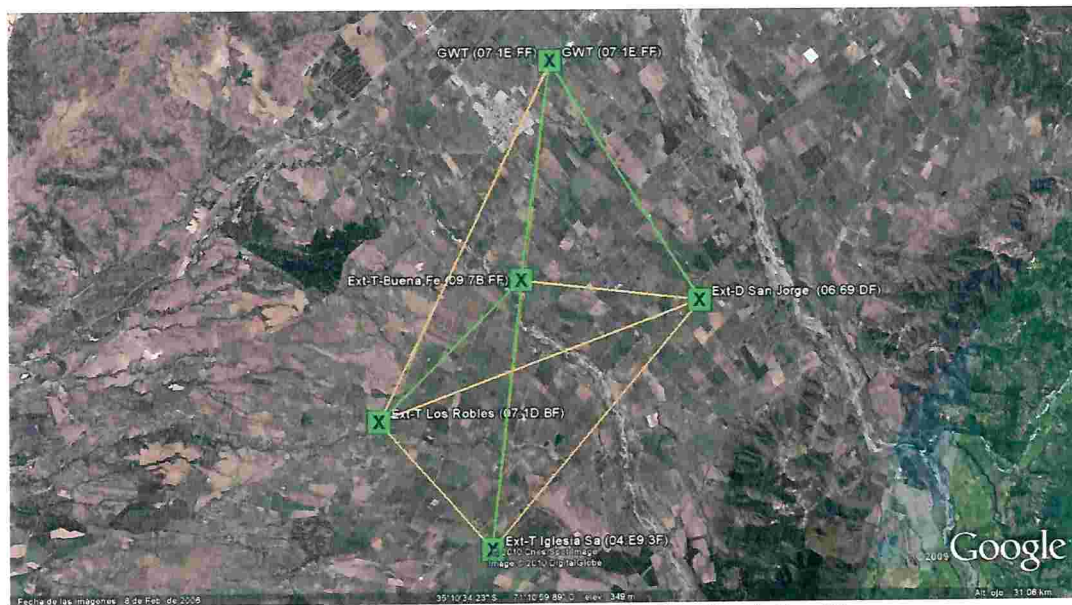


Figura 31. Red troncal RIR Valle Molina/Río Claro.

En la figura anterior se muestra como está conformada la red troncal, y los enlaces que se generan entre los diferentes nodos. La red tiene forma de malla y cada nodo tiene más de un camino para llegar al Gateway, lo que le da

robustez a la red. Las líneas verdes corresponden a los enlaces activos y las líneas naranjas corresponden a enlaces de respaldo.

Los equipos instalados en las distintas localidades son los siguientes:

- **Gateway Tri Band Liceo Gonzalo Correa:** Gateway Tri Band instalado en el liceo Gonzalo Correa Ugarte, en la comuna de Molina, sobre una torre de 41 metros, incluyendo la extensión que soporta la antena.
- **Extender Buena Fe:** Extender ubicado en el predio de un pequeño productor Sr. Antonio Zúñiga cercano a la localidad de Buena Fe, sobre una torre de 41 metros, incluyendo la extensión que soporta la antena.
- **Extender Dual Band San Jorge de Romeral:** Extender Dual Band instalado en la escuela básica de San Jorge de Romeral sobre una torre de 32 metros, incluyendo la extensión que soporta la antena.
- **Extender Tri Band Los Robles:** Extender Tri Band instalado la localidad de Santa Marta de Los Robles, sobre una torre de 32 metros, incluyendo la extensión que soporta la antena.
- **Extender Tri Band Santa Rosa:** SkyExtender Tri Band instalado la localidad de Santa Rosa, sobre una torre de 30 metros, incluyendo la extensión que soporta la antena.

La distancia entre los nodos y el detalle de los enlaces primario y secundarios se presentan en la tabla siguiente.

Ruta	Antena	Antena	Distancia (Km.)
Primaria	GWT	Ext.- Buena Fe	7,26
Primaria	GWT	Ext.-D San Jorge de Romeral	9,34
Primaria	Ext.- Buena Fe	Ext.-T Los Robles	6,71
Primaria	Ext.- Buena Fe	Ext.-T Iglesia Santa Rosa	9,05
Secundaria	GWT	Ext.-T Los Robles	13,16
Secundaria	Ext.- Buena Fe	Ext.-D San Jorge de Romeral	5,94
Secundaria	Ext.-D San Jorge de Romeral	Ext.-T Los Robles	11,36
Secundaria	Ext.-D San Jorge de Romeral	Ext.-T Iglesia Santa Rosa	10,77

Tabla 22. Tabla distancias red troncal RIR Valle Molina / Río Claro.

Pruebas en campo muestran tasas de transmisión de 24 Mbps promedio entre las distintas antenas a este nivel de comunicación. Una velocidad adecuada para comunicar a los distintos tipos de usuarios con los servicios ofrecidos por la red, pensando además que la conexión a Internet contratada es de 10 Mbps.

ii) Red de nivel medio-inferior RIR Molina/Río Claro

En la red, hasta el 31 de enero de 2010 se encuentran instalados:

- 7 Ski Access
- 1 Connector Pro
- 9 Nano Station2

Además, se entregó una dotación complementaria de equipos, para terminar las instalaciones de bajada y asegurar repuestos, de:

- 11 SkyAccess,
- 51 Nano Station2 y
- 25 ATA Linksys RTP 300.

La red seguirá creciendo impulsada por la demanda de las localidades; se estima que una composición flexible de computadores conectados directamente a las áreas WIFI, mas equipos de bajada específicos daría a corto plazo (abril/mayo) una red con mas 350 computadores conectado. Para cumplir con esa demanda, se debe controlar el desempeño de la red monitoreando los throughput y las áreas geográficas donde se generan las mayores demandas.

La distribución territorial de los diferentes tipos de equipos del nivel medio-inferior de la red se presenta a continuación, mediante tablas que especifican su ubicación.

Nombre	Longitud	Latitud
SA 1	35° 7'6.64"S	71°12'33.18"O
SA 2	35°10'22.64"S	71°14'37.24"O
SA 3	35° 9'16.52"S	71°10'23.66"O
SA 4	35°12'31.20"S	71°15'4.45"O
SA 5	35° 9'45.11"S	71°17'13.26"O
SA 6	35°11'48.82"S	71°12'35.24"O
SA 7	35°15'32.53"S	71°15'34.67"O

Tabla 23. Coordenadas de Access Dual RIR valle Molina / Río Claro

Nombre	Longitud	Latitud
SCP	35° 8'42.80"S	71°22'1.22"O

Tabla 24. Coordenada de Connector Pro RIR valle Molina / Río Claro

Nombre	Longitud	Latitud
N1	35°10'13.95"S	71°15'11.48"O
N2	35° 7'1.90"S	71°12'49.94"O
N3	35°10'12.06"S	71°15'9.63"O
N4	35° 9'6.43"S	71°10'51.92"O
N5	35°12'59.96"S	71°15'16.46"O
N6	35°12'54.03"S	71°15'11.28"O
N7	35°14'31.23"S	71°14'46.68"O
N8	35°12'33.55"S	71°15'16.57"O
N9	35° 9'39.53"S	71°10'18.24"O

Tabla 25. Coordenadas de Nano Station 2 RIR valle Molina / Río Claro

En las figuras siguientes se entrega una visión grafica de la localización de los equipos medios y de bajada. Dada la extensión de la red esta se sectorizó en tres áreas.

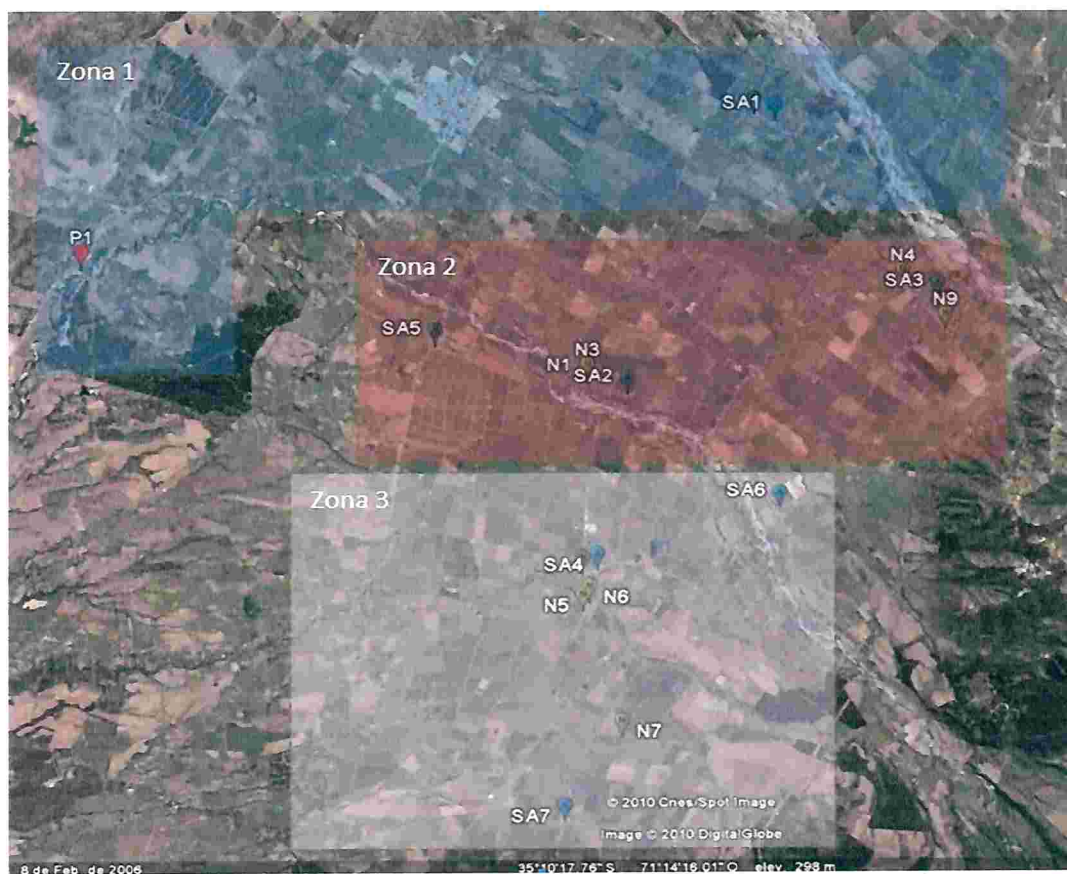


Figura 32. Red completa nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro





Figura 33. Zona 1 red nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro

En la zona 1, se muestra el lugar geográfico donde se encuentran instalados 3 SkyAccess Dual Band, y 4 Nanostation2, que se conectan a la red troncal por medio de los Extender de Buena Fe y San Jorge de Romeral, estos SkyAccess dan conectividad a las localidades de Buena Fe Porvenir y Buena Paz (SA3).

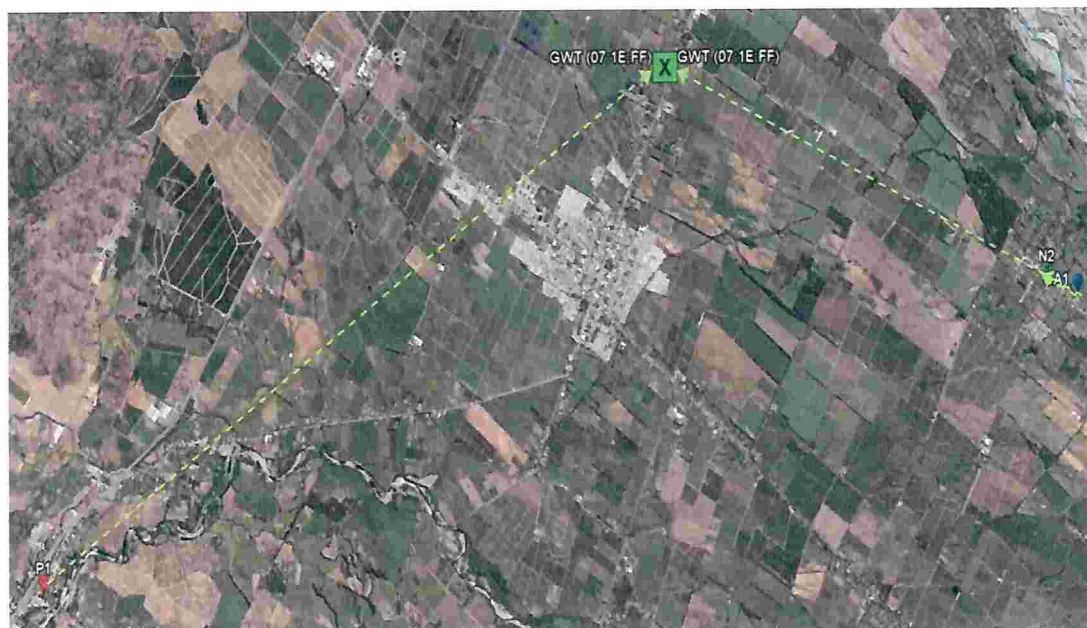


Figura 34.- Zona 2 Red nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro

En la zona 2, se muestra la ubicación de 1 SkyAccess Dual Band, 1 SkyConnector Pro y 1 Nano Station2, que se conectan a la red troncal por el gateway de la red, dando conexión a las localidades de Pichingal e Itahue.

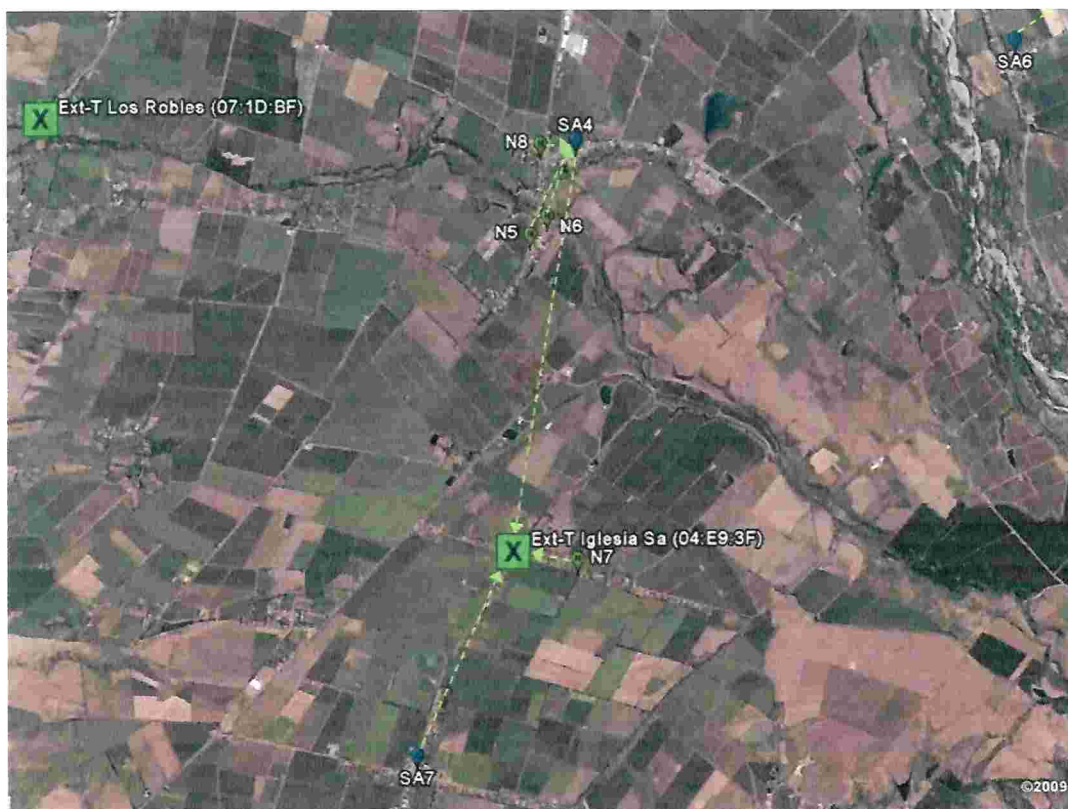


Figura 35.- Zona 3 Red nivel medio-inferior RIR Molina / Río Claro

La zona 3, corresponde a la zona más alejada del gateway, se conectan 3 SkyAccess y 4 Nano Station2, dando conectividad a las localidades de Bajo Las Mercedes (SA7), Odessa - San Gerardo – Peñaflor (SA4) y La Palmilla (SA6).

