

Falla con los operadores de telecomunicaciones en Boyacá Buenavista

Luz Mary Muñoz Chavarro

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingenierías
Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones
Bogotá, D.C.
2021

Falla con los operadores de telecomunicaciones en Boyacá Buenavista

Luz Mary Muñoz Chavarro

Director.

Martha Isabel Villareal López

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera en Telecomunicaciones

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones

Bogotá, D.C.

2021

Resumen

En la actualidad las comunicaciones móviles son muy importante por tal motivo se realizó un estudio sobre las redes móviles en el municipio de Buenavista Boyacá en cual se evidencia una gran deficiencia en las redes móviles 3G y 4G, según lo evidenciado en dicha investigación se valida que en dicho municipio no cuenta con cobertura ni en 3G ni en 4G, para esto se plantea una posible solución en el problema por tal motivo se realiza investigación con 3 operados que nos permitió evidenciar que no se cuenta con cobertura así como también se valida la antena más cerca pertenece a el operador claro con esta información se realiza el montaje de una antena que nos sirva de receptora de la señal obtenida de la antena más cercana y otra de repetirá la señal con el objetivo de lograr llegar con cobertura eficiente a cada uno de los usuarios en dicho municipio y de esta manera tener mejores posibilidad para cada uno de ellos.

Palabras claves: Antena, Tecnología, Móvil, Cobertura, Transmisión

Abstract

At present, mobile communications are very important, for this reason a study was carried out on mobile networks in the municipality of Buenavista Boyacá in which there is evidence of a great deficiency in 3G and 4G mobile networks, as evidenced in said research it is validated that In said municipality it does not have coverage in either 3G or 4G, for this a possible solution to the problem is proposed, for this reason an investigation is carried out with 3 operators that show us that there is no coverage as well as the antenna more Nearby belongs to the operator of course, with this information, an antenna is mounted that serves as a receiver of the signal obtained from the nearest antenna and another will repeat the signal in order to reach each of the stations with efficient coverage. users in said municipality and thus have better possibilities for each of them.

Keywords: Antenna, Technology, Mobile, Coverage, Transmission

Tabla de contenidos

Introducción	9
Descripción del problema.....	10
Justificación.....	11
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específico	12
Marco referencial	13
Estado del arte	13
Marco teórico.....	14
Intensidad de señal.....	15
Altura de la antena la torre	15
Factores ajenos a la red.....	15
Boyacá cada vez mejor con cobertura de telefonía e internet móvil	17
Marco legal	17
Municipio de Buenavista.....	19
Metodología	21
Desarrollo de Proyecto	22
1. Análisis teórico de la cobertura	22
Cobertura claro 3G	22
Cobertura claro 4G	22
Cobertura Movistar 3G.....	23
Cobertura Movistar 4G.....	24
Cobertura Tigo 3G.....	25
Red de Comunicaciones móviles para el municipio de Buenavista Boyacá ajustable a un tráfico en una red estable.....	25
Requisitos para la instalación de la infraestructura y redes de telecomunicaciones	25
Proceso de instalación de torres y requisitos	26
Intensidad de señal.....	27
Parámetros de las antenas	27
Impedancia.....	27

Adaptación.....	27
Intensidad de radiación	27
Patrón de radiación	27
Ganancia	28
Eficiencia.....	28
Ancho de banda	28
Antena transmisora	28
Operador de telefonía celular más cercana a Buenavista.	28
Implementación de antena xirio	29
2. Bosquejo de la red móvil que nos permitirá tener una red estable en Buenavista Boyacá.....	30
Propiedades de patrón de radiación	30
Ficha técnica de antena utilizada	32
Implementación de antena xirio	33
Arquitectura de red GSM	35
Radio enlaces.....	37
Arquitectura del radio enlace.....	38
3. Complementación a la solución planteando una simulación con cargas de tráfico	38
Análisis de población inclusive para la utilización de la señal	38
Carga de trafico	39
Calculo capacidad entorno bajo.....	39
Calculo capacidad entorno medio.....	40
Calculo capacidad entorno Alto.	41
Presupuesto.....	45
Conclusiones	46
Referencias	47

Lista de tablas

Tabla 1. Resultados obtenidos. Medición de la cobertura por llamada y sujeción a la red.	14
Tabla 2. Datos patrón de radiación.....	30
Tabla 3. Análisis poblacional Buenavista	38
Tabla 4. Informe capacidad entorno bajo.....	39
Tabla 5. Informe capacidad entorno medio.....	40
Tabla 6. Informe capacidad entorno alto.....	42

Lista de figuras

Figura 1.	Ubicación geográfica municipio de Buenavista.....	18
Figura 2.	Cobertura 3G claro.	22
Figura 3.	Cobertura 4G Claro.	23
Figura 4.	Cobertura 3G Movistar.....	24
Figura 5.	Cobertura 4G Movistar.....	24
Figura 6.	Cobertura 3G Tigo.	25
Figura 7.	Antena más cercana de claro.	29
Figura 8.	Datos patrón de radiación aplicación web.....	31
Figura 9.	Grafica de patrón de radiación aplicación web	31
Figura 10.	Configuración de antena.....	32
Figura 11.	implementación de antena..	33
Figura 12.	Cobertura.....	33
Figura 13.	Potencia.	34
Figura 14.	Interferencias.....	34
Figura 15.	Arquitectura de red GSM.	35
Figura 16.	Torre auto soportadas Diseño estructural.....	37
Figura 17.	Resultados de análisis de cálculo entorno bajo aplicación web	40
Figura 18.	Resultados de análisis de cálculo entorno medio aplicación web	41
Figura 19.	Resultados de análisis de cálculo entorno alto aplicación web	42
Figura 20.	Antena repetidora aplicativo web.....	43
Figura 21.	Resultados antena repetidora aplicativo web	43
Figura 22.	Resultado radio enlace aplicativo web	44
Figura 23.	Montaje radio enlace aplicativo web.....	44

Introducción

En la actualidad las comunicaciones móviles son muy importantes por lo cual cada día es más importante contar con buena cobertura, lo que genera una gran ventaja porque permitirá disponer del servicio en cada en cualquier momento y en cualquier lugar.

En la actualidad hay diferentes tecnologías para suministrar el servicio de telefonía móvil, algunas de las tecnologías utilizadas:

- Tecnología GSM (sistema de global de comunicaciones móviles) es un servicio ofrecido por las empresas de telefonía móvil, dicha tecnología contiene las funciones inteligentes esenciales para el apoyo a la movilidad personal.
- Tecnología 2G soporta velocidades de información más altas en voz, pero limitado en comunicación de datos, sin embargo, ofrece servicios de fax y SMS.
- Tecnología 3G convergencia en voz y datos con acceso inalámbrico a internet y diferentes aplicaciones de transmisión de datos, dicha tecnología soporta altas velocidades de información enfocados en voz y acceso a internet. La tecnología 3G alcanza velocidades de 384 kbps.
- Tecnología 4G también llamada LTE, esta tecnología mejora la velocidad para transferir datos. las velocidades máximas de transmisión de datos deben situarse en 100 megabitsen movimiento y 1gigabit en reposo.

La telefonía celular

Tal como se indicó anterior mente en la se utilizan diferentes tecnologías mencionadas anterior mente para este proyecto se utilizaran tecnologías 2G y 3G dichas tecnologías cuentan con problemas como los son limitación de ancho de banda falta de cobertura, para combatir el problema de cobertura en el municipio de Buenavista Boyacá presenta gran deficiencia en la señal, para combatir el problema se realizara el montaje de una antena en el municipio así como un repetir que nos permitirá llevar la cobertura a todo el municipio, para esto es importante tener en cuenta a la cantidad de canales a utilizar así como la potencia necesaria de emisión de la estación base, dichas estaciones base debe poder comunicarse con un móvil.

Descripción del problema

La telefonía celular en el mundo se ha vuelto una reproducción constante y para Colombia, no ha sido la diferencia, ya que se encuentra cada día actualizándose al respecto, por intermedio de los operadores, que ya se cuentan más de diez en el país.

Al caso, también se ha incrementado la problemática de la preocupación pública, por los posibles efectos de los campos electromagnéticos en la salud humana y sobre el medio ambiente; aún así, la tecnología ha sido de gran envergadura en diferentes medios sociales trabajo, estudio, social y otros. A la vez, la señal en diversas ciudades no se encuentra muy eficiente, así nos lo hace saber una publicación del diario el Espectador, indicando que las ciudades que presentan más fallas con la señal móvil son Montería, Cali, Barranquilla, Soledad, Tunja, Ibagué, Villavicencio y Bogotá (El Espectador, 2020).

A lo anteriormente expuesto, la falla en la señal se debe a la menor cobertura que se presenta a la falta de antenas en el territorio.

El estudio lo realizó la cámara colombiana de la información y telecomunicaciones, el cual nos indica que hay más de 12000 municipios en el país con dificultades en la instalación de infraestructuras. Buenavista Boyacá es uno de los lugares afectados por dicha falla, como consecuencia ocasiona una falta de comunicación entre habitantes, lo que impide el acceso a plataformas virtuales, ya sean de estudio, medios de información y comunicación entre ellos y demás problemas, por tal razón, se considera de gran importancia realizar un estudio investigativo, donde se plantee una posible solución, y, logre generar nuevas viabilidades por medio de una red estable en la región ¿ qué consecuencias tiene la falta de cobertura móvil en Buenavista Boyacá ?

Justificación

En el segundo decenio del siglo XXI y con el auge en la utilización de la implementación de tecnología 5G., aún se encuentra en Colombia que existen alejados municipios sin recibir satisfactoriamente la señal de tecnología 3G y 4G; como es el caso en el departamento de Boyacá, municipio de Buenavista.

La finalidad de este proyecto es realizarlo con el propósito que, permita identificar el inconveniente constante de la señal, en el cual se evidencia afectación a los habitantes de varios municipios en Boyacá, específicamente Buenavista, donde se pueda validar que existe falla en las redes móviles, que provoca poca comunicación de estos habitantes vía celular.

Por tal motivo se realizarán diferentes investigaciones que permita evidenciar, el porqué de la falla. Este proyecto es importante ya que los habitantes de dicho municipio optimizaran la manera de comunicarse, porque cada uno de ellos tendrá acceso a información que les permitirá mejorar las actividades diarias, de igual manera las personas no tendrán que desplazarse largas distancias, para poder llegar a conseguir nuevas posibilidades como acceder a estudios superiores, por medio de la tecnología, todo esto con el fin de ahorrar tiempo, generar crecimiento laboral y personal.

El proyecto investigativo tendría aceptación en los habitantes del sector y de esta manera, aportar a mi hoja de vida experiencia en redes móviles.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una red que permita cobertura para todos en el municipio de Buenavista Boyacá.

Objetivos específico

1. Realizar un Análisis teórico a los requerimientos de cobertura y calidad de servicio para el municipio Buenavista.
2. Diseñar una red de comunicaciones móviles para el municipio de Buenavista Boyacá un tráfico que permita tener una red estable.
3. Validar la solución planteada con una simulación con cargas de tráfico.

Marco referencial

Estado del arte

Investigación sobre fallas en redes manejadas en zonas rurales.

En el año 2003 los señores A Ancha P. T. Walqa, realizaron un estudio en Barcelona, esta investigación tuvo como principal objetivo proporcionar a las áreas rurales aisladas, el acceso a Internet de banda ancha a través de una red híbrida. En particular, una arquitectura híbrida basada en la integración que propone un sistema de satélite con redes de acceso terrestre, siendo las redes de acceso basadas en WiMAX, Wifi y PLC.

