

**PROPUESTA DE ENLACE DE RADIOCOMUNICACIONES PARA ACCESO A  
INTERNET CON ALTERNATIVAS DE SOSTENIBILIDAD EN EL CENTRO DE  
DESARROLLO INTEGRAL DE QUIBA GUAVAL**

**BRAYAN ENRIQUE MARTÍNEZ CÁRDENAS  
DIEGO FERNANDO GARCÍA VELANDIA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
PREGRADO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ, D.C  
2020**

**PROPUESTA DE ENLACE DE RADIOCOMUNICACIONES PARA ACCESO A  
INTERNET CON ALTERNATIVAS DE SOSTENIBILIDAD EN EL CENTRO DE  
DESARROLLO INTEGRAL DE QUIBA GUAVAL**

**BRAYAN ENRIQUE MARTÍNEZ CARDENAS  
DIEGO FERNANDO GARCÍA VELANDIA**

**TRABAJO DE GRADO**

**DIRECTOR:  
ING. JULIANA ALEJANDRA ARÉVALO HERRERA**

**CODIRECTOR:  
PhD. ANGELA TATIANA ZONA ORTÍZ**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
PREGRADO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ, D.C  
2020**

*Le dedico este proyecto y logro a mi familia, especialmente a mis padres; Ana verónica Cárdenas Cardenas y Luis Enrique Martínez Herrera por el compromiso, apoyo y fortaleza brindados en los mejores y peores momentos a lo largo de este proceso.*

*Dedico este proyecto a mi familia, en especial a mis padres; Juan Guillermo García Coronado, Johanna Velandia Otalora, por el apoyo y orientación brindada a lo largo de mi formación académica.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Me permito demostrar mi eterna gratitud a todos aquellos que contribuyeron a que hoy pueda culminar esta etapa de formación profesional, a la Universidad Santo Tomás, a las ingenieras Juliana Arévalo y Tatiana Zona y a la Fundación Social por Bogotá. Agradezco a mi familia por el apoyo y compromiso constante, al centro de evangelización y cultura, por su contribución en mi formación profesional y personal.

Agradezco primero que todo a Dios, quien permite que todos estos logros sean realidad, agradezco a mi familia por el apoyo a lo largo de mi carrera, agradezco a las ingenieras Juliana Arévalo y Tatiana Zona, por el compromiso, la paciencia y el acompañamiento durante el desarrollo de este proyecto, a la Fundación Social por Bogotá y a la universidad Santo Tomás por brindarme la formación con su cuerpo docente y sus instalaciones donde pude desarrollarme como ingeniero de telecomunicaciones.

## Tabla de contenido

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ACRÓNIMOS                                                                              | 7  |
| RESUMEN                                                                                | 8  |
| ABSTRACT                                                                               | 8  |
| INTRODUCCIÓN                                                                           | 9  |
| MARCO GENERAL DEL PROYECTO                                                             | 10 |
| OBJETIVOS                                                                              | 10 |
| ALCANCE                                                                                | 10 |
| METODOLOGÍA                                                                            | 11 |
| Diseño del enlace                                                                      | 11 |
| Análisis de sostenibilidad                                                             | 12 |
| Tabla comparativa de las alternativas para la sostenibilidad                           | 12 |
| Montaje y documentación del servidor de gestión de la red LAN, manuales administración | 12 |
| 1. DISEÑO DEL RADIOENLACE PARA INTERNET                                                | 13 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL RADIOENLACE                                                       | 13 |
| 1.1.1 Parámetros                                                                       | 13 |
| Coordenadas de los sitios a enlazar                                                    | 13 |
| Frecuencia utilizada                                                                   | 13 |
| Perfiles topográficos y simulación del enlace                                          | 14 |
| 1.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD                                                           | 18 |
| 1.2.1. Requerimientos                                                                  | 21 |
| 2. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD                                                          | 24 |
| 2.1. IMPACTO AMBIENTAL                                                                 | 24 |
| 2.1.1. Radiación y utilización del espectro                                            | 25 |
| 2.1.2. Obra civil                                                                      | 25 |
| 2.2. IMPACTO SOCIAL                                                                    | 25 |
| 2.2.1. Educación                                                                       | 26 |
| 2.2.2. Oportunidades                                                                   | 27 |
| 2.3. IMPACTO ECONÓMICO                                                                 | 27 |
| 3. ALTERNATIVAS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL RADIOENLACE                                  | 28 |
| 3.1. PAGO POR USO                                                                      | 28 |
| 3.2. E-COMMERCE Y MONETIZACIÓN VIRTUAL POR VENTA DE ARTESANÍAS                         | 30 |
| 3.3. CANAL DE YOUTUBE                                                                  | 32 |