Debido al gran cantidad de cortinas de árboles existente en la zona en donde se encuentra la RIR, es que todos los SkyAccess se han instalado en copas de agua de las APR, generando así una celda WIFI con una adecuada altura que facilita las conexiones finales en cada una de las localidades de interés.

iii) DataCenter RIR Molina/Río Claro

El DataCenter esta instalado en el área de computación del liceo Gonzalo Correa del IER, para lo cual se habilito una sala especial dotada de aire acondicionado para asegurar un adecuado funcionamiento de los equipos. El D.C. cuenta con una conexión de fibra óptica a Internet de 10 Mbps con 8 IPs fijas. De esta forma los servidores están conectados directamente con IPs públicas.

Se entrega a continuación un recuento del estado actual de los componentes principales que conforman el datacenter que regula la INTRANET Molina/Río Claro.

Firewall: Para asegurar un adecuado funcionamiento de la red, el firewall se instalo en un servidor provisto de una versión Debian GNU/Linux estable 5.0;

actualizándose los software que le dan soporte lógico a la Intranet. El firewall opera con las IP publicas contratadas, y tiene activo el DHCP Server, la función de router y enmascaramiento de la red. Además tiene habilitado el control de tráfico por IP y el servidor Proxy. Es monitoreado remotamente vía Web a través de conexiones SSH. Se espera próximamente encriptar las celdas WIFI para un mejor funcionamiento de la red

Switch Cisco Catalyst 2950: Completamente operativo, funcional e integrado con los requerimientos que la red necesita. Tiene 3 VLANs configuradas.

Servidor VoIP TrixBox: Operativo. Tiene una de las IPs públicas disponibles y al no estar detrás del Firewall, cuenta con reglas propias de filtrado de puertos. Tiene extensiones disponibles para ser asignadas desde la 301 a la 399

Servidor de Correo: Tiene el sistema operativo instalado, además del suite zimbra, que soporta el servicio de mensajería tipo e-mail. No está operativo.

Servidor SkyPilot: Completamente operativo con la versión 1.6.2 del software SkyEMS sobre CentOS 5.

Los demás dispositivos del rack (switch KVM, monitor, teclado, mouse, patch panel, etc.) están todos operativos.

5.2.- Gestión de la RIR Molina/Río Claro.

La gestión general de la red Molina - Río Claro, es de responsabilidad del IER y la gestión técnica de la red a nivel local, está a cargo de un profesional que ha prestado diferentes servicios en la instalación de la red, el señor Waldo Guerra entregando además servicios específicos al liceo técnico Gonzalo Correa Ugarte, por sus capacidades técnicas, ha ido adquiriendo los conocimientos para operar localmente la red, recibiendo en forma constante asistencia técnica en línea o presencial del equipo profesional de UVM/CTAC.

La interacción habitual entre los ingenieros asignados por los proveedores de los equipos, los profesionales de CTAC y el administrador técnico de la red, ha permitido dar solución a nuevas necesidades y resolver los problemas que surgen en la operación. Localmente en el transcurso del proyecto se ha capacitado instaladores de puntos medios y de bajada de la red, lo cual asegura la ejecución de nuevas conexiones usando los equipos asignados a la red.

La estrecha relación de trabajo establecida con los señores Andulfo López y Waldo Guerra, ha permitido acortar los tiempos de ejecución de esta red. La excelente disposición de los equipos técnicos del nivel central del IER han sido otra variable importante para el avance logrado.

5.3.-Resultados y recomendaciones.

Mediante el desarrollo de la RIR Molina - Río Claro, se logra una INTRANET que dará conectividad a las siguientes localidades.

Comuna de Molina: Pichingal, Buena Paz, San Jorge de Romeral, Buena Fe, Bajo Los Romero, Tres Esquinas y Buena Unión.

Comuna de Río Claro: Porvenir, Odessa, San Gerardo, Los Robles, Santa Rosa, Bajo Las Mercedes, La Palmilla, Los Aromos, Santa Marta y Peñaflor.

A la fecha de este informe la red tiene alrededor de 90 computadores conectados, este número crecerá significativamente en la medida que se avance en la instalación de los equipos de bajada de la red. Se proyecta que a mayo de 2010 en la red operen unos 350 computadores dando conexión a 13 escuelas rurales, 11 APR y 20 grupos de productores.

La RIR Valle Molina - Río Claro, esta habilitada en la actualidad para prestar servicios de acceso controlado a Internet y telefonía local de VoIP, generándose así un canal de comunicación entre el Liceo Gonzalo Correa Ugarte, las escuelas rurales básicas y las familias que habitan en las diversas localidades.

Se estima que esta red, por su relación directa con el Instituto de Educación Rural, tiene todas las condiciones para incorporar contenidos educativos de beneficio directo para los alumnos del IER y sus familias. Estos servicios puestos en un portal de base local, se pueden complementar con acciones de extensión dirigida a unas 350 empresas agrícolas familiares del área, especialmente en la gestión de cultivos de innovación, tema que ha sido conversado con algunos productores.

Seria recomendable que vía un portal local se entregase información agro climática confiable y de base local conjuntamente con otros servicios de utilidad para los pequeños productores.

VI Aspecto de interés

1.- Equipos de radio

Con el fin de dar una mirada comprensiva de la dotación de equipos, en las cinco redes inalámbricas construidas, se entrega a continuación un detalle de los equipos de radio (antenas) entregados a cada red y los reservados para la unidad de soporte de todas las redes.

RIR PETORCA. En esta red quedo instalado el 100% los equipos de radio correspondientes al backbone, un 68% de los equipos de la red media y un 41% de los equipos de conexión final. Esta distribución de equipos permite por una parte la extensión de la red media y un poblamiento progresivo de puntos de bajada. Asegurando por otra parte una reserva de equipos para resolver posible fallos

Equipos de Radio	RIR Valle Petorca		
	Instalados	Reserva	Entregados
NanoStation2	12	28	40
SkyAccess Dual	13	6	19
ATAs	17	13	30
SkyConnector	2	1	3
SkyConnector Mini	0	0	0
SkyConnector Pro	0	0	0
SkyExtender	5	0	5
SkyExtender Dual	0	0	0
SkyGateway	0	0	0
SkyGateway Dual	1	0	1
SkyGateway Tri	0	0	0
SkyExtender Tri	0	0	0

RIR Catemu/Panquehue. En esta red además de los equipos de radio con transmisión punto a punto, quedo instalado, el 100% los equipos de radio correspondientes al backbone, un 63% de los equipos de la red media y un 58 % de los equipos de conexión final. Esta distribución de equipos permite por una parte la extensión de la red media y un poblamiento progresivo de puntos de bajada. Asegurando por otra parte una reserva de equipos para resolver posible fallos

Equipos de Radio	RIR Valle Panquehue		
	Instalados	Reserva	Entregados
NanoStation2	35	25	60
SkyAccess Dual	12	7	19
ATAs	0	0	0
SkyConnector	0	0	0
SkyConnector Mini	1	0	1
SkyConnector Pro	0	0	0
SkyExtender	2	0	2
SkyExtender Dual	1	0	1
SkyGateway	1	0	1
SkyGateway Dual	0	0	0
SkyGateway Tri	0	0	0
SkyExtender Tri	1	0	1

RIR Peumo. En esta red quedo instalado, el 100% los equipos de radio correspondientes al backbone; un 55% de los equipos de la red media y un 53 % de los equipos de conexión final. Esta distribución de equipos guarda relación con los requerimientos generados por la extensión de la red a Santa Amelia, permitiendo además un poblamiento progresivo de puntos de bajada. Asegurando por otra parte una reserva de equipos para resolver posible fallos.

Equipos de Radio	RIR Valle Cachapoal		
	Instalados	Reserva	Entregados
NanoStation2	73	57	130
SkyAccess Dual	14	11	25
ATAs	3	9	12
SkyConnector	2	2	4
SkyConnector Mini	0	0	0
SkyConnector Pro	0	0	0
SkyExtender	4	0	4
SkyExtender Dual	1	0	1
SkyGateway	1	0	1
SkyGateway Dual	0	0	0
SkyGateway Tri	0	0	0
SkyExtender Tri	0	0	0

RIR Nancagua/Placilla. En esta red quedo instalado, el 100% los equipos de radio correspondientes ala red troncal, un 61% de los equipos de la red media y un 26 % de los equipos de conexión final, esperándose alcanzar el 55% de las bajadas a abril de 2010. Esta distribución de equipos permite por una parte la extensión de la red media y un poblamiento progresivo de puntos de bajada. Asegurando por otra parte una reserva de equipos para resolver posible fallos.

Equipos de Radio	RIR Valle Nancagua/Placilla		
	Instalados	Reserva	Entregados
NanoStation2	30	70	100
SkyAccess Dual	14	9	23
ATAs	1	19	20
SkyConnector	0	3	3
SkyConnector Mini	0	0	0
SkyConnector Pro	0	0	0
SkyExtender	2	0	2
SkyExtender Dual	2	0	2
SkyGateway	0	0	0
SkyGateway Dual	1	0	1
SkyGateway Tri	0	0	0
SkyExtender Tri	0	0	0

RIR Molina/Río Claro. Esta red fue la última en implementarse, razón por la cual se observa una mayor cantidad de equipos de la red media e inferior que no han sido instalados. Quedo instalado, el 100% los equipos de radio correspondientes ala red troncal, un 30% de los equipos de la red media y un 12 % de los equipos de conexión final. Esperándose alcanzar el 61% de las instalaciones del nivel medio y un 50% de las bajadas a abril de 2010. Esta distribución de equipos permite por una parte la extensión de la red media y un poblamiento progresivo de puntos de bajada. Asegurando por otra parte una reserva de equipos para resolver posible fallos.

Equipos de Radio	RIR Valle Molina/ Río Claro		
	Instalados	Reserva	Entregados
NanoStation2	9	51	60
SkyAccess Dual	7	11	18
ATAs	1	24	25
SkyConnector	0	0	0
SkyConnector Mini	0	5	5
SkyConnector Pro	1	0	1
SkyExtender	1	0	1
SkyExtender Dual	1	0	1
SkyGateway	0	0	0
SkyGateway Dual	0	0	0
SkyGateway Tri	1	0	1
SkyExtender Tri	2	0	2

Balance general de equipos entregados a las redes. En cuadro siguiente, se presenta un resumen de los equipos entregados según su nivel operativo dentro de las redes (troncal, medio e inferior).

Nivel Red	Tipo de Equipo	Total Redes		
		Instalados	Reserva	Entregados
Nivel superior	Sky Extender	14	0	14
	Sky Extender Dual	5	0	5
	Sky Gateway	2	0	2
	Sky Gateway Dual	2	0	2
	Sky Gateway Tri	1	0	1
	Sky Extender Tri	3	0	3
Nivel Medio - Inferior	Sky Access Dual	60	44	104
	Sky Connector	4	6	10
	Sky Connector Mini	1	5	6
	Sky Connector Pro	1	0	1
	Nano Station2	159	231	390
	ATAs	22	65	87
	Total Nivel superior	27	0	27
	% Nivel superior	100	0	100
	Total Nivel medio	66	55	121
	% Nivel medio	55	45	100
	Total Nivel inferior	181	296	477
	% Nivel inferior	38	62	100

Unidad de Soporte. De los equipos adquiridos, se reservo una cierta dotación básica para ser mantenida a nivel central, con la finalidad de asegurar requerimientos específicos de las redes, especialmente en los backbone. La dotación de equipos reservados, se entrega en el cuadro siguiente.

Equipos de Radio	Unidad de Soporte
NanoStation2	110
SkyAccess Dual	16
ATAs	13
SkyConnector	0
SkyConnector Mini	14
SkyConnector Pro	4
SkyExtender	0
SkyExtender Dual	1
SkyGateway	0
SkyGateway Dual	0
SkyGateway Tri	0
SkyExtender Tri	4

2.- Datacenter

Los Datacenter, son el resultado de la integración de equipos y software, configurando una unidad de comando central en cada una de las redes ejecutadas. En el cuadro siguiente, se entrega un detalle de los principales servicios implementados.

DataCenter	Petorca	Panquehue/Cat	Peumo	Nancagua/Pla	Molina/R.Claro	Uni soporte
Rack	1	1	1	1	1	1
Monitor, teclado y mouse	1	1	1	1	1	1
Switch KVM	1	1	1	1	1	1
Patch Panel	1	1	1	1	1	0
Switch Cisco 2950/24	1	1	1	1	1	0
Firewall	1	1	1	1	1	1
TrixBOS	1	1	1	1	1	1
Mail/Web	1	0	1	1	0	1
SkyEMS	1	1	1	1	1	1
Servidor de Aplicaciones	0	0	1	0	0	0
Servidor de Respaldo	0	0	0	0	0	1
UPS	1	0	2	2	2	1

3.- Infraestructura de Torres

Las torres metálicas y sus complementos de instalación, son determinantes para un adecuado funcionamiento de las redes troncales, teniendo alto impacto en los resultados alcanzados, su emplazamiento y adecuada instalación. En el siguiente cuadro, se entrega un detalle del número y metros lineales de torres de cada red correspondiente al nivel troncal.

Torres Instaladas	Cantidad	Metros Lineales
RIR Petorca	6	105
RIR Panquehue/Catemu	5	150
RIR Peumo	6	159
RIR Nancagua/Placilla	5	135
RIR Molina/Río Claro	5	168
Total	27	717

Es necesario indicar, que además de la infraestructura antes señalada, se implementaron 66 instalaciones para situar los equipos de radio que configuran el nivel medio de las redes implicando una significativa movilización de recursos y capacidades técnicas.

VII. Conclusión y reflexión en torno a lo realizado.

De la ejecución del proyecto, es posible definir las siguientes conclusiones y recomendaciones generales, teniendo en cuenta, que en la descripción de lo realizado en cada red, se entregaron conclusiones particulares.

Conclusión:

- Los requerimientos de la población rural, de incorporarse a la cultura digital de redes se expresan progresivamente en la medida que se produce una cercanía entre el usuario final y los sistemas de infocomunicaciones. Para lo cual es necesario remover las barreras del acceso a las redes (existencia del servicio, costos, calidad).
- Superada la barrera de acceso, las demandas se encausan por la habilitación de capacidades para el uso ampliado de los equipos y programas. Siendo el segmento mas joven de la población el que rápidamente adquiere habitualidad en el uso de las redes.
- Las demandas por contenidos se expresa en la medida que el uso de las redes se incrementa y que la utilidad de dichos contenidos y tengan aplicación en el que hacer cotidiano de las personas.
- La convergencia en el mundo rural de adecuados acceso a las redes, con capacidades de los usuarios para interactuar en ellas y la existencia de contenido y programas de utilidad, genera un círculo virtuoso que abre caminos para el desarrollo de una cultura digital en la ruralidad.
- Las redes inalámbricas de ámbito local, son una solución probada para abrir camino a la generación de la convergencia antes indicada, a condición que los usuarios finales sean actores relevantes en el desarrollo de las mismas, generándose iniciativas y emprendimientos que complementen la utilidad de las redes.
- La integración de tecnologías de comunicación e información disponible, permite poblar las redes con servicios de alto impacto tales como VoIP local, sensores locales de clima, portal temático de cada red con servicios de información local, acceso guiado a información de precios y mercados de productos, consultaría en línea de servicios públicos y privados.
- La ejecución del presente proyecto ha demostrado que las redes rurales de comunicación inalámbrica son emprendimientos necesarios y posibles, existiendo a nivel agregado la tecnología y las capacidades profesionales y a nivel local recurso humanos calificados y capacidades institucionales para dar continuidad a las redes.