Dicho proyecto fue realizado en una universidad de Barcelona la cual indica que es viable, ya que cuenta con un muy bajo costo y facilitaría el acceso a la tecnología a cada una de las personas, de las zonas rurales.

Uno de los principales esquemas propuestos sería una red inalámbrica, formada por integración de tecnología, de acceso terrestres con conexión vía satelital, la cual con esta solución sería manejar una estructura muy baja en costos.

Evidenciando una mejora en velocidad de subida y bajada alrededor de 850 kbps, generando de esta manera una mejora en las redes de estos campos, la cual permitiera que cada persona optimice su conocimiento y logre realizar mejores cosas para su vida.

Así mismo, por su parte los señores Hernán Paz-Penagos Marco Andrés Ortiz-Niño Johnny Alexander Arévalo-López Roberto Ferro-Escobar, realiza una investigación en la cual nos indica que con la tecnología que maneja el celular evoluciones de un dispositivo inalámbrico de cobertura celular y satelital para la localización y rastreo de dispositivos móviles (ITECKNE, 2015).

Con el desarrollo de este producto de interfaz de comunicación las cuales están aliadas a una necesidad detectada en el mercado con esta aplicación ellos propones según sus resultados del diseño del dispositivo satelital diseñado y construido de igual manera se realiza una creación de XML fue creado con un script automáticamente lo cual este permitiera un mejor funcionamiento de estos dispositivos móviles.

De igual manera, en el año 2014 los señores Elvis Eduardo Gaona García, Miguel Antonio Avía Angulo, Elkin Gabriel Muskus (Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2014), realizaron una medición de los para, otros de calidad de voz en una solución propuestas para las telecomunicaciones para la atención de desastres en una situación de emergencia realizar

interconexión de llamadas protocolos de comunicación empleados en las redes GSM en la banda DCS-1800 (Digital Celular Servicié -1800MHz que ayudara a el uso de cualquier terminal móvil de esta manera tendrá un alcance según las investigaciones de dichos autores tendría un alcance

La distancia del enlace se midió manteniendo una llamada de prueba entre una MS y el SoftPhone (SP), hasta interrumpir la comunicación. En la Tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1.

Resultados obtenidos. Medición de la cobertura por llamada y sujeción a la red.

Alcance de cobertura	Caso
45	Por sujeción a la red
19.25	Por pérdida de llamada

Nota. Ciencia e Ingeniería Neogranadina (2014), vol. 24, núm. 2, 2014, pp. 31.

Por otra parte, la cobertura se determina con el nivel de señal entre -75dBm a -77dBm según el estándar GSM para zonas urbanas en interiores

Se utiliza un modelo Walfisch-Ikegami en el cual para mejora del problema de la señal móvil en GSM la cual se utiliza un modelo de propagación para interiores la cual permitió arrojar un alcance hasta de 21 metros sin amplificadores en zona urbana.

Así mismo, Vergara y Useche G (Yasidra Vergara Monsalve, 2014), realizan un proyecto en el cual se implementaría un diseño, en el que se ampliaría la cobertura del servicio de telefonía del edificio de DIRECTV. Dicho proyecto cubre la necesidad de tener una cobertura móvil en todo el edificio y se implementó, a través de un sistema DAS (Sistema de Antenas Distribuidas) con diseño indoor; el estudio, diseño e implementación del comportamiento de la radio frecuencia (RF) en el edificio de DIRECTV. Se realizó un estudio de potencia de señal de la red UMTS/GSM, para la realización de esquemas unifilares y distribución de antenas, a través de todas las instalaciones.

Marco teórico

Las señales móviles funcionan en el teléfono móvil del usuario, comunicando a través del aire con una antena, que a su vez comunica con la central del operador. Está encamina la comunicación, hacia la parte correspondiente en la red fija o a través de otras antenas.

Para que la comunicación sea efectiva, el usuario móvil debe estar en el área de alcance de una antena. Ésta tiene un alcance limitado y cubre una pequeña área alrededor, llamada celda, así el teléfono móvil del usuario comunica a través del aire con una antena, que a su vez comunica con

la central del operador. Ésta encamina la comunicación hacia la parte correspondiente en la red fija o a través de otras antenas.

Para que la comunicación sea efectiva, el usuario móvil debe estar en el área de alcance de una antena. Ésta tiene un alcance limitado y cubre una pequeña área alrededor, llamada celda.

Intensidad de señal.

En medio en dbm medidos en escala logarítmica ya que este suele ser de manera más precisa de conocer las señales inalámbricas, tanto para redes móviles como para redes wifi. Este valor va desde cero a valores situados en 120 dbm por lo que a partir de -120 dBm sin señal, entre -120 y -104 dBm: bajísima cobertura (empezaremos a tener problemas para realizar llamadas), entre -103 y -98 dBm: baja cobertura entre -97 y -90 dBm: cobertura media, entre -89 y -77 dBm: muy buena

Entre -76 y -60 dBm: excelente cobertura. (García, 2018).

Tipos de antenas.

Antena de monopolo es la más sencilla que se puede encontrar y utilizar en prácticamente todos los servicios de radio y telecomunicaciones especialmente a bajas frecuencias.

Antena dipolo se suele encontrar en prácticamente todos los servicios que existen actualmente, principalmente en arreglos de antenas para transmisores de radio FM y también en transmisores de TV y servicios de radio móvil.

Antena panel Se empezaron a utilizar en los sistemas móviles celulares, en la banda de 800 MHz inicialmente y en los últimos años debido a la gran expansión de la telefonía celular se utilizan en todas las bandas y en diferentes aplicaciones, puesto que permiten disimular bastante bien la antena con respecto a su entorno (Tes america, 2019).

Altura de la antena la torre. La altura de las antenas en área Urbana debe ser mayor a 12 metros.

Factores ajenos a la red

En cuanto a la pérdida de señal, también se encuentran factores ajenos a la capacidad de la red, lo in dicha La Organización de Operadores Móviles (GSMA, 2014), al realizar el ejercicio de medición objetiva de la calidad de los servicios móviles, encontró los siguientes factores ajenos a la red, (Mintic, 2020) que pueden influir sobre el resultado de dicha medición:

-Número de usuarios: Se percibirá una menor calidad del servicio en la medida en que más usuarios se encuentren conectados a una misma red al mismo tiempo. Esto ocurre cuando hay

aglomeración de un gran número de personas en un mismo lugar como, por ejemplo, en conciertos, manifestaciones, eventos, etc. Técnicamente esto se da cuando las redes móviles no tienen segmentos de acceso dedicado, es decir, cuando el recurso no está disponible 100% del tiempo para un único usuario.

- **Metodología de medición:** La forma en que se recoja la información necesaria para determinar la calidad del servicio influye sobre el resultado que se obtenga. Por ejemplo, a la hora de medir la velocidad de descarga existen dos fuentes destacadas. Una de ellas es Akamai, una empresa distribuidora de contenidos de red que utiliza servidores alrededor del mundo para medir la velocidad promedio de descarga en diferentes países. Por otro lado, Ookla halla este mismo indicador, a partir de una muestra representativa de usuarios que realicen su prueba de velocidad en cada país. Esta muestra se actualiza en la medida en que más personas realizan pruebas de velocidad. Las diferencias en las metodologías de medición hacen que en Ookla las velocidades de descarga reportadas sean más altas que las reportadas por Akamai.

De igual manera se encuentra otro factor diferenciador ajeno a la red, como es:

-la Ubicación de los usuarios: Es necesario tener en cuenta el diseño de la red para saber hasta qué punto es posible acceder a los servicios móviles que ofrece el operador. En algunos casos, las redes están diseñadas para exteriores, esto hace que en lugares como ascensores o sótanos se pierda la señal.

No siempre se encuentra cobertura 100% en la señal, si se tiene baja.

- **Calidad del dispositivo** que reporta la medición y su perfil de uso: Las características del teléfono (como la red que soporta) influirán sobre la evaluación que se realice.

De lo anteriormente enunciado, también se encuentran cobertura diferenciadora en la recepción de la señal, ya que las antenas a veces, se están ubicadas a grandes distancias y teniendo en cuenta que, Colombia tiene un terreno quebrado, las montañas alcanzan a obstruir la señal.

Boyacá cada vez mejor con cobertura de telefonía e internet móvil

Es curioso que a la fecha segundo semestre de 2020, Boyacá cuenta con una infraestructura mejorada en telefonía, aun así, sigue quedando corto en infraestructura hacia los municipios equidistantes de la capital. Para el primer semestre 2020, anunciaron que “67 zonas rurales de 34 municipios en Boyacá son las grandes beneficiaras con la asignación de permisos de uso de bloques de espacio a operadores como Claro, Tigo y Partners luego de un proceso de subasta” (El Diario, 2020).

De esta manera, la cobertura para 4G se amplía grandemente y eso es una buena noticia, aunque solo escogieron algunos municipios, como La prestación del servicio se estableció por un lapso de 20 años, y en Boyacá los municipios que se beneficiarán son: Aquitania, Caldas, Chinavita, Chiquinquirá, Chita, Chitaraque, Coper, Cubará, El Cocuy, Maripí, Muzo, Otanche, Páez, Paipa, Pajarito, Pauna, Paya, Paz de Río, Pesca, Puerto Boyacá, Ramiriquí, Ráquira, San Luis de Gaceno, Santa María, Sativanorte, Socotá, Soracá, Susacón, Tota, Turmequé, Tuta, Tutazá, Úmbita y Villa de Leyva.

Los anteriores municipios, ya venían manejando 3G y algunos 4G, dejando de lado otros que escasamente llega la señal, entre ellos Buenavista.

Marco legal

Que de conformidad con el Artículo 73 de la Ley 142 de 1994, establece que es función de las comisiones de regulación promover la competencia entre quienes presten servicios públicos para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abuso de la posición dominante, y produzcan servicios de calidad.

Que de conformidad con el Artículo 73.22 de la Ley 142 de 1994 es función de las comisiones de regulación establecer los requisitos generales a los que deben someterse las empresas de servicios públicos para utilizar las redes existentes y acceder a las redes públicas de interconexión; así mismo, establecer las fórmulas tarifarias para cobrar por el transporte e interconexión a las redes, de acuerdo con las reglas de esta ley

Ley 1341 del 30 de jul 2009 La presente Ley determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio, la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro

radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información.

Ley 1341 de 2009 en materia del sector de TIC, en su artículo 2, inciso 2° determino que “Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deben servir al interés general y es deber del Estado promover su acceso eficiente y en igualdad de oportunidades, a todos los habitantes del territorio nacional (Min Tic, 2019)



Figura 1. Ubicación geográfica municipio de Buenavista. Boyaca (2012)

Municipio de Buenavista

Buenavista es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Boyacá, en la Provincia de Occidente, está situado a 115 km de la ciudad de Tunja capital del departamento y a 30 km de la ciudad de Chiquinquirá cabecera de la provincia, posee una extensión de 125 Kilómetros cuadrados (12.500 Ha).