|        |                                                                                          |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.   | ANALISIS DOFA                                                                            | 34 |
| 3.4.1. | DOFA Pago por uso                                                                        | 34 |
| 3.4.2. | DOFA E-Commerce y monetización virtual para la venta de artesanías                       | 35 |
| 3.4.3. | DOFA canal de YouTube                                                                    | 35 |
| 4.     | MONTAJE Y DOCUMENTACIÓN DEL SERVIDOR DE GESTIÓN DE LA RED LAN, MANUALES Y ADMINISTRACIÓN | 36 |
| 4.1.   | TOPOLOGÍA DE LA RED                                                                      | 36 |
| 4.2.   | PRUEBAS                                                                                  | 37 |
| 4.3.   | SERVIDOR OPEN SOURCE                                                                     | 41 |
| 5.     | ANEXOS                                                                                   | 42 |
|        | CONCLUSIONES                                                                             | 43 |
|        | REFERENCIAS                                                                              | 45 |

### **Lista de tablas**

|           |                                                                     |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.  | Coordenadas de los puntos a enlazar.                                | 13 |
| Tabla 2.  | Bandas de frecuencias libres, aplicaciones y limitaciones.          | 14 |
| Tabla 3.  | Características principales para el montaje del radio.              | 17 |
| Tabla 4.  | Proveedores a contactar para cotizar el enlace.                     | 18 |
| Tabla 5.  | Respuesta a cotización por parte de Dielcom.                        | 20 |
| Tabla 6.  | Posible CAPEX del radioenlace.                                      | 21 |
| Tabla 7.  | Posible OPEX del radioenlace.                                       | 22 |
| Tabla 8.  | Alternativas de pago planteadas para la sostenibilidad del enlace.  | 28 |
| Tabla 9.  | Balance anual a partir de las alternativas de pago planteadas.      | 29 |
| Tabla 10. | Equipos para la prueba A                                            | 35 |
| Tabla 11. | DOFA Pago por uso.                                                  | 34 |
| Tabla 12. | DOFA E-Commerce y monetización virtual para la venta de artesanías. | 35 |
| Tabla 13. | DOFA Cnal de YouTube.                                               | 35 |

### **Lista de ilustraciones**

|                |                                                    |    |
|----------------|----------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. | Cámara de Comercio de Bogotá sede primera de mayo. | 15 |
| Ilustración 2. | Simulación en Radio Link                           | 16 |
| Ilustración 3. | Simulación en airLINK                              | 16 |
| Ilustración 4. | Simulación en link budget calculator radwin.       | 17 |
| Ilustración 5. | Diagrama de radiación del enlace.                  | 18 |
| Ilustración 6. | Tasa de Cambio 14/08/2019                          | 22 |
| Ilustración 7. | Topología de red                                   | 34 |
| Ilustración 8. | Potencia de prueba A                               | 36 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 9. Simulación prueba B                              | 36 |
| Ilustración 10. Características técnicas de la antena           | 37 |
| Ilustración 11. Características de la conexión del radioenlace. | 38 |

## ACRÓNIMOS

CDI: Centro de Desarrollo Integral

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación

LAN: *Local Area Network*

TI: Tecnologías de la información

ONU: Organización de las Naciones Unidas

ANE: Agencia Nacional del Espectro

CCB: Cámara de Comercio de Bogotá

CAPEX: Inversión en capital.

MOOC: Massive Online Open Sources

OPEX: Gasto operativo.