Reflexión:

Para abordar el desarrollo de nuevas capacidades e instrumentos tecnológicos en el mundo rural, es necesario generar puentes y relaciones funcionales, tendientes a resolver los problemas que surgen de la integración de cuatro ámbitos estratégicos concurrentes: i) Las empresas de diferentes tamaños que crean valor en los procesos productivos, a través de la innovación. ii) Los centros de investigación e innovación que generan nuevos conocimientos claves para el desarrollo. iii) El capital humano y social que integran la ruralidad, tanto desde la perspectiva laboral como empresarial, requiriendo de nuevos conocimientos y habilidades para permanecer en el sector. iv) Las políticas públicas y recursos orientados a la generación de bienes públicos, nuevas regiones productivas e infraestructura tecnológica.

En este contexto, la profundización en el uso de tecnologías de información y comunicación, se convierte en un elemento transversal, con fuerte impacto en todos los procesos vinculados a la integración vertical y horizontal de las empresas, su relación con los mercados, los servicios públicos y su integración con las universidades y centros de extensión. El desarrollo de nuevas capacidades y la gestión de nuevos conocimientos, son ámbitos donde las TIC acompañadas de una cultura digital ampliada, también resultan relevantes.

Existe consenso en señalar que la generación de bienes públicos, en este caso TIC, mediante el apoyo del Estado es un excelente multiplicador de las inversiones privadas especialmente las referidas a innovación; generándose externalidades positivas que mejoran el entorno donde las empresas se desarrollan.

La innovación empresarial, sin importar el tamaño o la función de la empresa dentro de un eslabonamiento productivo, en lo principal, se orienta a la creación de valor en torno a procesos y productos para lo cual se requiere capturar, almacenar, procesar y difundir todo tipo de información, teniendo acceso en línea a la misma para realizar una gestión eficiente de los recursos disponibles.

La dinámica de los procesos productivos de base biológica, esta fuertemente condicionada por normas internacionales de alta exigencia y requerimientos cambiantes en la preferencia de los consumidores en los mercados destino; planteando, un fuerte requerimiento de desarrollo y uso de plataformas de información complejas e integradas, por medio de las cuales, se pueda lograr una adecuada alineación con los mercados, un manejo eficiente de los costos de producción y acciones continuas de innovación y cambios.

En síntesis disponer de tecnologías informáticas y de comunicaciones, conjuntamente con una cultura digital ampliada, son requerimientos ineludibles para avanzar a una nueva etapa de la producción agropecuaria y de la vida rural donde la productividad se alinee con los beneficios económicos y sociales obtenidos por las empresas y personas.



Convenio de colaboración técnica para el diseño e implementación de redes rurales de comunicación inalámbrica (PYT-2008-0270)

Anexo Acuerdos de Cooperación

**Elaborado por el Centro Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad de la
Universidad de Viña del Mar**



Convenio de colaboración técnica para el diseño e implementación de redes rurales de comunicación inalámbrica

ANEXO DISEÑO REDES

I.- Requerimientos Técnicos Generales de las Redes Inalámbricas rurales

La solución estudiada es una integración de tecnologías, topologías y protocolos, hecho a la medida de los requerimientos. Esto significa que la red debe estar compuesta por más de un nivel de comunicación. Tres para ser más precisos, un nivel superior que sea el troncal de la red, un intermedio que integre la red troncal con alguna tecnología más asequible (como WiFi) y un nivel inferior que sea sólo con tecnología asequible, de manera que para el usuario final sea simple ingresar a la red.

Nivel Superior: A este nivel de red, la banda de frecuencia de trabajo debe ser libre, permitir velocidades superiores a los 20 Mbps, enlaces de hasta 15 kilómetros, ser robusta, funcionar con una topología tipo malla (multipunto a multipunto), poder administrar la red desde un solo punto y ofrecer una calidad de servicio que permita a la red soportar datos de voz e imagen.

Nivel Medio Estos equipos son los encargados de que los equipos de usuario puedan interactuar con la red troncal. Básicamente son puntos de acceso a la red troncal. Tienen que ser compatibles con la tecnología seleccionada para la red troncal SkyPilot. Estos puntos de acceso iluminarán sectores específicos (*hot spots*), y deben estar en zonas de cobertura de la red de nivel superior. Para iluminar los sectores específicos los equipos deben utilizar el protocolo WiFi. Además los equipos deben estar diseñados para desempeñarse en ambientes abiertos, de manera de soportar distintas condiciones climáticas.

Nivel Inferior Para que la red de acceso domiciliar sea de bajo costo y de amplia distribución en el mercado, se opta por la tecnología WiFi a 2,45 GHz. Los equipos en este nivel pueden ser el mismo computador del usuario con una tarjeta inalámbrica estándar, siempre y cuando se encuentre a una distancia donde la señal de la WiFi sea aceptable (superior a -80 dBm). De no ser así se deberá instalar un *Access Point* que tenga la funcionalidad de trabajar en modo cliente y una antena direccional, ya que los dispositivos de conexión Wi-Fi internos de los *notebooks* no permiten conectar una antena externa, (ver figura 4). Normalmente la solución de mercado más aceptable es la de una antena tipo panel con una ganancia de 12 dB.

Date Center La red debe ser una plataforma de servicios, por ello no sólo puede estar conformados por equipos de comunicación, debe haber también un ente central que provea y regule los servicios, además de monitorear el estado de la red. Este “cerebro” será un DataCenter

El datacenter es el conjunto de dispositivos de red que se encargan de enrutar los paquetes de entrada y salida de la red específica en la que se encuentran albergados. Es algo así como la puerta de entrada y salida de dicha red, y procesa mediante distintos equipos toda la información que pasa a través de él.

Es un elemento vital para cualquier red de datos que no sea del tipo personal o familiar, sino que está orientado a redes del tipo profesional o de gran alcance.

Los dispositivos de red que componen un DataCenter (DC) pueden ser variados, pero siempre pueden notarse algunos elementos característicos.

Firewall: Es el corazón del datacenter, pues es el encargado de dar conexión a Internet a todos los dispositivos de red (servidores, Pc's, teléfonos IP, etc). Además realiza el control de tráfico mediante la aplicación de reglas de filtrado que permiten o deniegan las conexiones en uno u otro sentido. Puede contener otras funcionalidades como un Proxy, para optimizar recursos de red limitados como el ancho de banda. En el caso típico existe un Firewall por cada datacenter.

Switch: El switch se ocupa de aumentar la capacidad de la red. Esto lo hace mediante la gran cantidad de puertos ethernet que suelen tener (más de 4). Además, a diferencia de un Hub, reducen las colisiones de paquetes aumentando así la eficiencia de la red en la que están alojados. Algunos switches más avanzados tienen otro tipo de funciones, como separación de dominios de broadcast mediante Vlans (una utilidad muy importante y utilizada a nivel de datacenter), protocolos VTP, Spanning Tree, Access Lists para crear reglas, entre otras funcionalidades que dan mayor capacidad de monitorización, versatilidad, y valor al dispositivo mismo y a la red. Como mínimo existirá un switch por datacenter, pero esto dependerá de los requerimientos de los servicios de red a montar. Se puede aumentar la cantidad de switches, o el número de puertos del mismo.

Servidores: Los servidores son equipos especializados en alguna labor de red particular. Existen algunos servidores que alojan páginas web (servidor web), otros que cuentan con servicios de correo (servidor de correo), otros que guardan datos de cuentas particulares para algunas aplicaciones de red (bases de datos), servidores para telefonía IP (PBX o servidor de VoIP), entre otros. En general el servidor dependerá de para qué se lo necesite, y son dispositivos de red que requieren interactuar con otros equipos, ya sean otros servidores o usuarios finales.

Switch KVM, Monitor, Teclado y Mouse: Si bien no aparecen en el diagrama de datacenter mostrado, estas son partes también esenciales de cualquier datacenter. El switch kvm es un pequeño equipo que permite conectar varios computadores (particularmente servidores) a un solo monitor, teclado y Mouse. De esta manera se reduce considerablemente el espacio que se necesita para monitorear los distintos servidores que componen el datacenter.

UPS: Las UPS son máquinas especializadas en la función de mantener equipos electrónicos funcionando cuando hay cortes del suministro de energía eléctrica. La duración de dicha carga dependerá de la potencia total de los equipos conectados a la UPS, lo que en el caso de un datacenter es de 15 minutos aproximadamente. Este tiempo se emplea en guardar los cambios que requieran los equipos y apagarlos adecuadamente evitando desperfectos ocasionados por el corte instantáneo del suministro.

Otras de las labores que desarrolla comúnmente una UPS es la de regular el voltaje del suministro eléctrico, a fin de evitar el daño producido a equipos (generalmente de alto valor comercial) por las fluctuaciones de voltaje en la red de energía eléctrica a la que están conectados. Típicamente hay una UPS en el datacenter, según la potencia que ésta pueda controlar.

Rack: El rack es la estructura física que albergará los distintos tipos de servidores y dispositivos de red del datacenter. El tipo de rack dependerá de la cantidad de equipos que deba albergar dentro de sí. Los hay de distintos tamaños y peso, según la estructura, rigidez, seguridad, y climatización que se requiera proveer a los dispositivos de red dentro del mismo. En la figura puede verse los elementos que van dentro de un rack encerrados por el rectángulo negro.

II.- Red de la comuna de Petorca

1.- Estudio Factibilidad Terreno de la red de Petorca

De manera de ver las dificultades físicas singulares de cada terreno en el cual se desea instalar una red, se realizaron visitas a Petorca, además de estudiar la cartografía del lugar por medio del programa Google Earth.



Ilustración 1: Valle de Petorca

La zona que se quiere cubrir con la red corresponde desde el centro urbano de Petorca hacia el Este cubriendo la zona de Chincolco, El Sobrante y Chalaco. Al observar la imagen, se aprecia que al comienzo del valle (zona urbana Petorca) el área es muy angosta, abriéndose el valle a medida que se avanza

hacia el Este. La estrechez del valle representar una dificultad al momento de diseñar la red, debido a que los cerros limitan la comunicación entre antenas.

El diseño de la red, debido a las dificultades geográficas de la zona, no es fácil, y es necesario que la propuesta de red no sólo cumpla con los requisitos técnicos, sino que además sea capaz de iluminar o cubrir con señal toda la zona deseada.

2.- Propuesta y simulación de cobertura

Con los antecedentes levantados en terreno, se diseñó la red inalámbrica en su fase de preproyecto. Para analizar la cobertura se recurrió al programa RadioMobile¹, que permite establecer la cobertura de los enlaces inalámbricos aplicando el modelo de Longley-Rice sobre un mapa geográfico digitalizado.

La propuesta de red consta de cinco puntos de red en su nivel superior. Un Gateway, que es la puerta de enlace de la red hacia los servicios, y de cuatro Extender que extienden la red a través de la zona que se quiere abarcar.

Tabla 1: Puntos de Red Nivel Superior

Equipo	Nombre	Coordenadas					
		Sur			Oeste		
		°	'	"	°	'	"
Gateway	Radio	32	15	7,7	70	56	0,01
Extender 1	La Chimba	32	14	59	70	55	13
Extender 2	Sede La Polcura	32	14	16	70	52	24
Extender 3	Sede Los Comunes	32	12	38	70	51	2
Extender 4	Observatorio	32	12	55,5	70	49	13,7

La simulación de la red propuesta se puede apreciar en la siguiente figura:

¹ Programa de distribución libre de simulación de redes inalámbricas
(<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>)

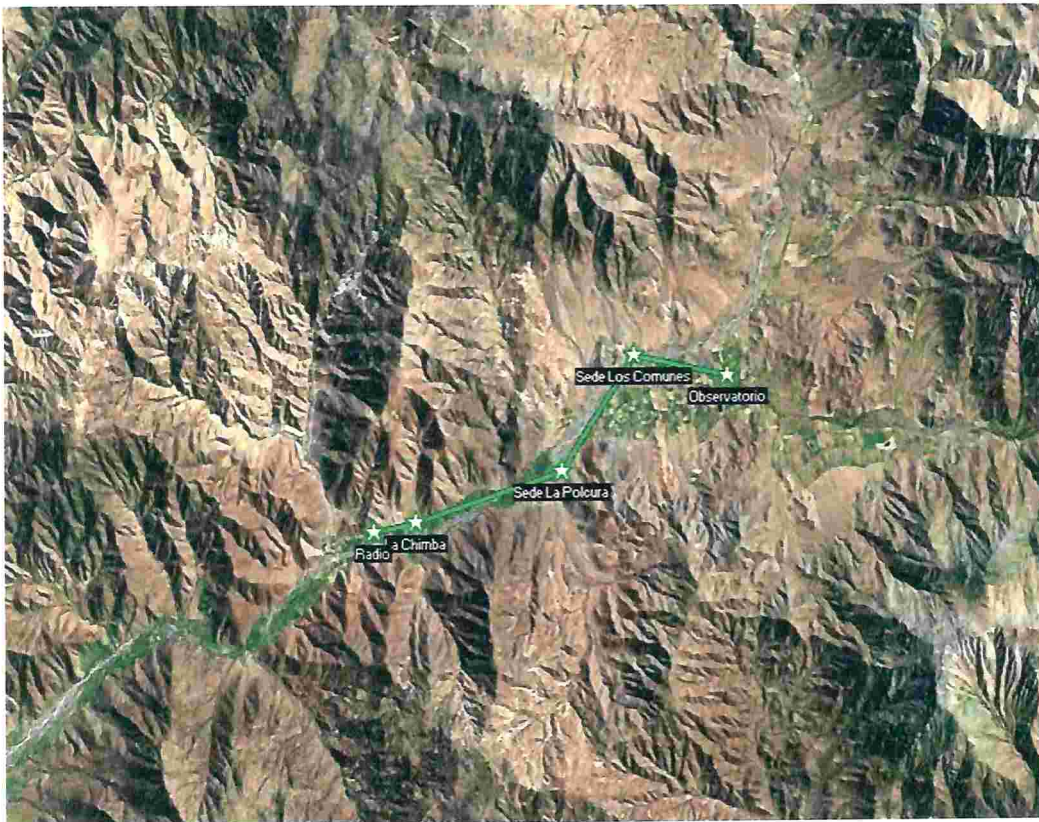


Ilustración 2: Mapa localización red troncal Petorca

Las líneas verdes indican los enlaces exitosos. Con esta configuración de red todos los puntos poseen conectividad. Un punto a destacar, es que debido a la topología del terreno, sólo es posible que cada punto de red tenga un solo camino hacia el Gateway, esto le da menos robustez a la red, debido a que si algún Extender cae, puede botar a otro con él.

Otro punto a considerar es la distancia de los enlaces, los equipos usados soportan enlaces de hasta 13 kilómetros, al observar la siguiente tabla, se aprecia que ninguno de los enlaces supera esta distancia.