Geográficamente se ubica en las estribaciones occidentales de la cordillera oriental de Colombia, con una topografía ondulada a quebrada. El centro urbano se localiza a 5 grados, 31 minutos, 0 segundos de latitud norte y 73 grados, 53 minutos de longitud oeste, a una altura de 2100 metros sobre el nivel medio del mar. Su clima es variado, región agropecuaria, suelos fértiles, gran potencial hídrico y unas riquezas representadas en recursos naturales renovables y del medio ambiente.

Territorialmente el departamento de Boyacá se encuentra agrupado por doce (12) provincias, Buenavista se ubica dentro de la provincia de Occidente.

El municipio de Buenavista está conformado por el casco urbano y 23 veredas en la zona rural: Santo Domingo, La Herradura, Fical, Cañaveral, Pismal, Corrales, Campohermoso, Samaria, Patiño, San Miguel, Honda, el Toro, Dominguito, Miraflores, San Rafael, San Pedro, Sabaneta, La Laja, Sarvith, Imparal, Campoalegre, Santa Rosa y Concepción.

El municipio se encuentra ubicado en la cuenca hidrográfica del río Minero, cuenta con cinco microcuencas conformada por 20 quebradas, por tanto, su función reguladora y captadora es fundamental, para los municipios de la parte media y baja de la cuenca

Limites: al Norte con los municipios de Caldas y Maripí, en el Departamento de Boyacá; al sur con los municipios de Coper (Boyacá) y Carmen de Carupa (Cundinamarca); al oeste con Caldas y Simijaca (Cundinamarca); y al oeste con Coper.

El territorio que hoy corresponde al municipio de Buenavista Boyacá fue tomado del **vecindario de Coper** y se elevó a la categoría de Parroquia y de Municipio en el año de 1822 en la guerra de los mil días, el poblado se trasladó a un sitio llamado Moldivie, sin embargo, el 5 de septiembre de 1902, la Capilla junto con algunas casas fueron incendiadas motivo por el cual se trasladó al sitio donde se encuentra actualmente.

Según el libro “los nombres originales de los territorios, sitios y accidentes geográficos de Colombia” del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1995), el nombre original del actual territorio de Buenavista fue “Guachipá” según se retoma de la afirmación de Toledo (1560) quién

al referirse al lugar señaló: "...hecho esto, los españoles pasaron adelante y se fueron por la loma y valle de Guachipá a alojar al pie del cerro de Itoco".

Buenavista se encuentra localizado al oeste de Simijaca en el límite exacto que separa la región muisca de la de los muzos; allí se han hecho estudios arqueológicos de la cultura muisca determinando un asentamiento relativamente reciente, teniendo en cuenta un desarrollo aproximado de 1.200 años, tiempo en el que se daba un pleno proceso de crecimiento y desenvolvimiento de los pueblos nativos, hasta que la conquista los sorprendió.

Actualmente se encuentran en el museo del oro dos objetos: Nariguera y pectoral de orfebrería que tienen fecha de carbono 14 de 620 años d.c. y de 990 d.c. respectivamente, obtenidas en el territorio de Buenavista, siendo ésta una zona arqueológica de importancia. Se han hecho trabajos de campo por parte de especialistas en las veredas de la laja, imperio, santo domingo y cañaveral, en la vereda imperio en un cruce por la vía que lleva a muzo llamado "el alto de siples", se encuentra un hermoso sitio llamado "las iglesias de imperio", en predios de la familia González, se trata de un gran peñón cubierto de exótica vegetación.

Extensión total: 125 Km².

Extensión área urbana: 0.02 Km².

Extensión área rural: 12.48 Km²

Altitud de la cabecera municipal: (metros sobre el nivel del mar): 1984

Temperatura media: 18° C

Distancia de referencia: 32 km de Chiquinquirá (Alcaldía municipal de Buenavista en Boyacá, 2020)

Metodología

Para llevar a cabo este proyecto se realiza la búsqueda de mapas de cobertura de cada uno de los operadores Claro, Movistar y Tigo, con el fin de evidenciar los puntos donde se encuentran ubicadas las antenas de cada operador, después de haber ubicado los puntos donde se ingresara a cada una de ellas, se realizará una visita a cada una de las antenas para validar cubrimiento, con esta información se realiza la búsqueda de aplicaciones que nos permitan realizar mediciones de cobertura de cada una de las antenas.

Con los resultados arrojados por la aplicación seleccionada se realizará un informe que nos permitirá realizar un análisis sobre cómo realizar una posible solución, se generará sugerencias a cada uno de los operadores para una posible solución. Para esto se utilizará la metodología de medición ya que esta nos permite realizar expresiones de resultados totalmente conceptuales sino es necesaria la atribución de valores numéricos para de esta manera poder evaluar y representarla adecuadamente.

Para esto se utiliza la metodología cuantitativa, que me permitirá examinar los datos en forma numérica y poder generar, una estadística que se realizará para calcular cuantas antenas posiblemente se tendría que colocar para poder mejorar la calidad de la señal y también, evidenciar cuál de los operadores nos daría mejor cobertura.

Desarrollo de proyecto

1. Análisis teórico de la cobertura

Cobertura claro 3G.

En la siguiente imagen se puede evidenciar la cobertura 3G para el operador claro, en donde se puede validar que se divide por colores, lo que nos permite ver que tanta señal llega a el sector. El color rojo nos indica las zonas con mejor cobertura ya llega con mejor potencia, el color amarillo también demuestra la cobertura de señal solo que con una potencia inferior lo que nos indica que son menos los sectores en los que llega la señal,, igual que le color verde; por otro lado el color azul y el color blanco indica que en esos lugares no llega cobertura 3G., por tal motivo, se puede evidenciar que en el municipio de Buenavista Boyacá no cuenta con cobertura, como se evidencia en la figura 1 (Comision de reguracion de comunicaciones, 2020)

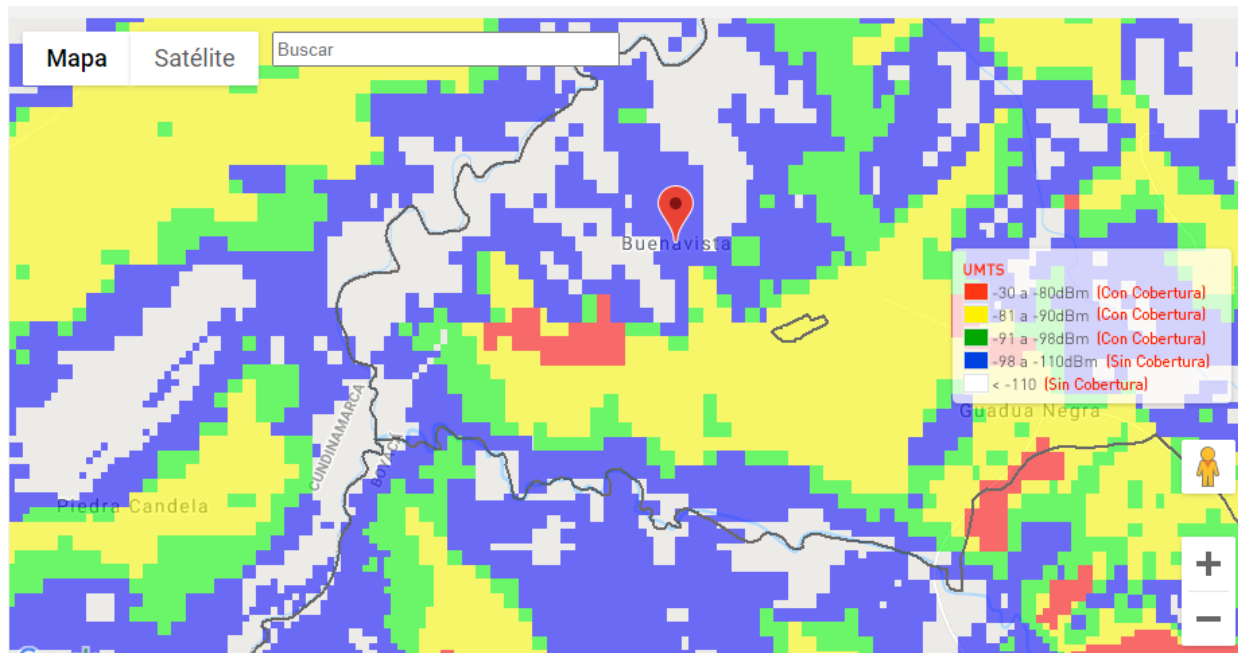


Figura 2. Cobertura 3G claro. Cobertura Tigo (2020)

Cobertura claro 4G.

En la siguiente imagen se puede evidenciar la cobertura 4G, con el operador claro se puede validar que se divide por colores, lo que nos permite ver que tanta señal llega a el sector, el color rojo nos indica las zonas con mejor cobertura ya llega con mejor potencia, el color amarillo también demuestra la cobertura de la señal solo que, con una potencia inferior, lo que nos indica que, son menos los sectores en los que llega la señal igual que el color verde, por otro lado el color

azul y el color blanco indica que, en esos lugares no llega cobertura 4G. En la figura número 2 se puede evidenciar que no hay cobertura en el municipio de Buenavista. (CRC, 2020)

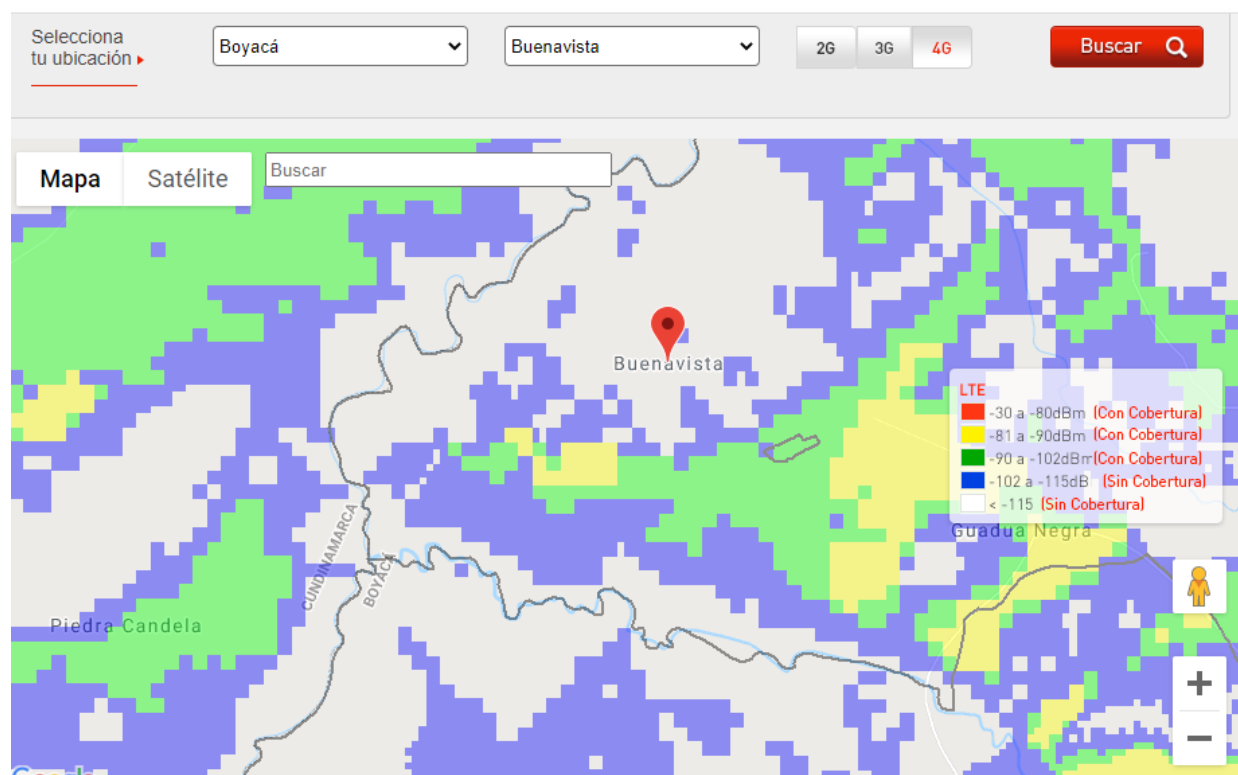


Figura 3. Cobertura 4G Claro. CRC, 2020.