CCCE: Cámara Colombiana de Comercio Electrónico

PIB: Producto Interno Bruto

CBI: Centro para la Promoción de importaciones de Países en Desarrollo

OpenShot: Editor de video.

ISP: Internet Service Provider

TX: Transmisión

RX: Recepción

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

ICMP: Internet Control Message Protocol

## **RESUMEN**

En este documento, se propone un radioenlace de comunicaciones como solución para dar acceso a internet al Centro de Desarrollo Integral Quiba, Guaval en Ciudad Bolívar, donde se lleva a cabo un estudio de factibilidad el cual se compone del diseño de la solución, análisis legal, cotizaciones e identificación de impactos. Para tal fin, se utilizan diferentes herramientas que permiten tener una visión más clara del impacto que genera en cada ámbito que se plantea en el proyecto. Uno de estos es el impacto ambiental donde hace uso de la matriz de Leopold la cual sirve para identificar el nivel de impacto de las actividades de manera cuantitativa. Además, se propone una serie de alternativas de sostenibilidad orientadas a la solución. Finalmente, se encuentran las pruebas realizadas, montajes y manuales para el manejo de la solución.

**Palabras Clave:** Radioenlace; Análisis de impacto; sostenibilidad.

## **ABSTRACT**

In this document, a radio communication link is proposed as a solution to provide internet access to the Quiba Integral Development Center, Guaval in Ciudad Bolívar, where a feasibility study is carried out, which consists of the design of the solution, legal analysis, quotes and impact identification. For this purpose, different tools are used that allow a clearer vision of the impact it generates in each area that is considered in the project. One of these is the environmental impact where it makes use of the Leopold matrix which serves to identify the level of impact of the activities in a quantitative way. In addition, a series of solution-oriented sustainability alternatives are proposed. Finally, there are the tests carried out, assemblies and manuals for handling the solution.

**Keywords:** Radio link; Impact analysis; sustainability.

## INTRODUCCIÓN

El Desarrollo Comunitario es esencial para el crecimiento del país en los sectores más vulnerables de la sociedad. Por parte del Ingeniero de Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomás, al ser de una formación humanista se debe preocupar e interesar por las comunidades vulnerables, proponiendo proyectos para mejorar el estilo de vida o generar una mejor educación. Por lo tanto, este trabajo se enfoca en plantear la implementación de soluciones de comunicaciones tecnológicas en una zona rural. Es así, como diferentes entes privados y públicos velan por mejorar las condiciones de las personas, llevándolos a ser parte de diferentes proyectos. Un ejemplo claro de esto, es la implementación de kioscos en zonas rurales que ofrecen servicio de internet<sup>[1]</sup>. Generando interés en productividad tecnológica que aporte al desarrollo de la comunidad del Centro de Desarrollo Integral de Quiba Guabal.

Por lo tanto, se propone un radioenlace de comunicaciones con alternativas sostenibles que comunique la fundación Social por Bogotá de la vereda Quiba Guabal ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, con la Cámara de Comercio de Bogotá ubicada en la primera de mayo con avenida 68. Dando la oportunidad a la comunidad del Centro de desarrollo Integral Quiba Guaval (que sirve alrededor de 90 niños) de disfrutar de las herramientas de internet. Desarrollando nuevos conocimientos gracias a esta posible implementación, como se expone en el transcurso de este documento, además de propuestas para el mantenimiento del radioenlace.

Estas propuestas se realizan para que, en el futuro, el proyecto sea sostenible tanto al nivel económico, social y hoy en día una de las partes más importantes en un proyecto, la sostenibilidad ambiental donde para este caso, se desarrolla un análisis por medio de la matriz de Leopold. Dicha herramienta permite identificar de manera cualitativa los valores que puede tomar cada impacto y cuantitativa, los impactos que pueden llegar a tener un proyecto, de lo cual se habla con mayor profundidad en el capítulo de análisis de sostenibilidad.