Tabla 2: Distancia Enlaces Petorca

Antena	Antena	Distancia (km)
Municipalidad	La Chimba	0,98
La Chimba	La Polcura	4,61
La Polcura	Los Comunes	3,71
Los Comunes	Observatorio	2,88

Para ver la cobertura en 5.8 GHz, se realizaron los mapas radioeléctricos de cada uno de los puntos de red.

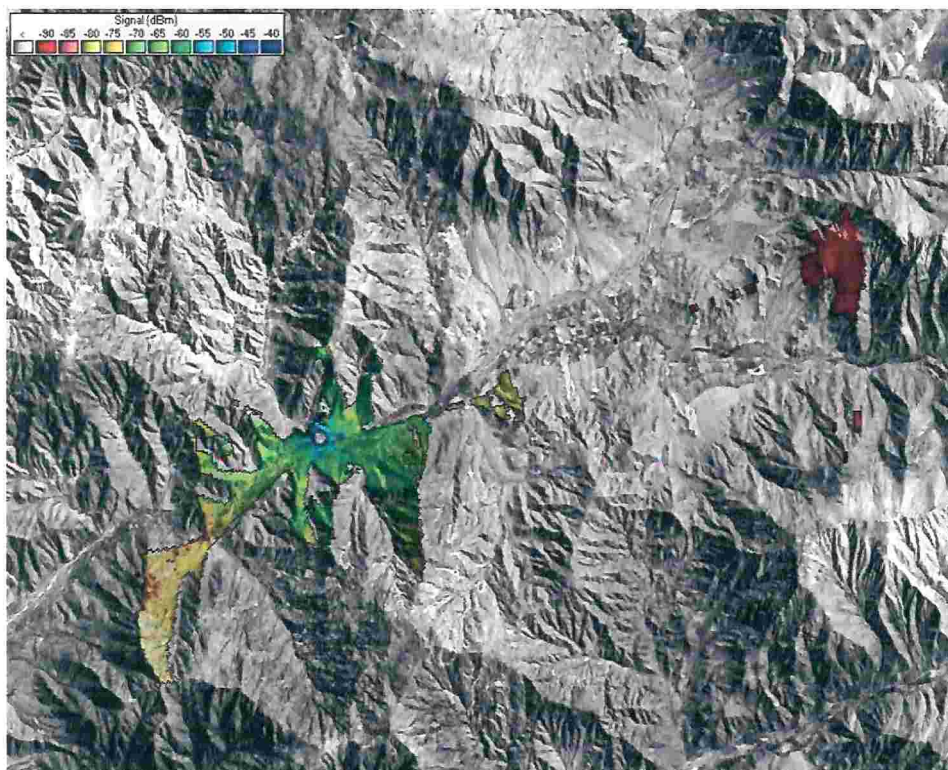


Ilustración 1: Mapa Radioeléctrico Gateway Radio Petorca

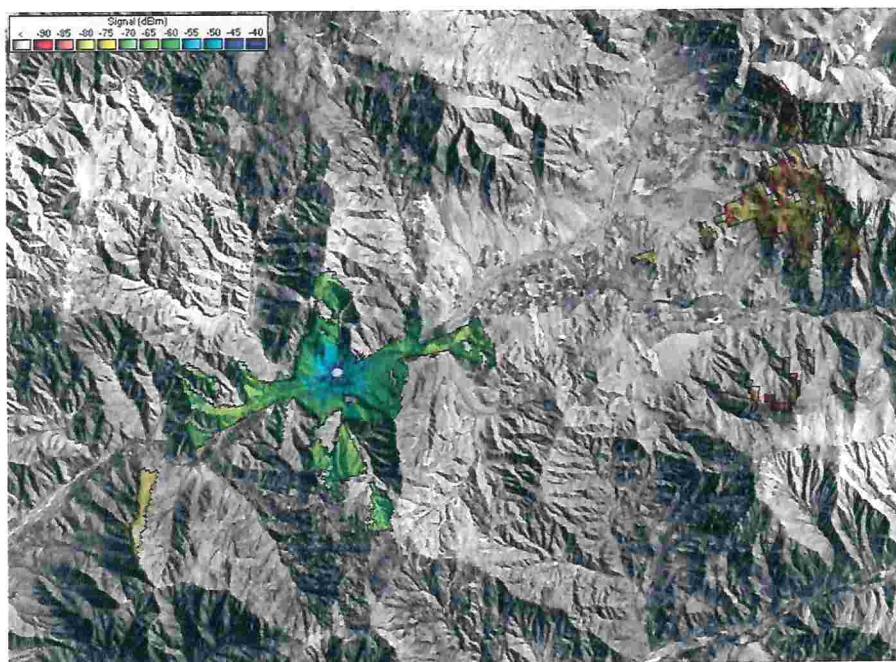


Ilustración 2: Mapa Radioeléctrico Extender La Chimba

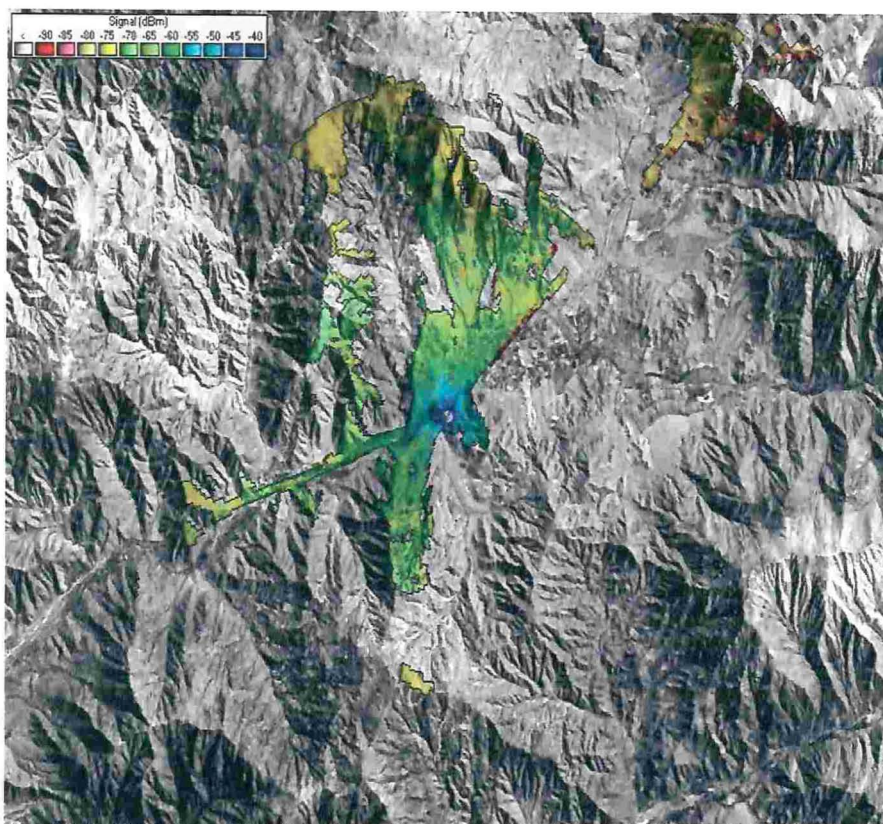


Ilustración 3: Mapa Radioeléctrico Extender Sede La Polcura

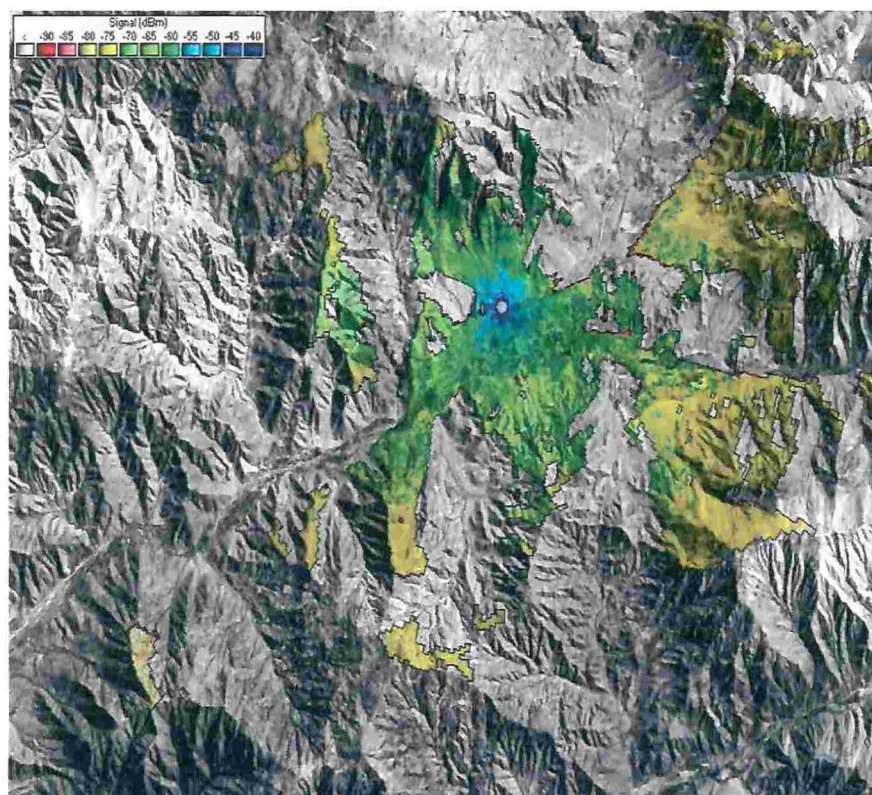


Ilustración 4: Mapa Radioeléctrico Sede Los Comunes

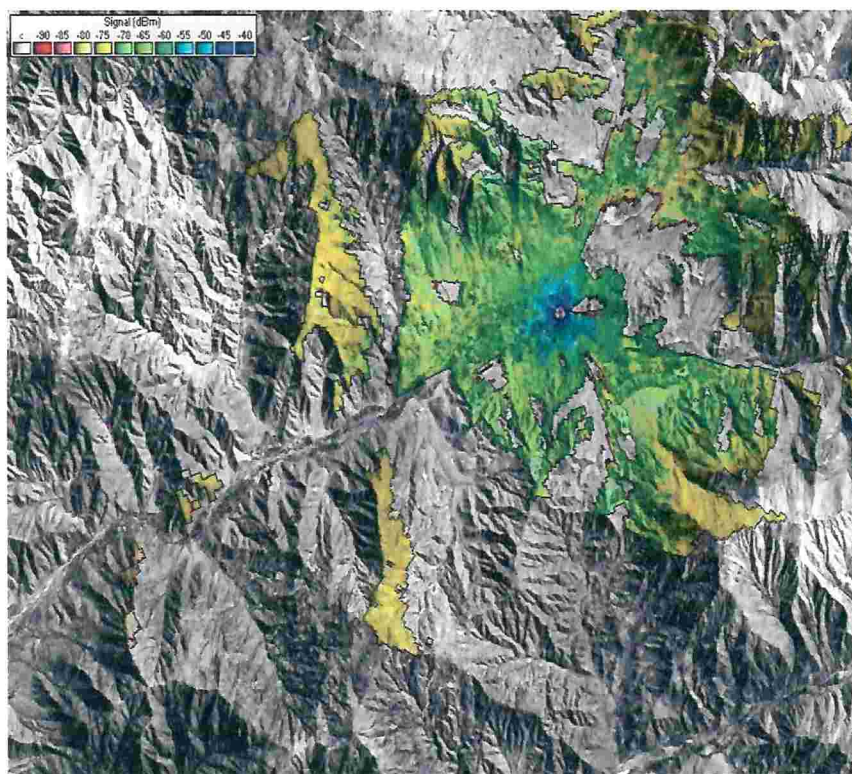


Ilustración 5: Mapa Radioeléctrico Extender Observatorio

Como se aprecia en las ilustraciones anteriores la totalidad del valle que se quiere iluminar queda con un nivel de señal de a lo menos -75 dBm (color amarillo) lo que asegura un nivel de conectividad como mínimo más que aceptables. Zonas con valores mayores de intensidad de señal de -85 dBm (color rojo) hay que evitar porque significa nivel de señal bajo lo aceptado para una buena comunicación.

Todas las simulaciones fueron hechas tomando como altura desde el suelo en cada uno de los puntos los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3: Altura Antenas

Antena	Altura (m)
Radio	30
La Chimba	21
La Polcura	18
Los Comunes	18
Observatorio	9

III.- Red de la comuna de Panquehue

1.- Estudio Factibilidad Terreno de la red de Panquehue

De manera de ver las dificultades físicas singulares de cada terreno en el cual se desea instalar una red, se realizaron visitas a Panquehue, además de estudiar la cartografía del lugar por medio del programa Google Earth.

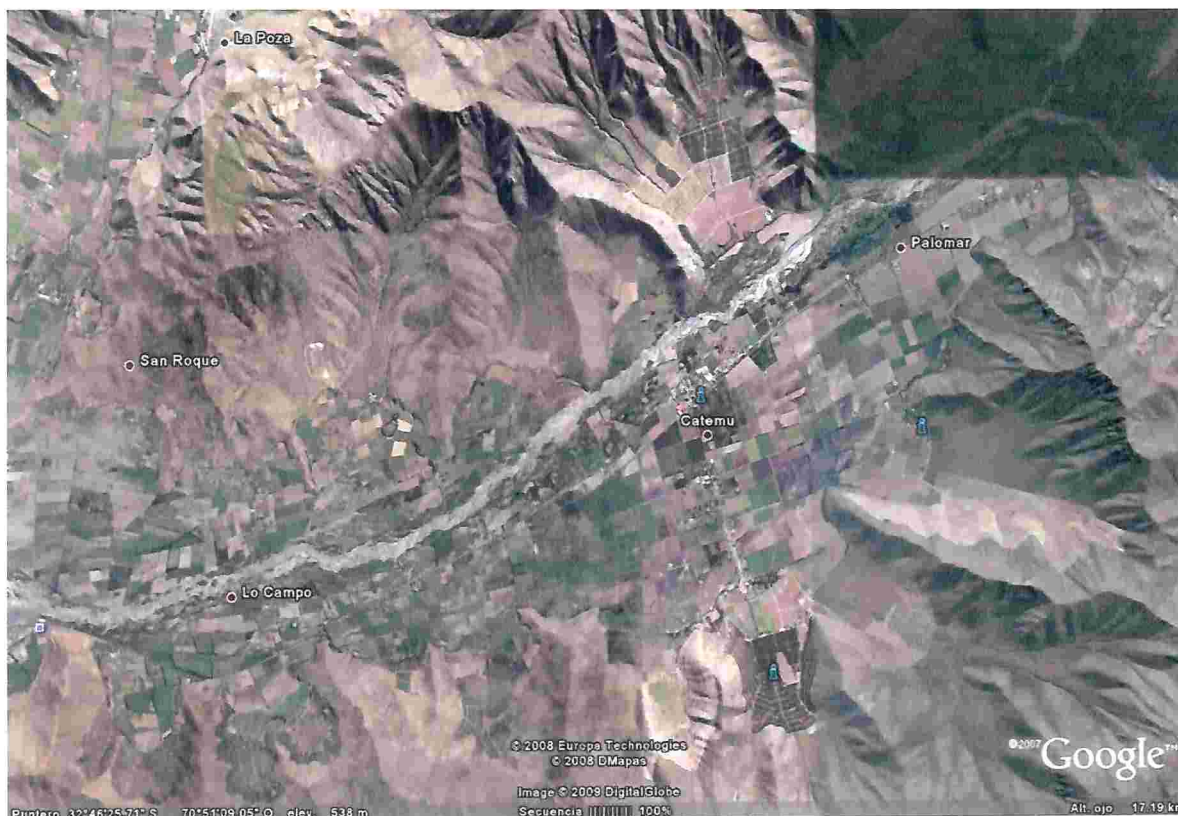


Ilustración 6: Panquehue

La zona que se quiere cubrir con la red corresponde principalmente a la comuna de Panquehue.