Cobertura Movistar 3G.

En la siguiente imagen se puede evidenciar la cobertura 3G para el operador Movistar, en donde se puede validar que se divide por colores, lo que nos permite ver que tanta señal llega. El color verde nos indica los lugares con mejor cobertura, el color amarillo nos indica los lugares con señal, pero con más baja potencia y el color rojo nos indica que, en esos lugares la señal que llega es muy poca, por último, el color rojo nos indica que no hay señal. En la figura número 3 se puede evidenciar que no hay cobertura en el municipio de Buenavista. (CRC, 2020)



Figura 4. Cobertura 3G Movistar. CRC (2020)

Cobertura Movistar 4G.

En la siguiente imagen se puede evidenciar la cobertura 4G para el operador claro, de esta manera se alcanza a validar que, se divide por colores, lo que nos permite ver que tanta señal llega a el sector. El color rojo nos indica las zonas con mejor cobertura y llega con mejor potencia, el color amarillo también demuestra la cobertura de señal, solo que con una potencia inferior lo que nos indica que son menos los sectores, en los que llega la señal, al igual que el color verde, por otro lado, el color azul y el color blanco indica que en esos lugares, no llega cobertura 3G. En la figura número 4 se puede evidenciar que, no hay cobertura en el municipio de Buenavista (CRC, 2020)



Figura 5. Cobertura 4G Movistar. CRC (2020)

Cobertura Tigo 3G.

En la siguiente imagen se puede evidenciar la cobertura 4G para el operador Tigo, en donde se puede validar que se divide por colores, lo que nos permite ver que tanta señal llega a el sector; de esta manera, el color rojo nos indica las zonas con mejor cobertura, lo que a la vez quiere decir, llega con mejor potencia, el color amarillo también demuestra la cobertura de señal solo que con una potencia inferior, lo que nos indica que son menos los sectores en los que llega la señal, igual que le color verde, por otro lado, el color azul y el color blanco indica que en esos lugares no llega cobertura 3G. De esta manera en la figura 5 se indica que, no hay cobertura Tigo. (CRC, 2020)



Figura 6. Cobertura 3G Tigo. CRC (2020)

Red de Comunicaciones móviles para el municipio de Buenavista Boyacá ajustable a un tráfico en una red estable

Requisitos para la instalación de la infraestructura y redes de telecomunicaciones.

1. Podrá ubicarse infraestructura de telecomunicaciones en áreas de cesión obligatoria producto de procesos de urbanización o parcelación urbana rural o suburbana, siempre y cuando se coordine con la Secretaría
2. de Planeación las zonas dispuestas para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones móviles, quien las definirá mediante acto administrativo. Para los trámites, que se surtan ante los diferentes entes territoriales, se deberá relacionar la siguiente información.

2. Acreditación del Título Habilitante para la prestación del servicio y/o actividad, bien sea la ley directamente, o licencia, permiso o contrato de concesión para la prestación de servicios y/o actividades de telecomunicaciones, según sea el caso. En el caso que sea una empresa instaladora de infraestructura deberán entregar copia del título habilitante del operador con el cual se acordó buscar el sitio, así como un documento en el cual se certifique esta relación.

3. Plano de localización e identificación del predio o predios por coordenadas oficiales del país, de acuerdo con las publicaciones cartográficas del Instituto (Mintic, 2019)

Artículo 9 Instalación de infraestructura en espacios públicos

Para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en el espacio público, se deberá obtener la respectiva licencia de intervención y ocupación del espacio público, de conformidad con las disposiciones contenidas en los artículos 5 y 7 de la Ley 9 de 1989, la Ley 388 de 1997, el Decreto Nacional 1077 de 2015, teniendo en cuenta el artículo 26 de la Ley 142 de 1994, lo dispuesto por el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, las normas de Ordenamiento Territorial y las demás reglamentaciones del Municipio de Algeciras. Para el efecto deberán adicionalmente cumplir con todas las condiciones establecidas para la infraestructura de telecomunicaciones a nivel de terreno

Artículo 2 Ámbito de aplicación

Están incluidas en el ámbito de aplicación de este Decreto las infraestructuras para redes de telecomunicaciones y los equipos transmisores y/o receptores de telecomunicaciones a ellas adheridas, susceptibles de generar campos electromagnéticos en el rango de frecuencia de entre 9 KHz a 300 GHz que se encuentren situadas en el Municipio de Algeciras o que a futuro sean instaladas, y todas aquellas que por evolución de la tecnología cumplan con el mismo objetivo y mejoren las condiciones generales de operación

Artículo 3 definición y clasificación de uso del suelo compatible con infraestructura TIC.

La infraestructura TIC podrá instalarse en todas las clasificaciones y usos del suelo, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 9 de 1987, la Ley 388 de 1997, la Ley 1341 de 2009, la Ley 1753 de 2015 y el Decreto 1078 de 2015, así como las que las modifiquen, adicionen, sustituyan o reglamenten.

Proceso de instalación de torres y requisitos.

Para las zonas urbanas se deben cumplir los siguientes requisitos

- la torre debe tener más de 12 metros de altura

- solicitud de instalación ante la dirección de obras municipales.
- Propuesta de costo total del proyecto
- Certificados de correos que acredite a la comunidad donde se quiere instalar la antena
- Certificado de dirección general de aeronáutica civil que acredite la altura de la torre

Intensidad de señal.

en medio en dbm medidos en escala logarítmica ya que este suele ser de manera más precisa de conocer las señales inalámbricas tanto para redes móviles como para redes wifi este valor va desde cero a valores situados en 120 dbm por lo que a partir de -120 dBm sin señal, entre -120 y -104 dBm: bajísima cobertura (empezaremos a tener problemas para realizar llamadas), entre -103 y -98 dBm: baja cobertura entre -97 y -90 dBm: cobertura media, entre -89 y -77 dBm: muy buena Entre -76 y -60 dBm: excelente cobertura. (García, 2018)

Parámetros de las antenas

Las antenas tienen ciertas características particulares propias de esta clase de dispositivos, las cuales se deben analizar de cara al tipo de diseño que se espera o desea conseguir. Las antenas están constituidas por elementos metálicos (conductores) que pueden tener formas diversas según los requerimientos de las aplicaciones en las cuales se van a usar, dichas características de las antenas se describen a continuación.

Impedancia

La impedancia de entrada de una antena se define como la relación existente entre la tensión y corriente en sus terminales, la cual presenta una parte real y una parte imaginaria, ambas dependientes de la frecuencia

Adaptación

Habitualmente las antenas se conectan a través de una línea de transmisión o directamente a los transmisores y receptores.

Intensidad de radiación

Se define la intensidad de radiación como “la potencia radiada de la antena por unidad de ángulo sólido”. La intensidad de radiación es un parámetro del campo lejano y se obtiene del producto de la densidad de radiación con el cuadrado de la distancia.

Patrón de radiación

Los parámetros importantes en un diagrama de radiación son:

- Dirección de apuntamiento: Es la de máxima radiación. Directividad y Ganancia.

- **Lóbulo principal:** Es el margen angular en torno a la dirección de la máxima radiación.
- **Lóbulos secundarios:** Son el resto de los máximos relativos, de valor inferior al principal.

Ganancia

Una de las medidas más útiles que describe el funcionamiento de una antena es la ganancia. Aunque está estrechamente relacionada con la directividad, es una medida que tiene en cuenta la eficiencia de la antena y sus capacidades direccionales. Entonces la ganancia de una antena (en una dirección dada) se define como “la relación de la intensidad, en una dirección dada, y la intensidad de la radiación que se obtendría si la potencia a la entrada de la antena se irradiara por una antena isotrópica.

Eficiencia

Se define la eficiencia como la relación de potencia radiada y potencia entregada a la antena, está puede ser también definida a partir de la relación entre ganancia y directividad.

Ancho de banda

Se define el ancho de banda de una antena como “el rango de frecuencias en el cual el rendimiento de la antena, respecto a algunas características, se ajusta a un estándar especificado.” El ancho de banda puede ser considerado como el rango de frecuencias

Antena transmisora

Se realiza la búsqueda de las antenas más cercanas a Buenavista Boyacá, utilizando la ampliación antenas de celular.

Operador de telefonía celular más cercana a Buenavista.

Vía maripi coper

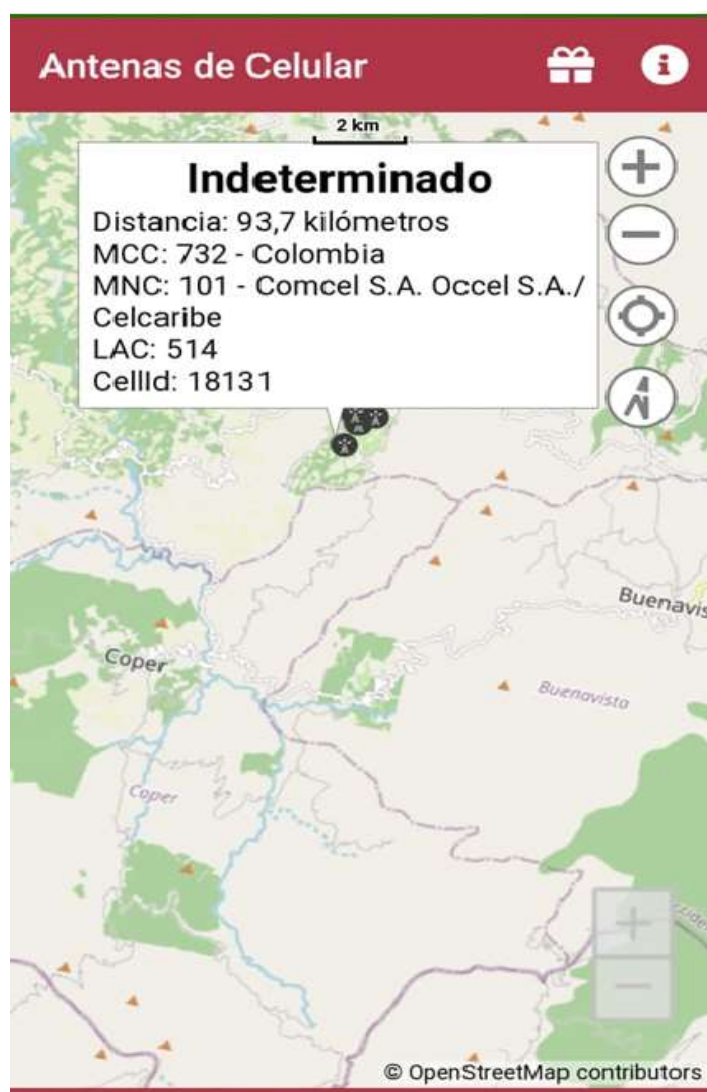


Figura 7. Antena más cercana de claro. CRC (2020)

Teniendo en cuenta que se necesita una antena en el municipio de Buenavista para recibir la señal al 100%, y como los operadores aún no la han instalado cerca al municipio, o en el municipio, es necesario ubicar la más cercana y para este caso, se localizó en el municipio de Coper vecino a Buenavista a 93.7 km, la antena satelital perteneciente a la telefonía claro.

Implementación de antena xirio. Se realiza montaje de antena más cercana, que nos permitirá generar la transmisión del servicio

Dirección de la antena

Vía maripi coper

2. Bosquejo de la red móvil que nos permitirá tener una red estable en Buenavista

Boyacá

Con ayuda de aplicación xirio se diseña una red móvil en el municipio de Buenavista Boyacá, se implementará una antena con las siguientes características:

























Propiedades de patrón de radiación.

En la tabla 2 se pueden observar los datos que se utilizaron, para general el patrón de radiación, en la figura 9 se puede evidenciar el patrón de radiación resultante de los datos obtenidos.

Tabla 2.

Datos patrón de radiación

Azimut	Atenuación	
0.00	0.00	 
10.00	-1.00	 
20.00	-2.00	 
30.00	-3.00	 
40.00	-6.00	 
50.00	-10.00	 
60.00	-15.00	 
70.00	-22.00	 
80.00	-24.00	 
90.00	-25.00	 
100.00	-24.00	 
110.00	-22.00	 

Azimut	Atenuación	
120.00	-15.00	 
130.00	-10.00	 
140.00	-6.00	 
150.00	-3.00	 
160.00	-2.00	 
170.00	-1.00	 
180.00	0.00	 
190.00	-1.00	 
200.00	-2.00	 
210.00	-3.00	 
220.00	-6.00	 
230.00	-10.00	 



















Azimut	Atenuación	
240.00	-15.00	 
250.00	-22.00	 
260.00	-24.00	 
270.00	-25.00	 
280.00	-24.00	 
290.00	-22.00	 
300.00	-15.00	 
310.00	-10.00	 
320.00	-6.00	 
330.00	-3.00	 
340.00	-2.00	 
350.00	-1.00	 
1 2 3		

Figura 8. Datos patrón de radiación aplicación web. Elaboración propia.

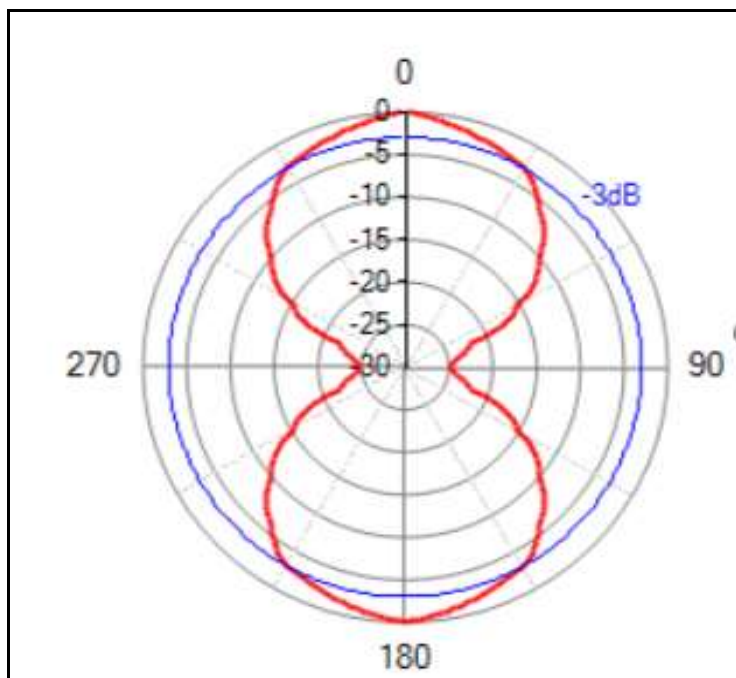


Figura 9. Grafica de patrón de radiación aplicación web. Elaboración propia.

Ficha técnica de antena utilizada.

En la figura 10 se puede evidenciar la ficha técnica de la antena utilizada para el simulacro

HGO-3G - Multi Band Base Station Antenna

DESCRIPTION

Multi band omni-directional base station antenna conceived for GSM 900/1800 dual-band, UMTS and W-LAN systems. Thanks to its very new (patent pending) electrical structure the antenna guarantees high gain on both bands. It is protected by thermoplastic UV stabilized material for the best robustness and long life. It is supplied with plastic bracket and fixing hardware for an easy installation on the mast or on the wall and it comes with 5m low loss cable with an SMA male connector.

Electrical Data

Type	Multi Band Dipole Array
Frequency Range	GSM 900&1800: 880-960 & 1710-1880 MHz UMTS: 1920-2170 MHz WLAN: 2400-2485 MHz
Impedance	50 Ω
Radiation (H-plane)	360° Omnidirectional
Radiation (E-plane)	Beamwidth @ -3dB = see diagrams
Radiation angle deg	0°
Polarization	Linear Vertical
Gain	5 dBi for GSM 900&1800 and WLAN 6 dBi for UMTS
Max Power (CW) @ 30°C	20 Watts for GSM 900&1800 6 Watts for UMTS & W-LAN
Cable Type / Length	White Low Loss / 5m
Connector	SMA-Male

Mechanical Data

Materials	Thermoplastic UV Stabilized Grey RAL 7035, galvanized steel hardware
Wind Load @150 km/h	36 N
Wind Resistance	200 Km/h
Wind Surface	0.02 m ²
Operating temperature	-20°C to + 80°C
Dimensions (approx.)	335 x 166 x 144 mm with bracket
Weight (approx.)	350g
Installation Type	Mast: \varnothing 25-42 mm with U-bolt (included) Wall: mounting screw (not included)



TYPICAL S.W.R. RESPONSE

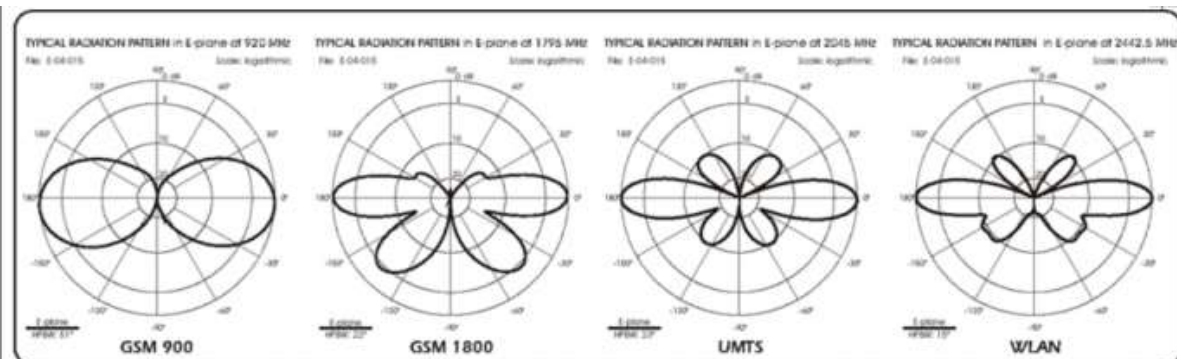
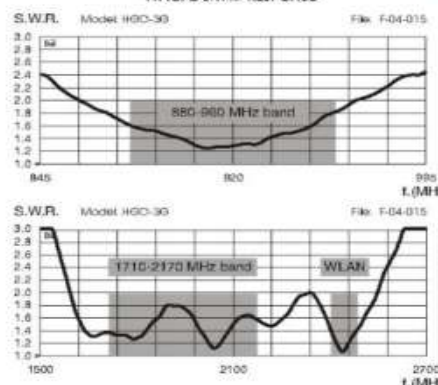


Figura 10. Configuración de antena. 4GONSolution (2020)

Implementación de antena xirio

1.1 En la figura 11 se realiza implementación de la antena con las configuraciones indicadas, la antena que se implemente en el área urbana del municipio Buenavista contactará y generará cobertura de los municipios indicados y municipios cercanos, para esto se dispone de equipos transmisores y receptores de radio en una banda de frecuencia de 1880 MHz.



Figura 11. Implementación de antena. Aplicación web, Elaboración propia.

1.2 En la figura 12 se puede evidenciar la cobertura que genera la antena interpuesta en el municipio, se valida que cubre municipios como Buenavista, El Imperio y El Cedro.

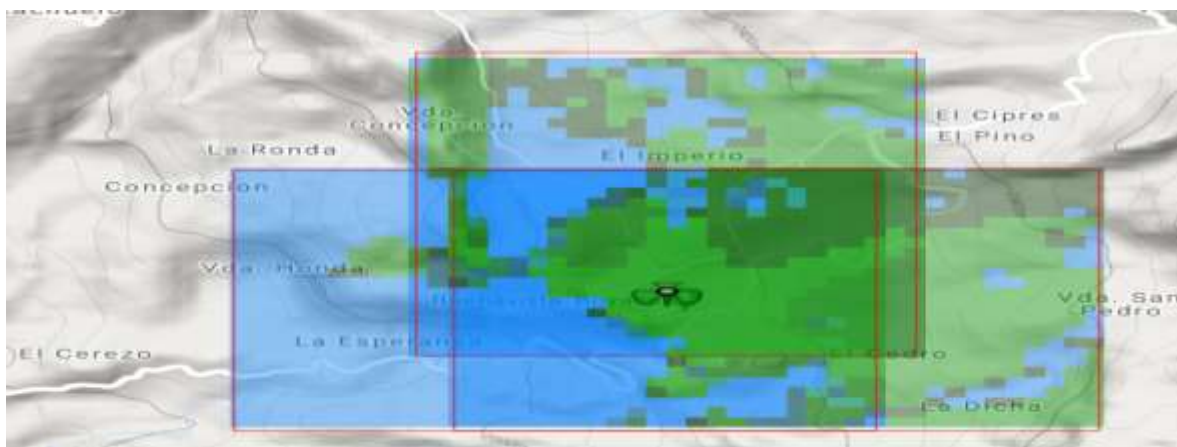


Figura 12. Cobertura. Aplicación web, Elaboración propia.

En la figura 13 se evidencia la potencia de señal generada por la antena, en la cual el color blanco no confirmaría señal, y el color verde son los lugares que más señal llega, como se puede evidenciar en el municipio de Buenavista, el cual cuenta con una excelente cobertura.