Debido a la cercanía a Catemu, en donde ya existe una red, la red a diseñar en esta comuna, se va a plantear como un mejoramiento y expansión de la existente en Catemu.

El diseño de la red, es necesario que cumpla con los requisitos técnicos, y además sea capaz de iluminar o cubrir con señal toda la zona deseada.

2.- Propuesta y simulación de cobertura

Con antecedentes recogidos en campo, se diseñó la red inalámbrica en su fase de preproyecto. Para analizar la cobertura se recurrió al programa RadioMobile, que permite establecer la cobertura de los enlaces inalámbricos aplicando el modelo de Longley-Rice sobre un mapa geográfico digitalizado.

La propuesta de red consta de tres puntos de red en su nivel superior. No se considera un Gateway, porque al ser una expansión de red de la existente en Catemu, el Gateway existente en Catemu realizará la labor, si se considera en esta red un datacenter completo que permita asegurar un adecuado servicio a la red expandida. La expansión en Panquehue contará con tres Extender.

Tabla 4: Puntos Red Nivel Superior

Equipo	Nombre	Coordenadas					
		Sur			Oeste		
		°	'	"	°	'	"
Extender 1	Lo Campo	32	48	6	70	54	24
Extender 2	La Pirca	32	47	0,5	70	51	8,2
Extender 3	Panquehue Centro	32	46	14,4	70	50	3,3

La simulación de la red propuesta se puede apreciar en la siguiente figura, hay que agregar, que los puntos de Catemu son puntos de red que ya se encuentran instalados y funcionando, por lo que se puede asegurar el funcionamiento de estos puntos no sólo por simulación.



Ilustración 7: Simulación Red Catemu - Panquehue

Las líneas verdes indican los enlaces exitosos. Con esta configuración de red todos los puntos poseen conectividad.

Un punto a destacar, es que cada punto de red tiene más de camino hacia el Gateway, esto le agrega robustez a la red, debido a que si algún Extender cae, existen más vías hacia el Gateway.

Otro punto a considerar es la distancia de los enlaces, los equipos usados soportan enlaces de 13 kilómetros, al observar la siguiente tabla, se aprecia que sólo un enlace supera esta distancia, pero no es un inconveniente, porque existen otras vías de comunicación para esos puntos de red, por lo que no sería un enlace a establecerse..

Tabla 5: Distancia enlaces Panquehue/Catemu

Antena	Antena	Distancia (km)
Municipalidad	Cerro Virgen	3,4
Municipalidad	Cerrillos	10,18
Municipalidad	Arrayan	0,52
Municipalidad	San Jose	4,79
Municipalidad	Lo Campo	5,85
Cerro Virgen	Ñilhue	4,91
Ñilhue	Cerrillos	3,21
Arrayan	San Jose	4,35
Arrayan	Lo Campo	5,35
San Jose	Lo Campo	1,66
San Jose	La Pirca	5,5
Lo Campo	La Pirca	5,31
La Pirca	Panquehue Centro	2,6

Para ver la cobertura en 5.8 GHz, se realizaron los mapas radioeléctricos de cada uno de los puntos de red en Pamquehue.

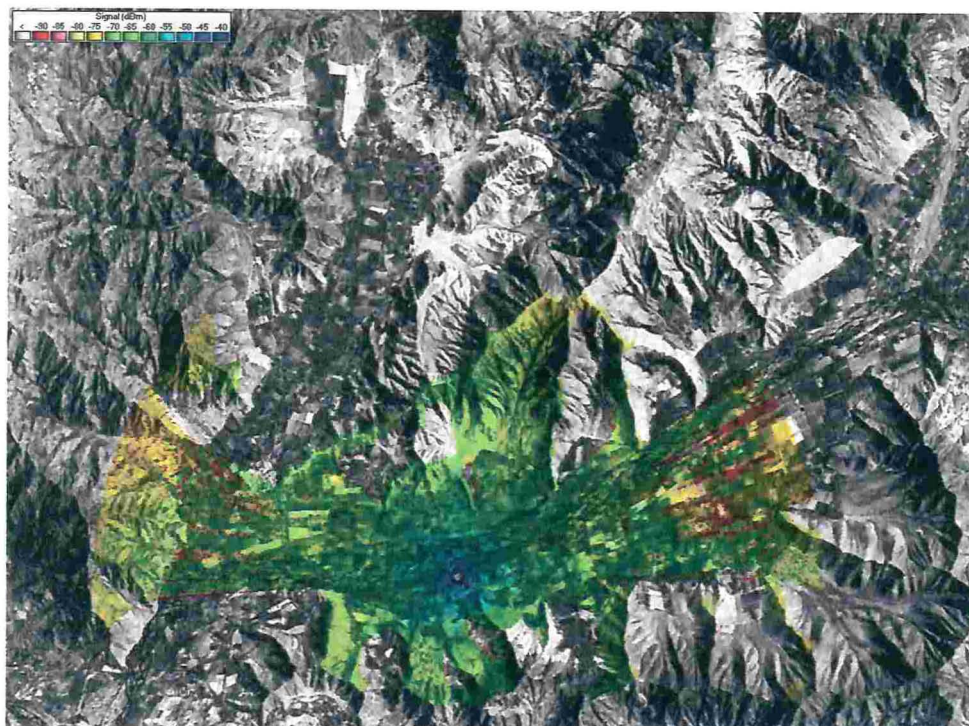


Ilustración 8: Mapa Radioeléctrico Extender Lo Campo

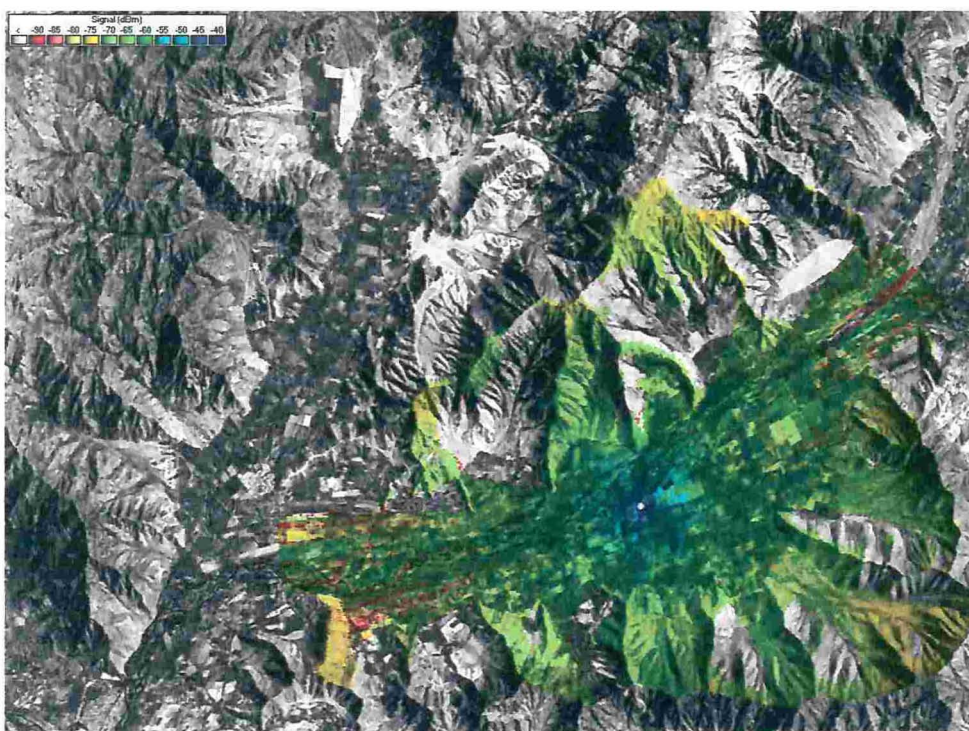


Ilustración 9: Mapa Radioeléctrico Extender La Pirca

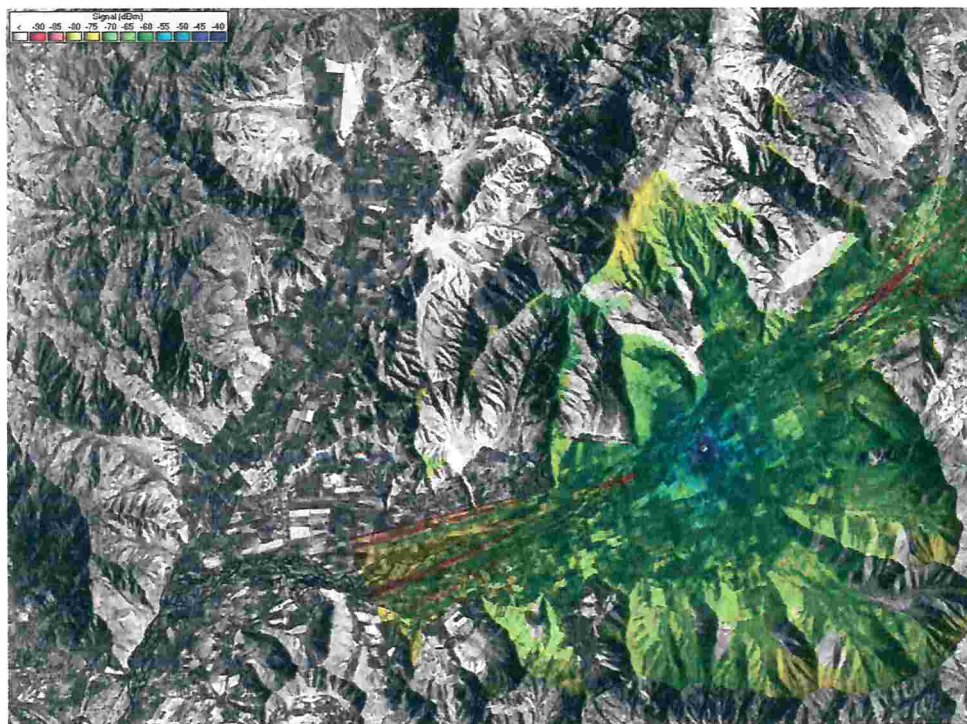


Ilustración 10: Mapa Radioeléctrico Extender Panquehue Centro

Como se aprecia en las ilustraciones anteriores la totalidad del valle que se quiere iluminar queda con un nivel de señal de a lo menos -75 dBm (color amarillo) lo que asegura un nivel de conectividad como mínimo más que aceptables. Zonas con valores mayores de intensidad de señal de -85 dBm (color rojo) hay que evitar porque significa nivel de señal bajo lo aceptado para una buena comunicación.

Todas las simulaciones fueron hechas tomando como altura desde el suelo en cada uno de los puntos los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 6: Altura Antenas

Antena	Altura (m)
Lo Campo	23
La Pilca	28
Panquehue	28

IV.- Red de las comunas de Peumo y Pichidegua

1.- Estudio Factibilidad Terreno de la red de Peumo y Pichidegua

De manera de ver las dificultades físicas singulares del terreno en el cual se desea instalar una red, se realizaron visitas a Peumo, Pichidegua, Patagua Cerro, San Roberto y Santa Amelia además de estudiar la cartografía del lugar por medio del programa Google Earth y otros instrumentos de MAP Server.



Ilustración 11: Peumo - Pichidegua

La zona que se quiere cubrir con la red corresponde principalmente a las comunas de Peumo y Pichidegua, en el valle del Cachapoal. En específico los sectores de operación de los mas de 250 pequeños productores asociados a COOPEUMO

El valle tiene un ancho aproximado de seis kilómetros, además de ser plano y no tener grandes obstáculos de visibilidad. La dificultad se presenta para pasar hacia la zona de Santa Amelia y San Roberto, que se ubica a la izquierda de la Ilustración 2.

El diseño de la red debe cumplir con los requisitos técnicos establecidos, y además de ser capaz de iluminar o cubrir con señal toda la zona deseada.

2.- Propuesta y simulación de cobertura

Para analizar la cobertura se recurrió al programa RadioMobile, que permite establecer la cobertura de los enlaces inalámbricos aplicando el modelo de Longley-Rice sobre un mapa geográfico digitalizado.

La propuesta de red consta de cuatro puntos de red en su nivel superior. Un Gateway, que es la puerta de enlace de la red hacia los servicios, y de tres Extender que extienden la red a través de la zona que se quiere abarcar.

Tabla 7: Puntos de Red Nivel Superior

Equipo	Nombre	Coordenadas					
		Sur			Oeste		
		°	'	"	°	'	"
Gateway	Coopeumo	34	23	30,9	71	10	12,3
Extender 1	Viña	34	19	29,8	71	14	45,9
Extender 2	Cerro Antena	34	23	6,1	71	17	44,1
Extender 3	Patagua Cerro	34	18	47,9	71	22	50,9

La simulación de la red propuesta se puede apreciar en la siguiente figura:



Ilustración 1412: Simulación Red Peumo - Pichidegua

Las líneas verdes indican los enlaces exitosos. Con esta configuración de red todos los puntos poseen conectividad. Un punto a destacar, es que cada punto de red tiene más de camino hacia el Gateway, esto le agrega robustez a la red, debido a que si algún Extender cae, existen más vías hacia el Gateway.

Otro punto a considerar es la distancia de los enlaces, los usados soportan enlaces de 13 kilómetros, al observar la siguiente tabla, se aprecia que sólo un enlace supera esta distancia, pero no es un inconveniente, porque existen otras vías de comunicación para esos puntos de red, por lo que no sería un enlace a establecerse..

Tabla 8: Distancia Enlaces Peumo - Pichidegua

Antena	Antena	Distancia (km)
Coopeumo	Viña	10,2
Coopeumo	Patagua Cerro	21,22
Coopeumo	Cerro	11,54
Cerro	Viña	8,08
Cerro	Patagua Cerro	11,15
Viña	Patagua Cerro	12,46

Una vez se realicen las pruebas de campo necesarias en el cerro Bari se podrá definir si es necesario agregar un extender para cubrir San Roberto

Para ver la cobertura en 5.8 GHz, se realizaron los mapas radioeléctricos de cada uno de los puntos de red.