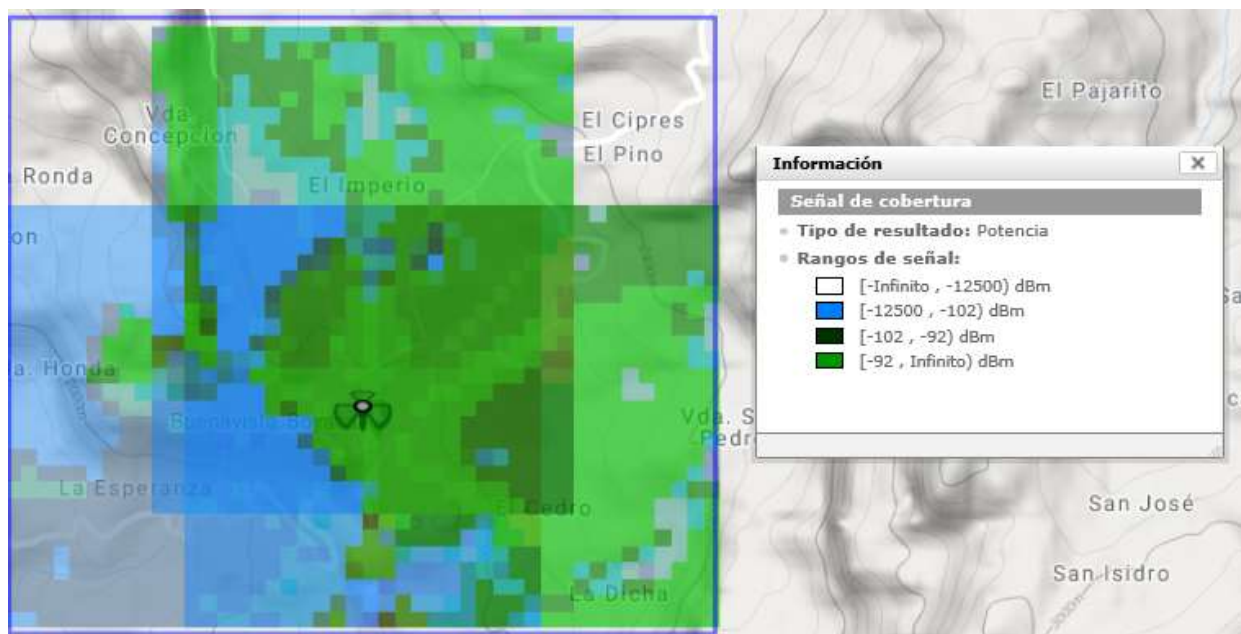


Figura 13. Potencia. Aplicación web, Elaboración propia.

En la figura 14 se evidencia el cálculo de las interferencias en la cual se evidencia niveles bajos de interferencia.

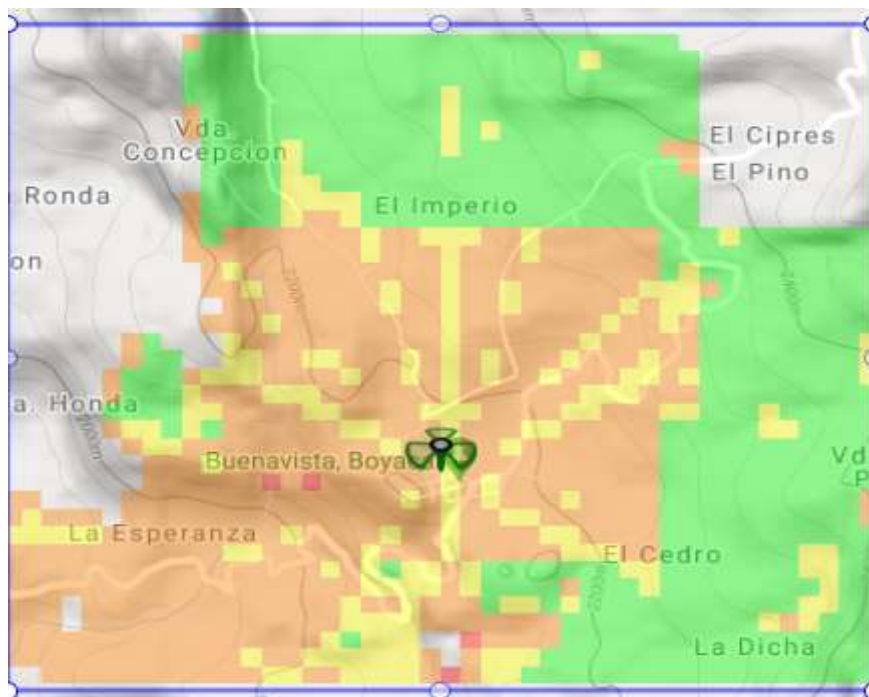


Figura 14. Interferencias. Aplicación web. Elaboración propia.

Arquitectura de red GSM

Para la instalación de las antenas es necesario los siguientes equipos.

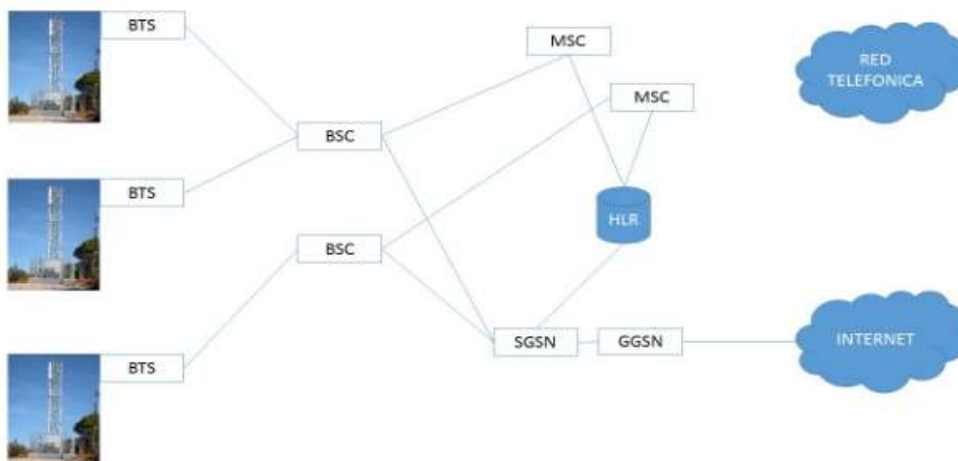


Figura 15. Arquitectura de red GSM. La Autora. Elaboración propia.

Para la conexión de antenas son esenciales los siguientes equipos

BTS

(Base Transceiver Station) se instala en la caseta que solemos ver a los pies de la torre de un emplazamiento. De la BTS salen los cables que emiten y reciben las señales y que se conectan a las antenas situadas en lo alto de la torre.

BSC

(Base Station Controller) a través de ella, pasa todo el flujo de comunicaciones. El elemento BSC controla el correcto funcionamiento de las BTSs conectadas, maneja la configuración de cada una de ellas e incluso participa activamente cuando un usuario móvil pasa de una BTS a otra (hand-over).

MSC

(Mobile Switching Center) Son las centrales de comunicación que establecen las llamadas de voz en las redes móviles. A este elemento se conectan tanto las BSCs como las RNCs, aunque solo reciben las llamadas de voz

HLR

(Home Location Register) Es el elemento de la red que almacena los datos de los usuarios. Para dar de alta un usuario en una red móvil se deben introducir los datos en el HLR correspondiente. En una red móvil suele haber un HLR por cada millón de abonados. Por lo tanto,

los elementos de la red móvil que consultan la información del usuario deben saber, según el usuario, cual es el HLR que contiene su información. La información almacenada es toda la información estática relativa al usuario como los desvíos o los servicios activados.

VLR

(Visitor Location Register), Aunque lógicamente es un elemento diferente realmente es parte de la MSC. En él se almacena la información de los abonados que están conectados en dicha MSC. Este elemento permite no tener que estar preguntando continuamente al HLR por la información de un abonado

EIR

(Equipment Identity Register) Su función es comprobar el identificador del dispositivo o IMEI

Torres de soporte de telefonía móvil

Como se ha comentado anteriormente, estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar. Las torres de telefonía móvil generalmente se fabrican en secciones y se arman en el terreno izando con grúas cada sección vertical a su lugar y asegurándola mediante pernos, si la altura lo permite en ciertos casos pueden ser auto elegible. Existen actualmente muchas compañías que se dedican a fabricar estas estructuras y muchas de ellas tienen sus modelos optimizados para que se tenga un correcto funcionamiento de la estructura, en donde los perfiles y ángulos varían de tamaño y espesor dependiendo de la altura de la estructura, y del lugar en donde se va a construir, afectando principalmente la velocidad del viento que exista en el lugar en cuestión

Tipos de torres soporte

Así, existen desde Torres Arriostradas (torres con tirantes), Torres Auto soportadas, monopolos, mástiles, entre otras, las cuales suelen estar compuestos por perfiles y ángulos de acero unidos por tornillos, pernos o remaches o por medio de soldadura. Estas estructuras podrán ser de diversas alturas, dependiendo de la altura requerida para poder suministrar un correcto funcionamiento.

Torres auto soportadas

Se definen como aquella estructura metálica autoestable reticulada que se puede soportar por sí misma, es decir no requiere de elementos externos para sostenerse como es el caso de las torres atirantadas, las cuales necesitan el casi de cable y/o riostras para mantenerse en pie. Este tipo de torres están diseñadas como una solución para un alto rango de aplicaciones, debido a su reducido

espacio y la gran altura, se utilizan desde los 12 metros a los 200m, como, por ejemplo: - Antenas telefonía móvil - Repetidores FM - Emisoras TV Las torres auto soportadas se dividen según el tipo de sección, en triangulares y cuadradas, estas a su vez se dividen en rectas y piramidales



Figura 16. Torre auto soportadas Diseño estructural. Elaboración propia (2019)

UPS

Este artefacto es una fuente de energía eléctrica que suministra o abastece al computador, está contiene una batería que seguirá emergiendo electricidad en el caso que haya un corte de luz o un problema eléctrico en la infraestructura

Radio enlaces

Se denomina radio enlace cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz (comunicaciones, 2016)

Concepto de diseño

Los radios enlaces de microondas su comunicación es en línea que implica que la antena en un extremo del radio enlace debe poder ver la antena del otro extremo, Un radio enlace está constituido por estaciones terminales y repetidoras intermedias, con equipos transceptores, antenas.

Arquitectura del radio enlace

ODU

Es la unidad RF compuesta de equipos de transmisión que se ubican en exterior que incluye típicas antenas, un bloque amplificador de bajo ruido y el transceptor,

IDU

Es un servicio de telecomunicaciones que recibe la señal IF desde odu e integra las funciones de procesamiento de señal este dispositivo se conecta con la red interna del usuario.

3. Complementación a la solución planteando una simulación con cargas de tráfico

Análisis de población inclusive para la utilización de la señal

El municipio de Buenavista Boyacá cuenta con 5759 habitantes, el 5% de los habitantes pertenecen a menores de 8 años. El municipio cuenta con un nivel socio económico medio con aproximadamente 4 personas por casa.

Tabla 3.

Análisis poblacional Buenavista

Habitantes totales	5789
Niños	5%
Total	5500

Habitantes totales	5759
Total, equipos	2550

Habitantes totales	5759
Total, equipos	5500

Habitantes totales	5759
Total, equipos	30000

Nota. Datos estadísticos basados en Alcaldía de Buenavista.

Carga de trafico

Calculo capacidad entorno bajo.

Para una frecuencia de 1880 MHZ en un entorno bajo, se le asignaron 2550 usuarios, de los cuales 1275 realizan 2 llamadas por hora con una duración de cada llamada de 180 s adicional, utilizan 16 sesiones de datos con un consumo cada una de 80 Mbits. Se evidencia que todo el tráfico fue posible atenderlo sin problema alguno.

Tabla 4.

Informe capacidad entorno bajo.