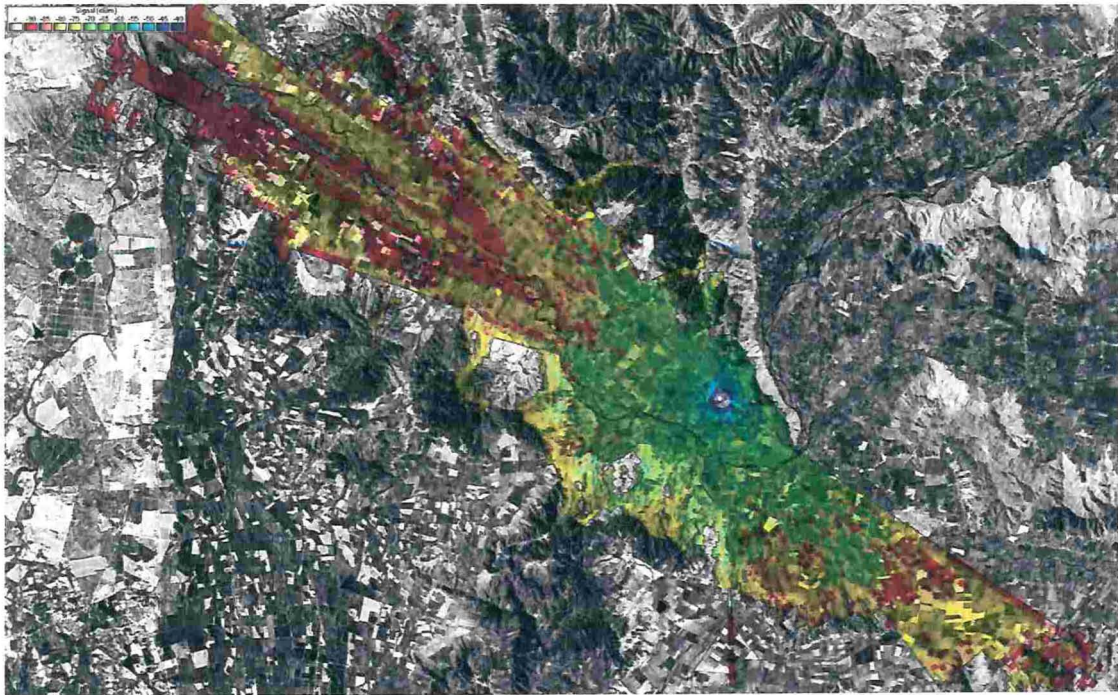


Ilustración 13: Mapa Radioeléctrico Gateway Coopeumo

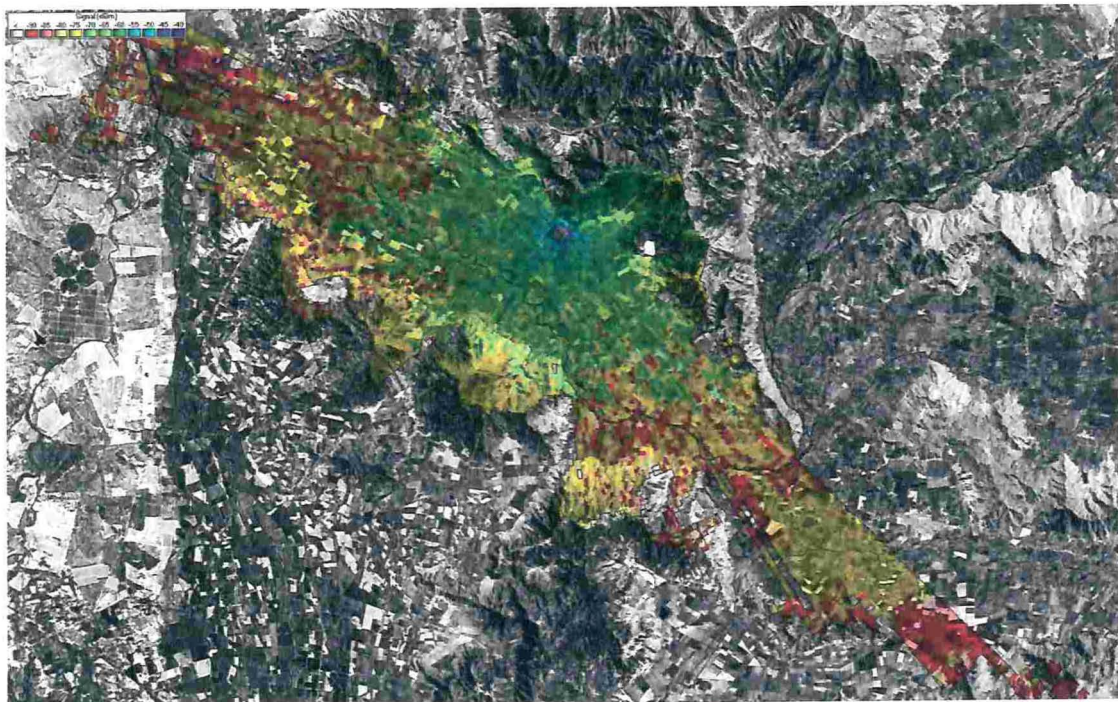


Ilustración 14: Mapa Radioeléctrico Extender Viña

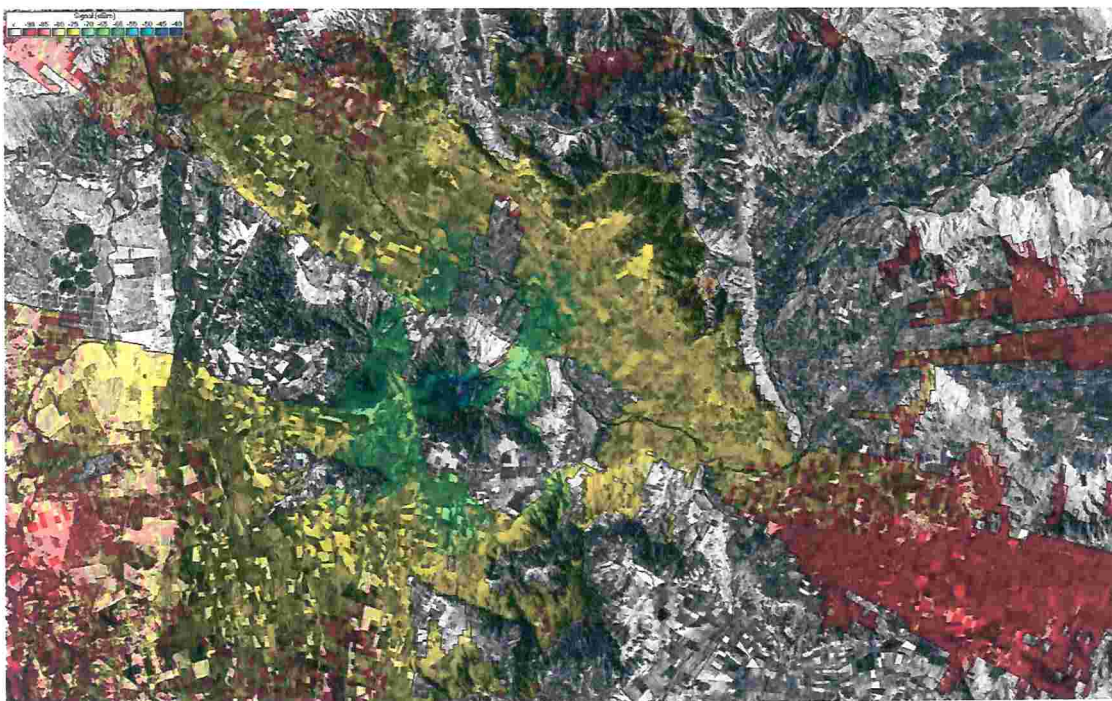


Ilustración 15: Mapa Radioeléctrico Extender Cerro Antena

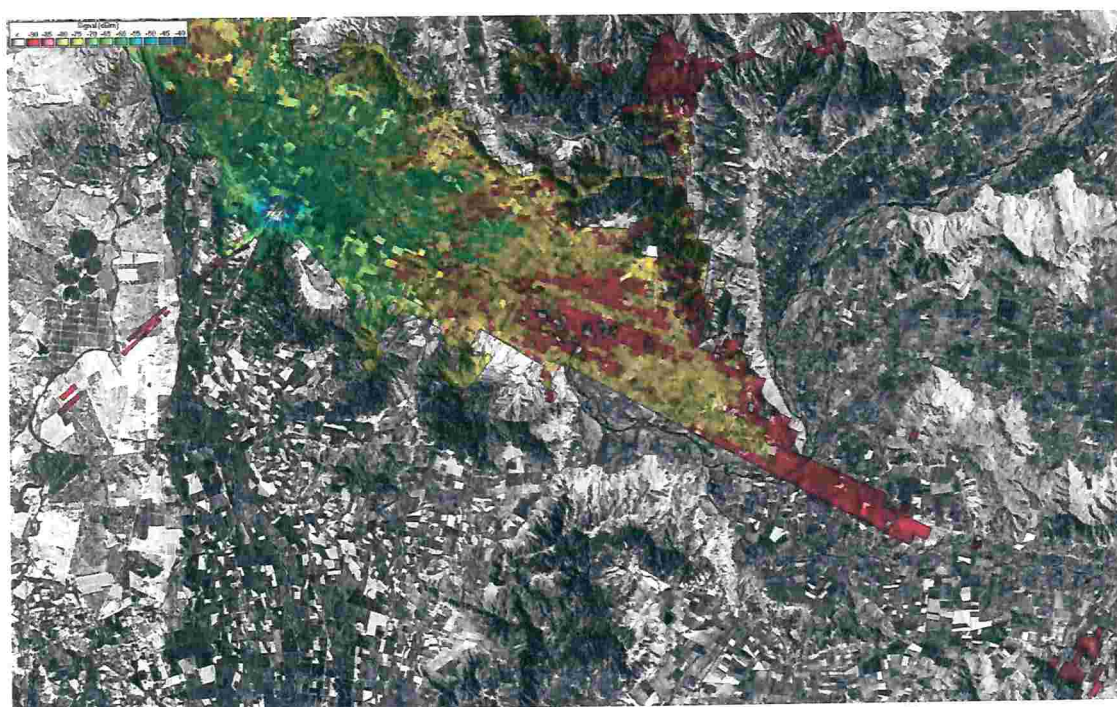


Ilustración 16: Mapa Radioeléctrico Extender Patagua Cerro

Como se aprecia en las ilustraciones anteriores la totalidad del valle que se quiere iluminar queda con un nivel de señal de a lo menos -75 dBm (color amarillo) lo que asegura un nivel de conectividad como mínimo más que aceptables. Zonas con valores mayores de intensidad de señal de -85 dBm

(color rojo) hay que evitar porque significa nivel de señal bajo lo aceptado para una buena comunicación.

Todas las simulaciones fueron hechas tomando como altura desde el suelo en cada uno de los puntos los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 9: Altura Antenas

Antena	Altura (m)
Coopeumo	22
Cerro	20
Viña	21
Patagua cerro	21

V Red de las comunas de Nancagua y Placilla

1.- Estudio Factibilidad Terreno de la red de Nancagua y Placilla

Se realizaron diversas visitas de campo que permitieron reconocer las condiciones de relieve desde Cunaco por el poniente a Placilla por el oriente cubriendo un área superior a los 185 kilómetros cuadrados



Ilustración 17: Valle de Tinguiririca Comunas de Nancagua y Placilla

La zona que se quiere cubrir con la red corresponde principalmente a las comunas de Nancagua y Placilla alcanzando parte de Chépica.

El valle tiene un ancho aproximado de 7 kilómetros, además de ser plano y no tener grandes obstáculos de visibilidad, con excepción de los árboles.

El diseño de la red, es necesario que cumpla con los requisitos técnicos, y además sea capaz de iluminar o cubrir con señal toda la zona deseada

2.- Propuesta y simulación de cobertura

Con los antecedentes geográficos analizados, se diseñó la red inalámbrica en su fase de preproyecto. Para analizar la cobertura se recurrió al programa RadioMobile, que permite establecer la cobertura de los enlaces inalámbricos aplicando el modelo de Longley-Rice sobre un mapa geográfico digitalizado.

La propuesta de red consta de cinco puntos de red en su nivel superior. Un Gateway, que es la puerta de enlace de la red hacia los servicios, y de cuatro Extender que extienden la red a través de la zona que se quiere abarcar.

Tabla 10: Puntos de Red Nivel Superior

Equipo	Nombre	Coordenadas					
		Sur			Oeste		
		°	'	"	°	'	"
Gateway	Municipalidad Nancagua	34	39	6,5	71	12	22,4
Extender 1	Escuela Callejones	34	39	4,1	71	10	9,1
Extender 2	Cunaco	34	39	6,3	71	19	7,7
Extender 3	Placilla	34	38	15,6	71	7	5,2
Extender 4	Las Arañas	34	40	58,6	71	13	49

La simulación de la red propuesta se puede apreciar en la siguiente figura:



Ilustración 18: Simulación Red Rancagua Placilla

Las líneas verdes indican los enlaces exitosos. Con esta configuración de red todos los puntos poseen conectividad.

Es destacable que cada punto de la red tiene más de camino hacia el Gateway, esto le agrega robustez a la red, debido a que si algún Extender cae, existen más vías hacia el Gateway.

Otro punto a considerar es la distancia de los enlaces, los equipos usados soportan enlaces de 13 kilómetros, al observar la siguiente tabla, se aprecia que sólo un enlace supera esta distancia, pero no es un inconveniente, porque existen otras vías de comunicación para esos puntos de red, por lo que no sería un enlace a establecerse..

Tabla 11: Distancia Enlaces Nancagua - Placilla

Antena	Antena	Distancia (km)
Nancagua	Cunaco	7,24
Nancagua	Escuela Callejones	3,39
Nancagua	Placilla	8,22
Nancagua	Las Arañas	7,97
Escuela Callejones	Cunaco	10,63
Escuela Callejones	Placilla	4,91
Escuela Callejones	Las Arañas	10,09
Placilla	Cunaco	15,39
Las Arañas	Cunaco	7,83

Para ver la cobertura en 5.8 GHz, se realizaron los mapas radioeléctricos de cada uno de los puntos de red.