Nombre	N.º usuarios totales	N.º usuarios imposibles atender	Carga de tráfico estimada (%)	Ancho de banda máximo DL (kHz)	DL BW garantizado (kHz)	DL BW no garantizado (kHz)	Ancho de banda máximo UL (kHz)	UL BW garantizado (kHz)	UL BW no garantizado (kHz)
Tx Boyacá buenavista_S1 (1880 MHz)	2550	0	100	11112.24	71472.17 73178.06 75018.36	0 0 0	1923.43	227049.17	0
Tx Boyacá buenavista_S2 (1880 MHz)	2550	0	100	11112.24	70248.09 72100.72 73211.49	0 0 0	1923.43	227049.17	0
Tx Boyacá buenavista_S3 (1880 MHz)	2550	0	100	11112.24	69732.55 74934.73 79084.19	0 0 0	1923.43	227049.17	0

Nota. Autoría propia con aporte de aplicativo web

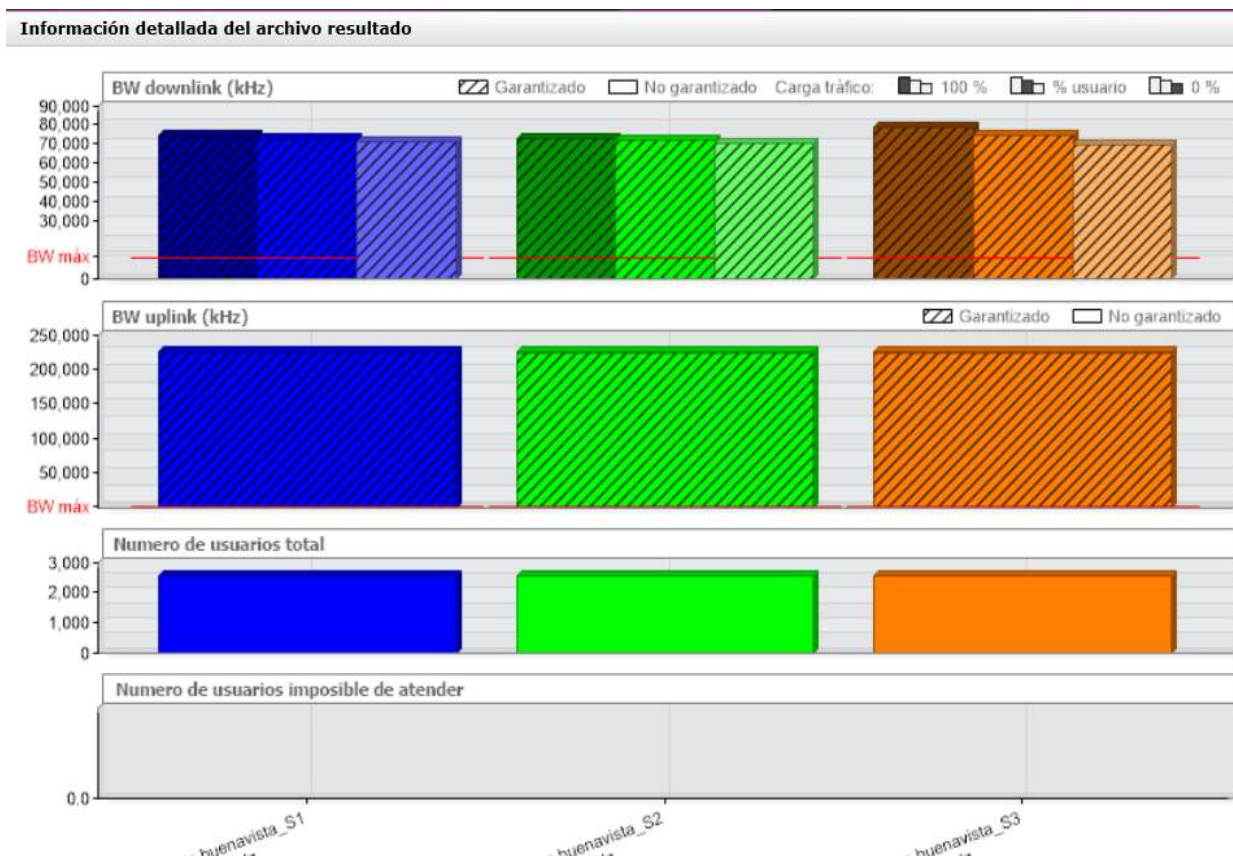


Figura 17. Resultados de análisis de cálculo entorno bajo aplicación web. Elaboración propia.

Calculo capacidad entorno medio

Para una frecuencia de 1880 MHz en un entorno medio, se le asignaron 5500 usuarios, de los cuales 2750 realizan 4 llamadas por hora con una duración de cada llamada de 360 s adicional utilizan 16 sesiones de datos con un consumo cada una de 160 Mbits y 2750 realizan 4 llamadas por hora con una duración de 720s, así como también y un consumo de datos 360 Mbit con 20 sesiones activas. Se evidencia que todo el tráfico pudo ser atendido sin problema alguno, así como se muestra en la figura 18

Tabla 5.

Informe capacidad entorno medio.

Nombre	N.º usuarios totales	N.º usuarios imposibles atender	Carga de tráfico estimada (%)	Ancho de banda máximo DL (kHz)	DL BW garantizado (kHz)	DL BW no garantizado (kHz)	Ancho de banda máximo UL (kHz)	UL BW garantizado (kHz)	UL BW no garantizado (kHz)
--------	----------------------	---------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------------	-------------------------	----------------------------

Tx Boyacá buenavista_S1 (1880 MHz)	5500	0	100	11112.24	780656.47 799289.13 819389.82	0 0 0	1923.43	2479950	0
Tx Boyacá buenavista_S2 (1880 MHz)	5500	0	100	11112.24	767286.5 787521.84 799654.29	0 0 0	1923.43	2479950	0
Tx Boyacá buenavista_S3 (1880 MHz)	5500	0	100	11112.24	761655.41 818476.36 863798.98	0 0 0	1923.43	2479950	0

Nota. Autoría propia con aporte de aplicativo web

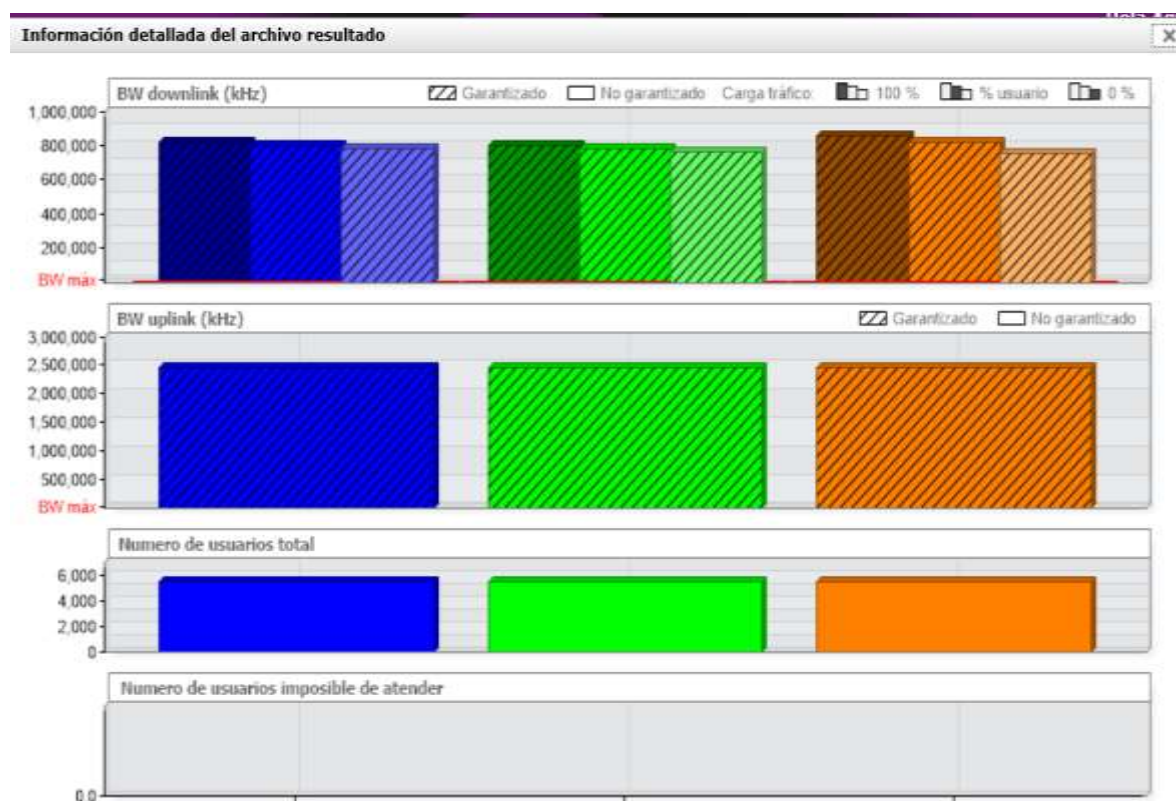


Figura 18. Resultados de análisis de cálculo entorno medio aplicación web. Elaboración propia.

Calculo capacidad entorno Alto.

Para una frecuencia de 1880 MHz en un entorno Alto, se le asignaron 5500 usuarios, de los cuales 15000 realizan 6 llamadas por hora con una duración de cada llamada de 360 s adicional utilizan 20 sesiones de datos con un consumo cada una de 600 Mbits y 1500 realizan 6 llamadas por hora con una duración de 720s, así como también y un consumo de datos 800 Mbit con 25 sesiones activas. Se evidencia que todo el tráfico pudo ser atendido sin problema alguno, así como se muestra en la figura 19

Tabla 6.

Informe capacidad entorno alto

Nombre	N.º usuarios totales	N.º usuarios imposibles atender	Carga de tráfico estimada (%)	Ancho de banda máximo DL (kHz)	DL BW garantizado (kHz)	DL BW no garantizado (kHz)	Ancho de banda máximo UL (kHz)	UL BW garantizado (kHz)	UL BW no garantizado (kHz)
Tx Boyacá buenavista_S1 (1880 MHz)	30000	0	100	11112.24	10505654.91 10756403.22 11026907.51	0 0 0	1923.43	33373833.33	0
Tx Boyacá buenavista_S2 (1880 MHz)	30000	0	100	11112.24	10325729.1 10598045.37 10761317.33	0 0 0	1923.43	33373833.33	0
Tx Boyacá buenavista_S3 (1880 MHz)	30000	0	100	11112.24	10249948.81 11014614.71 11624542.08	0 0 0	1923.43	33373833.33	0

Nota. Autoría propia con aporte de aplicativo web

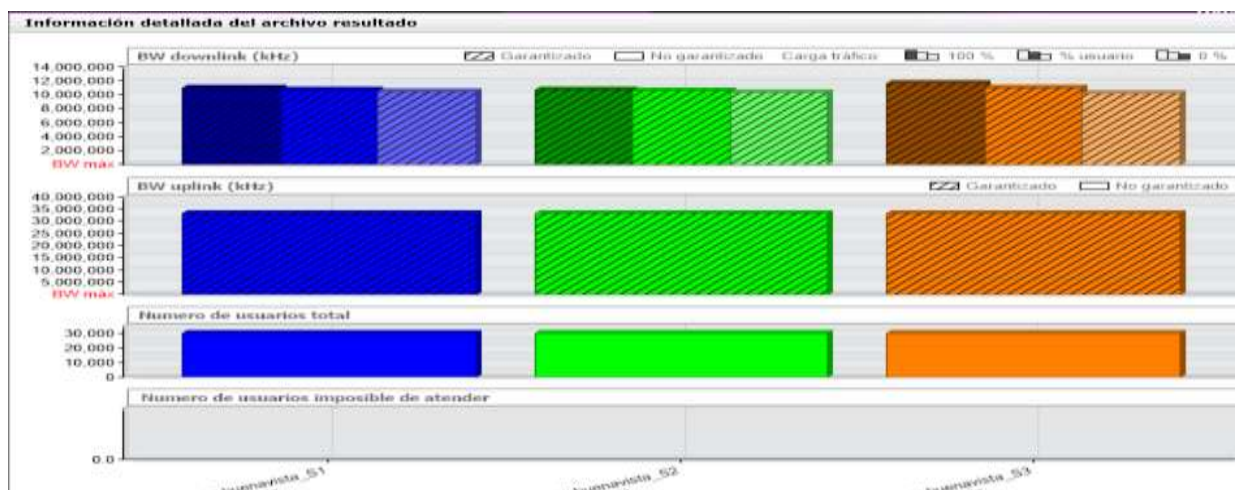


Figura 19. Resultados de análisis de cálculo entorno alto aplicación web. Elaboración propia.