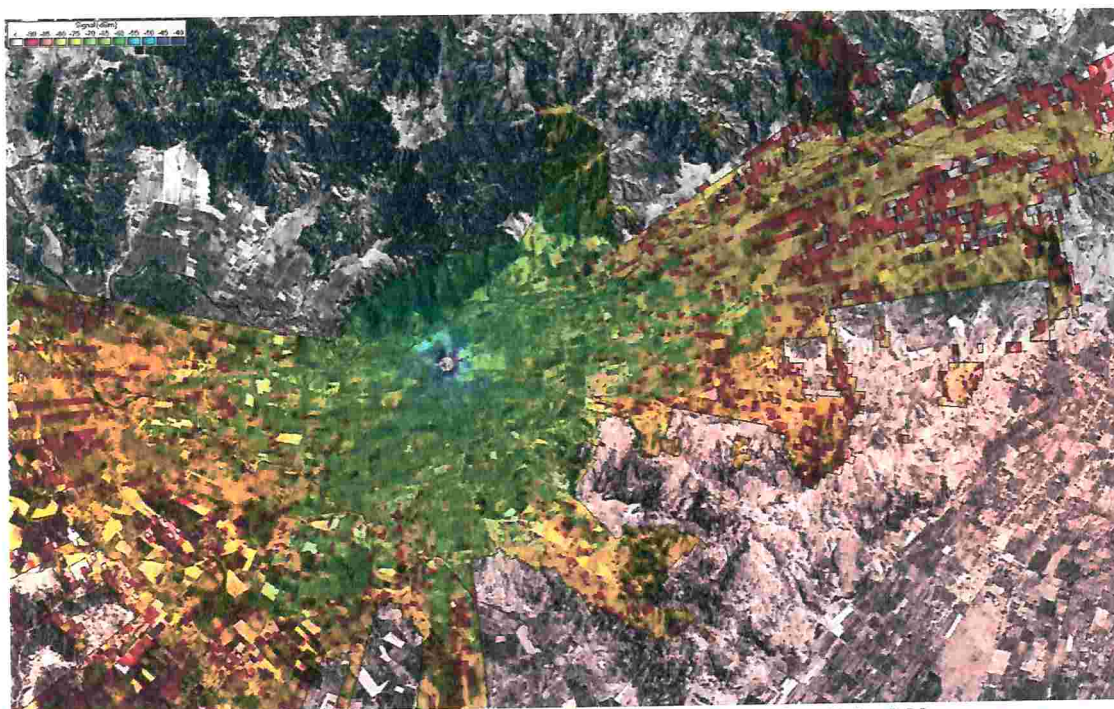


Ilustración 19: Mapa Radioeléctrico Gateway Municipalidad Nancagua

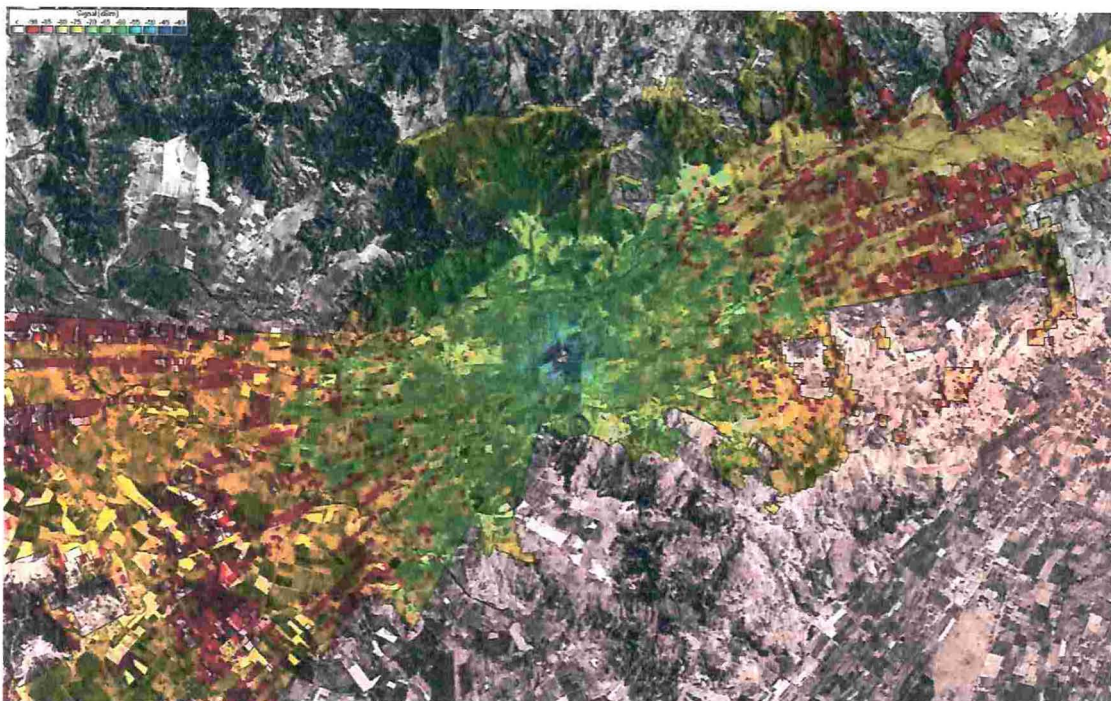


Ilustración 20: Mapa Radioeléctrico Extender Escuela Callejones

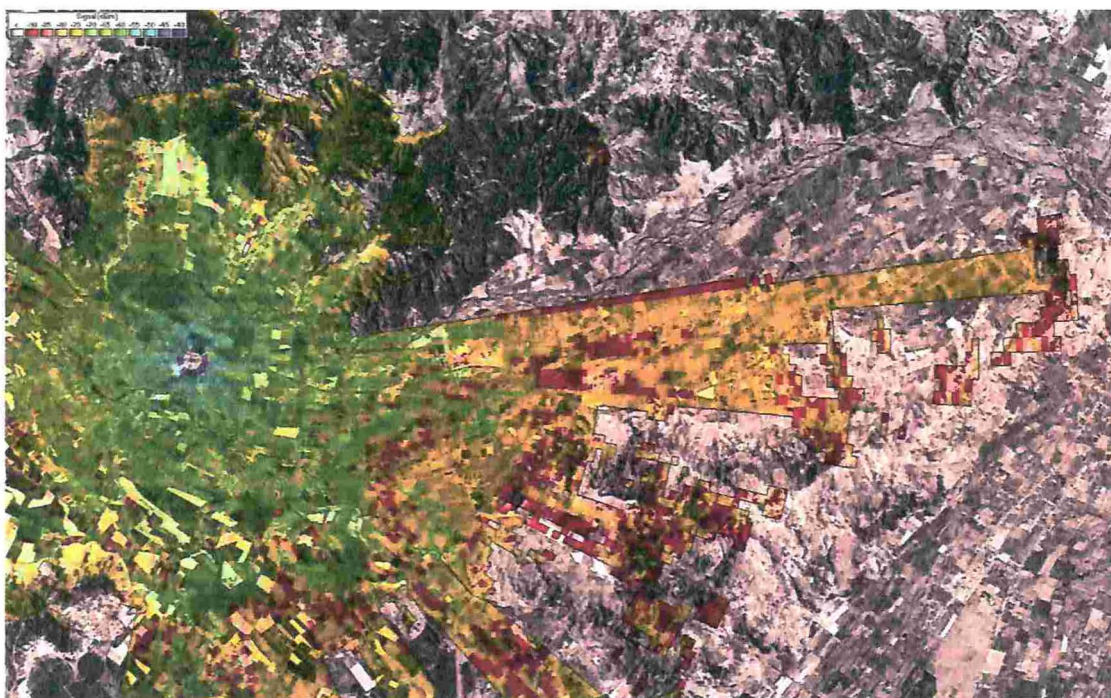


Ilustración 21: Mapa Radioeléctrico Extender Cunaco

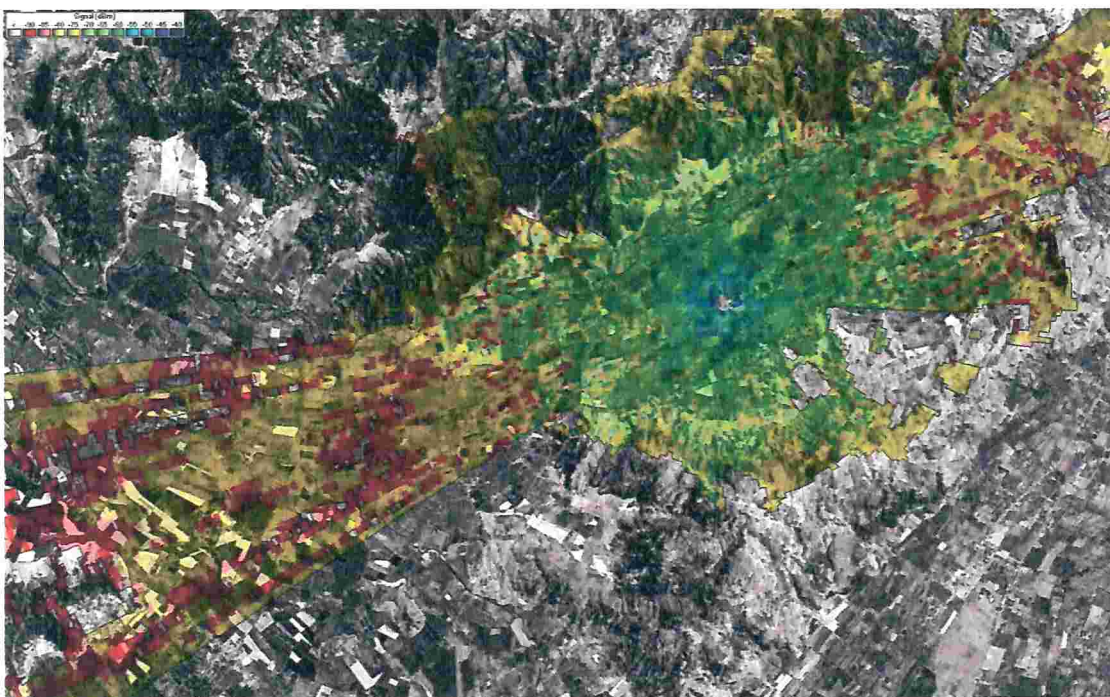


Ilustración 22: Mapa Radioeléctrico Extender Placilla

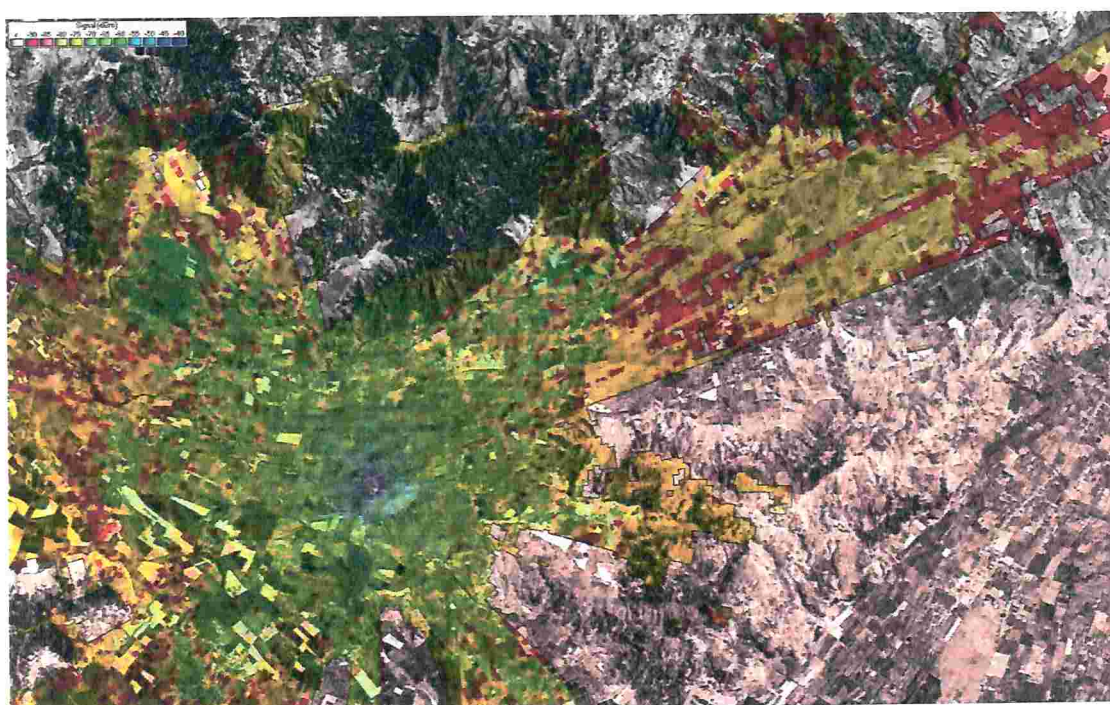


Ilustración 23: Mapa Radioeléctrico Extender Las Arañas

Como se aprecia en las ilustraciones anteriores la totalidad del valle que se quiere iluminar queda con un nivel de señal de a lo menos -75 dBm (color amarillo) lo que asegura un nivel de conectividad como mínimo más que aceptables. Zonas con valores mayores de intensidad de señal de -85 dBm (color rojo) hay que evitar porque significa nivel de señal bajo lo aceptado para una buena comunicación.

Todas las simulaciones fueron hechas tomando como altura desde el suelo en cada uno de los puntos los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 12: Altura Antenas

Antena	Altura (m)
Nancagua	24
Escuela	24
Placilla	31
Las Arañas	20
Cunaco	21

VI.- Posible nueva red Molina/Río Claro

1.- Estudio Factibilidad Terreno de la red

La zona que se quiere cubrir con la red corresponde principalmente a las comunas de Molina y Río Claro, en la séptima región.

Para evaluar las dificultades técnicas que impone la geografía del lugar, se estudio la cartografía del mismo por medio del programa Google Earth y otras imágenes satelitales disponibles. La siguiente ilustración muestra una vista aérea de la región que se desea cubrir con la red, también se señalan mediante anillos azules los puntos de conexión requeridos, siendo el anillo blanco el servidor de la red ubicado en la Escuela Agrícola de Molina.



Ilustración 246: Sector Molina

La zona que se desea cubrir con la red es aproximadamente de 20 Km de largo y 13 de ancho, además de ser bastante plana y no tener grandes obstáculos de visibilidad. La mayor dificultad se presenta en Bolsico (anillo amarillo, en

Ilustración 2.), ya que esta localidad se encuentra entre dos cerros, sin embargo deja un buen ángulo de visibilidad en dirección al servidor (anillo blanco).

En cuanto al diseño de la red, es necesario que cumpla con los requisitos técnicos, y ser capaz de iluminar o cubrir con señal toda la zona de

2.- Propuesta y simulación

Con antecedentes disponibles, se diseñó la red inalámbrica en su fase de preproyecto. Para analizar la cobertura se recurrió al programa Radio Mobile², que permite simular la cobertura de los enlaces inalámbricos aplicando el modelo de Longley-Rice sobre un mapa geográfico digitalizado.

La propuesta de red consta de cinco nodos en su nivel superior. Un Gateway, que es la puerta de enlace de la red hacia los servicios, y de cuatro Extender que transportan y diseminan la señal a través de la zona que se quiere abarcar.

La localización de los puntos singulares de la red se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 133: Puntos de Red Nivel Superior

Equipo	Nombre	Coordenadas					
		Sur			Oeste		
		o		“	o		“
Gateway	Escuela Agrícola de Molina	35	5	54,8	71	16	30,6
Extender 1	Buena Fe	35	9	8,7	71	16	2,3
Extender 2	Los Robles	35	12	36,3	71	18	13,4
Extender 3	Santa Rosa	35	14	23,7	71	15	40,5
Extender 4	San Jorge de Romeral	35	9	10,8	71	11	44,8

La simulación de la red propuesta es presentada en la ilustración 3, se muestra la ubicación del Gateway (nodo G, ver la figura) y de los dispositivos tipo Extender (nodo E), además, las líneas verdes indican los enlaces exitosos. Con esta configuración de red todos los puntos poseen conectividad, teniendo cada punto por lo menos 2 posibles caminos hacia el Gateway, agregando robustez al sistema, de esta forma en caso de falla de un Extender la red se puede auto recuperar y seguir funcionando hasta que se repare el Extender dañado.

Otro punto a considerar es la distancia de los enlaces, los equipos usados soportan enlaces de 13 kilómetros. Al observar la tabla 2, el enlace Escuela Agrícola de Molina - Santa Rosa, supera dicha distancia, sin embargo de la misma tabla, se extrae que la potencia recibida por los dispositivos involucrados en éste, es de -78,1 dBm, la cual supera de manera bastante confiable el nivel mínimo de recepción de estos equipos (~ - 90 dBm), por lo que este enlace se desarrolla exitosamente.

² Programa de distribución libre de simulación de redes inalámbricas (<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>)



Ilustración 27: Simulación Red Molina desarrollada con Radio Mobile

Tabla 14: Distancia Enlaces red Molina

Enlace	Distancia [Km]	Potencia [dBm]
Escuela Agrícola de Molina - Buena Fé	6,03	-71,1
Escuela Agrícola de Molina - Los Robles	12,67	-75,9
Escuela Agrícola de Molina - Santa Rosa	15,77	-78,1
Escuela Agrícola de Molina - San Jorge de Romeral	9,42	-73,1
Buena Fe - Los Robles	7,22	-78,7
Buena Fe - Santa Rosa	9,74	-73,4
Buena Fe - San Jorge de Romeral	6,5	-69,4
Los Robles - Santa Rosa	5,09	-68,5
Los Robles - San Jorge de Romeral	11,68	-79,8
Santa Rosa - San Jorge de Romeral	11,35	-78,5

Para ver la cobertura en 5.8 GHz, se realizaron los mapas radioeléctricos de cada uno de los puntos de red de nivel superior, que son mostrados en las figuras de la 4 a la 8, además la figura 9 muestra la cobertura completa.

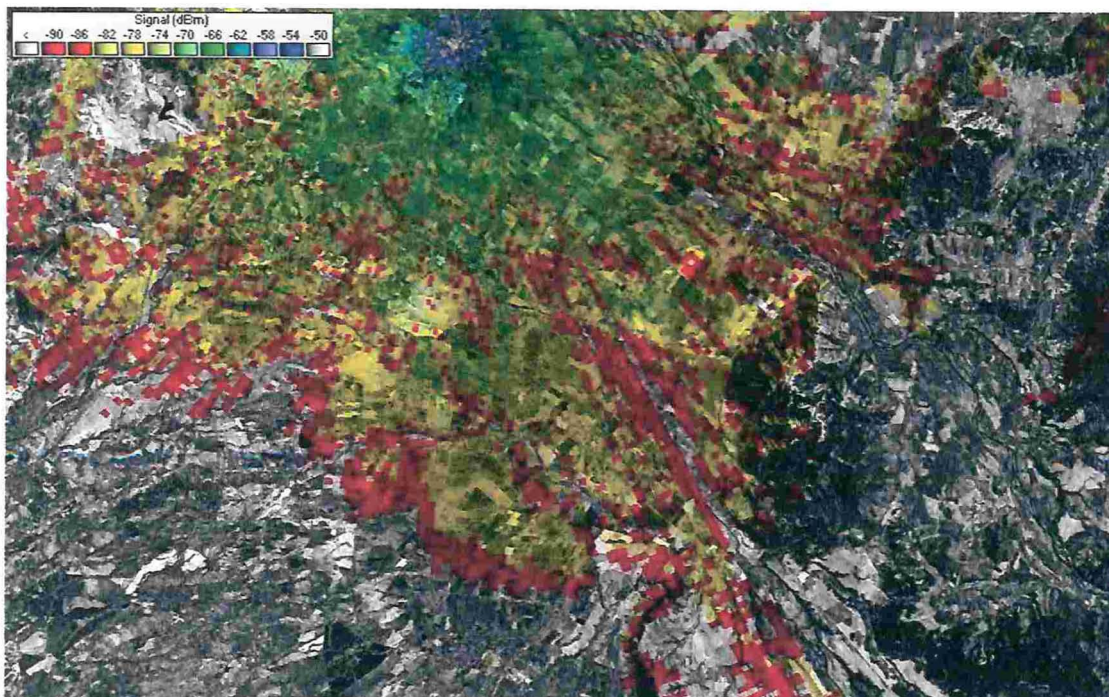


Ilustración 28: Mapa Radioeléctrico Gateway Escuela Agrícola de Molina

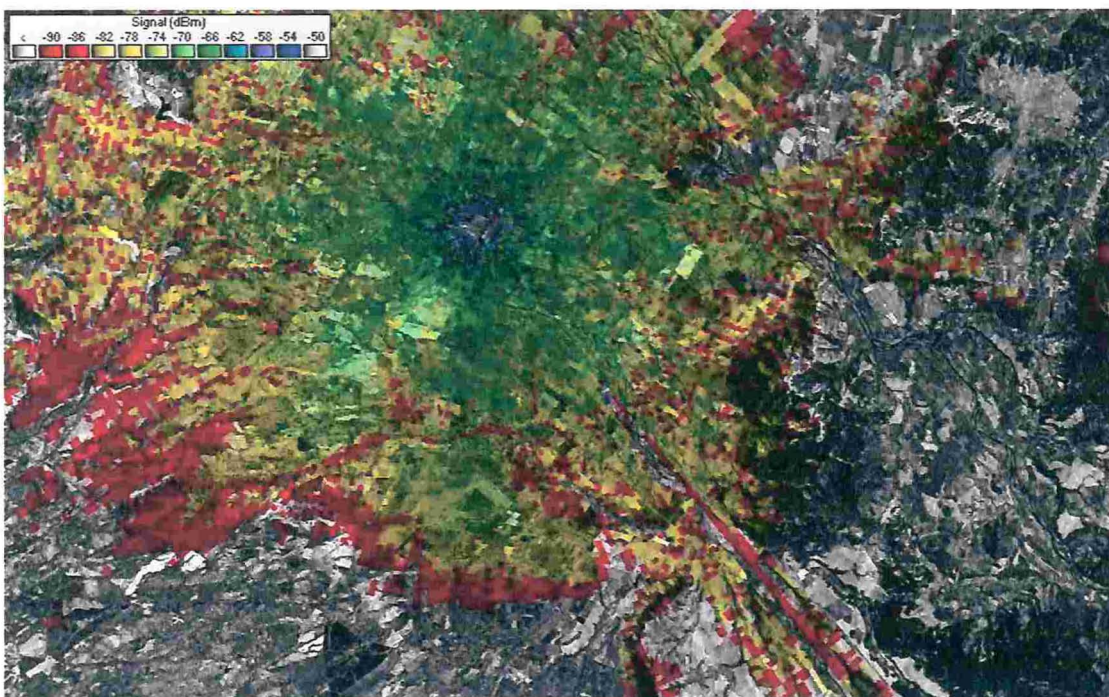


Ilustración 29: Mapa Radioeléctrico Extender Buena Fe

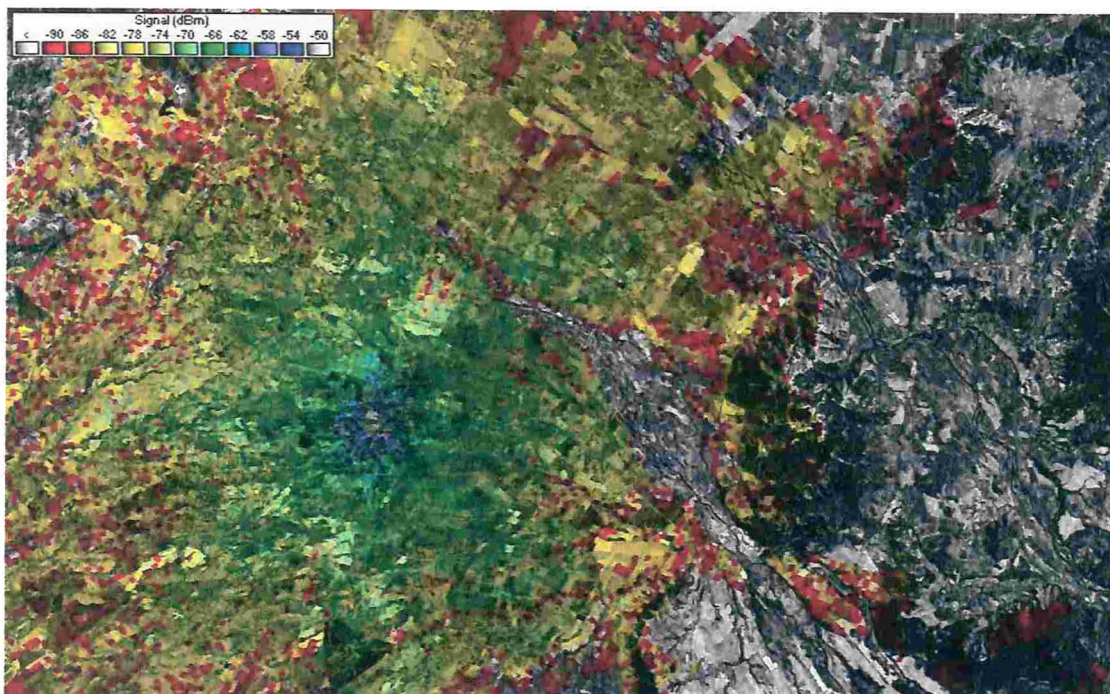


Ilustración 30 : Mapa Radioeléctrico Extender Los Robles

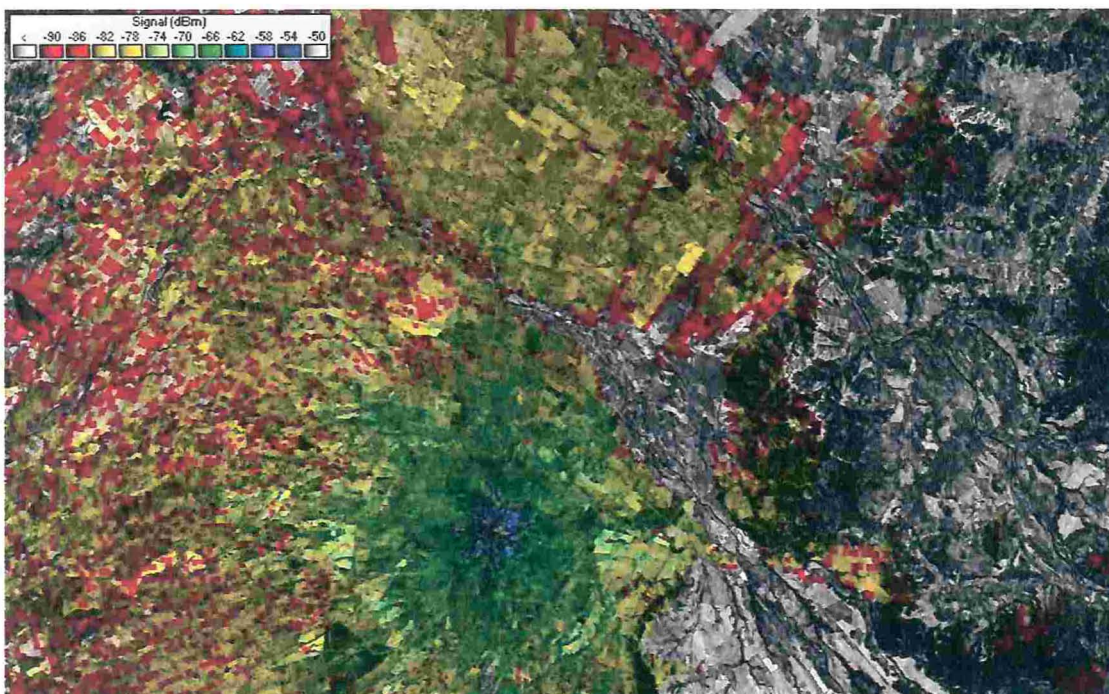


Ilustración 31: Mapa Radioeléctrico Extender Santa Rosa

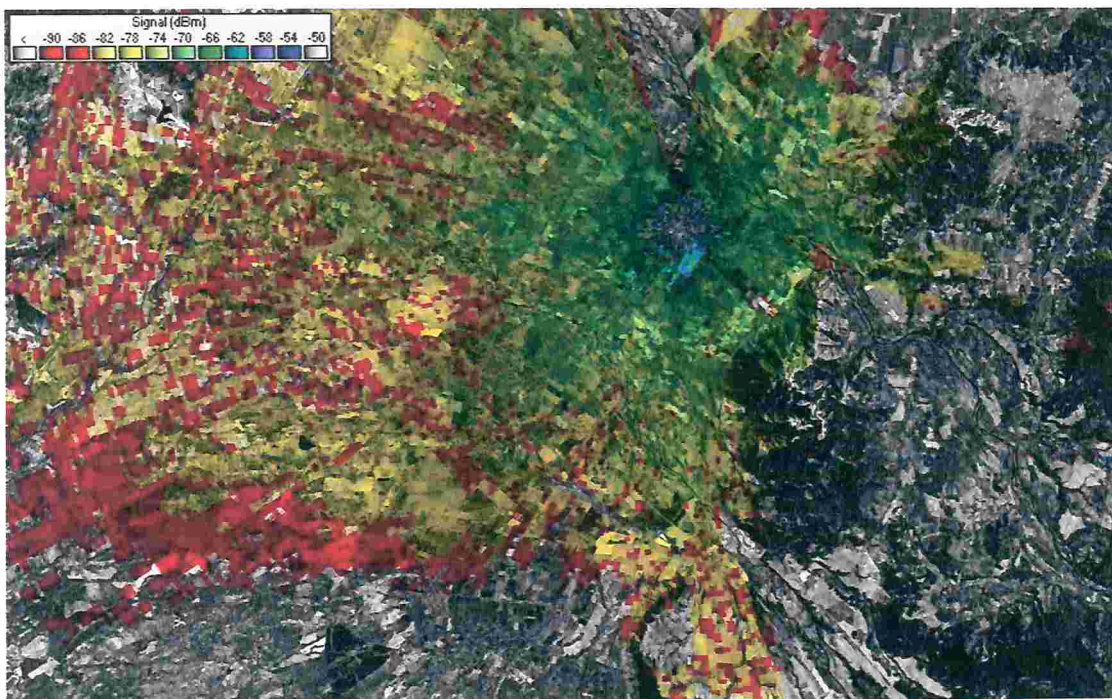


Ilustración 32: Mapa Radioeléctrico Extender San Jorge de Romeral

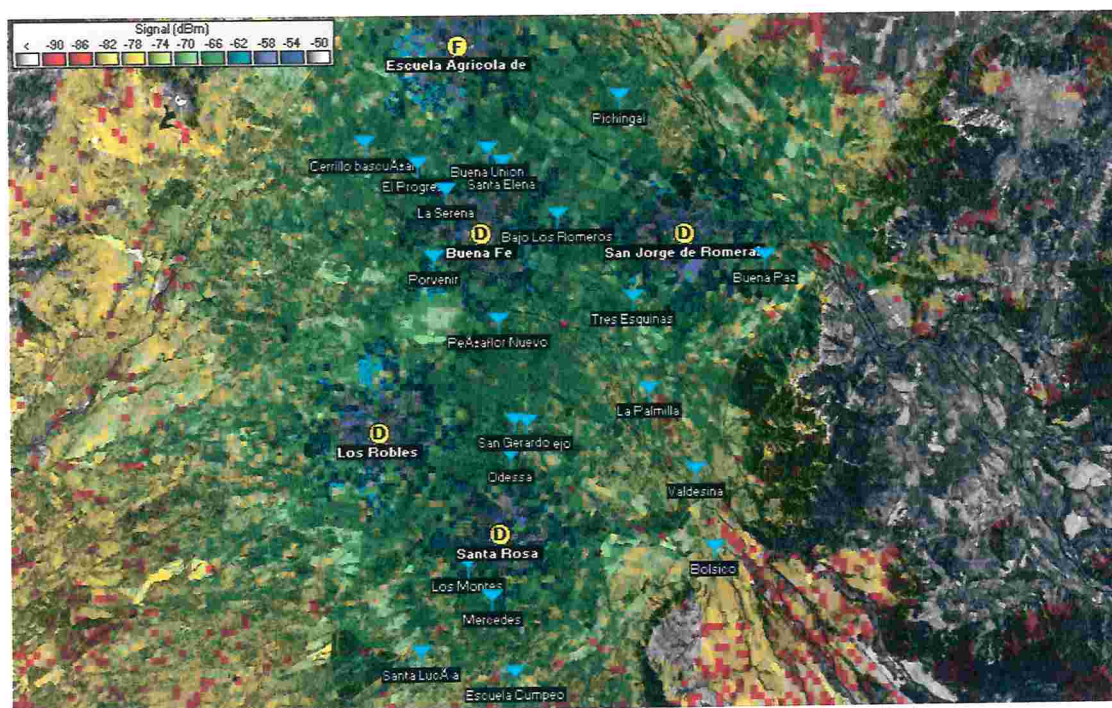


Ilustración 33: Mapa Radioeléctrico de la red completa.

Como se aprecia en las ilustraciones anteriores la totalidad del valle que se quiere iluminar queda con un nivel de señal de a lo menos -75 dBm (color amarillo) lo que asegura un nivel de conectividad como mínimo más que aceptables. Zonas con intensidad de valores cercanos a los -85 dBm (color

rojo) hay que evitar porque significa nivel de señal bajo lo aceptado para una buena comunicación.

Todas las simulaciones fueron hechas tomando como altura desde el suelo en cada uno de los puntos los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 15: Altura Antenas

Antena	Altura [m]
Escuela Agrícola de Molina	20
Buena Fe	20
Los Robles	20
Santa Rosa	23
San Jorge de Romeral	20