Implantación de antena repetidora

En la figura 20 se realiza implementación una antena repetidora con las configuraciones indicadas, la antena que se implemente en el área urbana del municipio Esperanza Vereda Honda, lo que nos permitiera recibir la señal de la antena de Claro y transmitirla a la antena interpuesta en Buenavista y de esta manera poder dar señal a todo el municipio para esto se dispone de equipos transmisores y receptores de la radio en una banda de frecuencia de 1880 MHz.

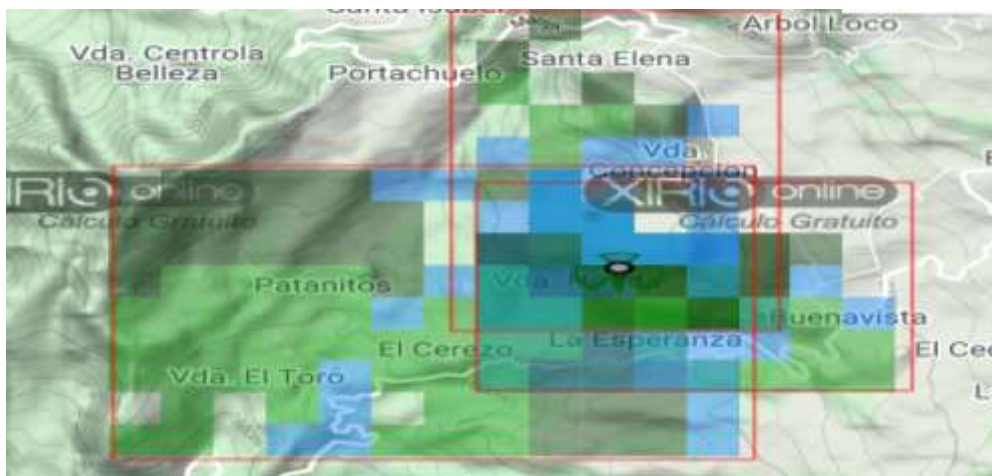


Figura 20. Antena repetidora aplicativo web. Elaboración propia.

Resultado de cobertura total

En la figura 21 se puede evidenciar el area de cobertura entre las antenas reseptora y la antena interpuesta en buenavista boyaca .



Figura 21. Resultados antena repetidora aplicativo web. Elaboración propia.

Implantacion de radio enlace

En las figuras numero 22 y 23 se puede evidenciar el montaje realizado en el radio enlace entre la antena repetidora y la antena hubica en en buennavista boyaca, como se puede evidenciar en la imagen el perfil topografico entre las dos antenas asi como el rayo directo en el cual nos indica que tenemos una exelente linea no se evidencian obstaculos en la line de vista.



Figura 22. Resultado radio enlace aplicativo web. Elaboración propia.

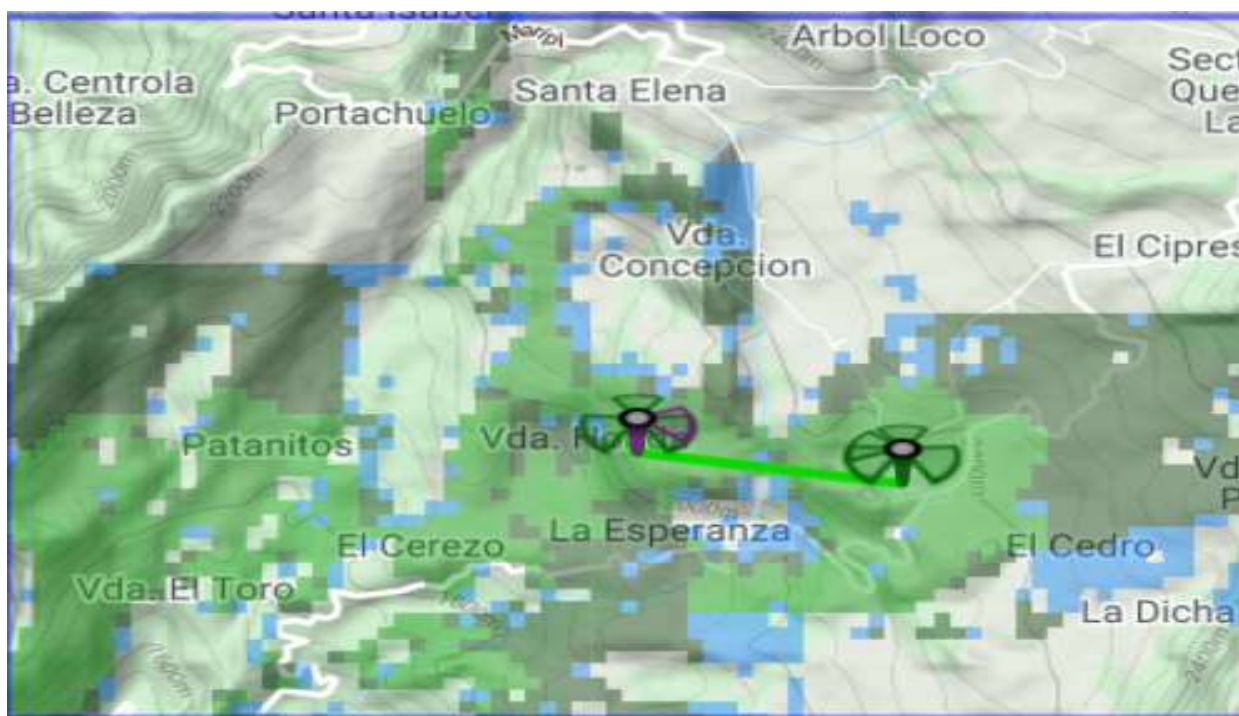


Figura 23. Montaje radio enlace aplicativo web. Elaboración propia.

Presupuesto

Equipo	Unidades.	Precio	Total
Estación base de doble banda VHF/UHF ANLI A-100 de radio.	2	\$24.682.262 c/u	\$49.364.524
Controladora de estación base	2	\$ 9.082.375 c/u	\$ 18.164.750
Torre	2	\$300.000.000 c/u	\$600.000.000
UPS	2	\$600.000 c/u	\$1.200.000
Arriendo lote.	2	\$2.000.000 c/u	\$4.000.000
Gastos Administrativos		\$50.000.000	\$50.000.000
Gastos varios		\$15.000.000	\$15.000.000
Cableado	100 m	\$21.000	\$21.000
Conectores		\$12.000	\$12.000
Mástil	1	\$60.000	\$60.000
Poe	1	\$150.000	\$150.000
Antena	1	\$704.000	\$704.000
Retransmisora de la Portadora	1	\$2.434.225	\$2.434.225
Total		\$404.745.862	\$ 741.110.499

Conclusiones

Según investigación realizada las comunicaciones móviles dentro del municipio de Buenavista Boyacá son preocupantes, ya que la recepción de las señales de las diferentes operadoras es demasiado débil, llegando a ser nula, debido a la lejanía en la que se encuentran las Antenas repetidoras.

Con el diseño de una red móvil en el municipio se puede evidenciar que al contar con el montaje de dos antenas podemos generar cubrimiento de cobertura en todo el municipio lo que permitiría brindar un buen servicio a la comunidad.

El montaje de esta red no presenta dificultades geográficas debido a que se cuenta con buena línea de vista lo que permite llevar la señal.

con la simulación de tráfico en diferentes entornos se pudo evidenciar que la red interpuesta soporta el tráfico generado por los habitantes actuales, así como futuros habitantes, lo que permitiría que cada uno de ellos contara con un buen servicio móvil.

Con la implementación de esta red se puede mejorar la calidad de servicio en todo el municipio de Buenavista contribuyendo a mejoras tales como son económicas, estar más en contacto con sus familiares a sí como mejorar sus conocimientos.

Referencias

- 4GONsolution. (2020). *4GONsolution*. Obtenido de 4GONsolution: <https://www.4gon.co.uk/hgo-3g-high-gain-antenna-p-5554.html>
- boyaca, G. d. (29 de Mayo de 2012). *Gobernacion de boyaca*. Obtenido de Gobernacion de boyaca: <https://www.boyaca.gov.co/localizacion/>
- Comisión regulacion de comunicaciones. (2020). *Comisión regulacion de comunicaciones*. Obtenido de Comisión regulacion de comunicaciones: <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/reas-de-cobertura-del-servicio>
- comunicaciones, R. (septiembre de 2016). *radio comunicaciones* . Obtenido de radio comunicaciones: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/#:~:text=Un%20radio%20enlace%20esta%20constituido,elementos%20de%20supervisi%C3%B3n%20y%20reserva>.
- CRC. (2020). *Comision de reguracion de comunicaciones*. Obtenido de Comision de reguracion de comunicaciones: <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/reas-de-cobertura-del-servicio>
- Gaona, E. (2014). Gaona. Politecnico.
- Ferro-Escobar, H. P.-P.-N.-L. (2003). *Penagos*. Barcelona.
- García, A. (2018). *Como conocer y entender la cobertura movil* . Ecosistema Huawei .
- Ministerio de tecnologia. (2009). *Ley 1341 de 2009 - MinTIC*. Obtenido de Ley 1341 de 2009 - MinTIC: https://mintic.gov.co/portal/604/articulos-8580_PDF_Ley_1341.pdf
- Mintic. (2019). *instalacion y regulacion de la infraestructura y redes de telecomunicaciones*. Obtenido de instalacion y regulacion de la infraestructura y redes de telecomunicaciones.: https://www.mintic.gov.co/despliegue_infraestructura/D_41020.pdf
- Nacional, R. (2014). Ciudades con la peor señal de celular. pág. 1.
- Tes america. (febrero de 2019). *Tes america* . Obtenido de Tes america : <https://www.tesamerica.com/tipos-antenas-funcionamiento/>
- Uniagustiniana (2020). *Uniagustinaina*. Obtenido de Uniagustinaina: <https://twitter.com/uniagustoficial>
- Vergara, Y. (2014). *Amplicion de cobertura telefonia movil,tecnologia umts* . Obtenido de Amplicion de cobertura telefonia movil,tecnologia umts : <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/756/ampliacion%20de%20cobertura%20telefonia%20movil%20tecnologia%20umts%20y%20gsm%20con%20diseno%20i>

nblding%20en%20oficinas%20principales%20edificio%20direct%20tv%20bogota.pdf
?sequence=1