## **MARCO GENERAL DEL PROYECTO**

La vereda Quiba cuenta con un área total de 1.050,79 hectáreas y un 10,94% de participación sobre el suelo rural de la localidad. La vereda limita al norte con la zona urbana de la Localidad de Ciudad Bolívar, al occidente con el municipio de Soacha, al sur con la Vereda de Quiba Alto y al oriente con las veredas de Mochuelo Bajo. La zona es un santuario de la flora y fauna propia de los suelos semiáridos de la localidad. Guabal se encuentra ubicado a 45 minutos del área urbana más cercana sobre la vía principal, sobre las coordenadas 4.541743, -74.171606 con un margen radial de 50 metros de calibración. El Centro de Desarrollo Integral Quiba atiende a alrededor de 90 niños y niñas en las que se brinda el servicio en el CDIT Quiba. La comunidad está compuesta por profesores y Carabineros de la Policía Nacional que atienden el colegio de Educación Básica Primaria de Quiba, ubicado en el edificio contiguo a el CDI.

Para el desarrollo de este proyecto se realizaron diferentes visitas al Centro de Desarrollo Integral, con el fin de adecuar la sala de informática donada por la Cámara de Comercio de Bogotá con el objetivo de impartir mini-cursos de ofimática apoyando al centro de proyección social dirigido por la docente de la Universidad Santo Tomás, Juliana Alejandra Arévalo Herrera. En estas visitas se identificó la ausencia de internet en el CDI ya que ningún proveedor de servicios cuenta con cobertura hasta tal lugar, por lo tanto, se propuso el diseño de un radioenlace de comunicaciones con alternativas sostenibles que conectará a la Cámara de Comercio de Bogotá con la fundación Social por Bogotá de Quiba Guaval permitiendo la conectividad a internet en la sala de cómputo y en el CDI.

## **OBJETIVOS**

Proponer un diseño de un enlace de radiocomunicaciones para acceso a Internet con alternativas de sostenibilidad en el Centro de Desarrollo Integral de Quiba Guaval.

- Diseñar un enlace de comunicación de radio frecuencia para el enlace fijo de Internet con los requerimientos técnicos para el centro de desarrollo integral de Quiba Guaval.
- Identificar los impactos sociales, económicos y ambientales que generaría la implementación del enlace y hacer la presentación a los líderes de la comunidad.
- Plantear alternativas que permitan la sostenibilidad del enlace propuesto para el CDI de Quiba Guaval.
- Implementar herramientas para la gestión de red LAN y conexión a Internet del aula de sistemas del CDI utilizando software libre.

## **ALCANCE**

1. Diseño del enlace.
2. Análisis de sostenibilidad por medio de revisión de impactos social, económico y ambiental.
3. Tabla comparativa de las alternativas para la sostenibilidad.
4. Montaje y documentación del servidor de gestión de la red LAN de la sala de sistemas del CDIT Quiba Guaval, manuales administración.

## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de la propuesta del enlace, se realizará una profundización en el CDI de la vereda de Quiba Guaval para saber su situación actual y en qué condiciones se encuentra. A través del planteamiento de un proyecto de desarrollo comunitario para el uso y apropiación de las tecnologías de comunicaciones (radioenlace) en la comunidad. Partiendo de esto, se van a comparar oportunidades para integrar organizaciones e iniciativas actualmente en desarrollo de TI para proporcionar una conexión de internet en la comunidad.

Se han establecido una serie de fases las cuales se van a llevar a cabo a medida que se desarrolla el proyecto después de identificar la problemática y establecer los objetivos, basado en eso, las fases son las siguientes.

### **Diseño del enlace**

- Reconocimiento del sitio. (en campo)  
Para hacer el reconocimiento del sitio, se hará una visita a las instalaciones con las que cuenta el CDI para identificar el estado en el que se encuentra y su equipamiento. Se busca generar un esquema del sitio.
- Generación del perfil.  
Para identificar si el proyecto es viable en la zona seleccionada, se realizarán encuestas a la comunidad para analizar las necesidades que se presentan y plantear posibles soluciones para incentivar a la comunidad en el manejo de las TIC.
- Estudio de mercado.  
Después de haber establecido el diseño del enlace, se hará la cotización de los equipos necesarios y se calculará el presupuesto necesario para la implementación del sistema. Adicionalmente, se seleccionarán ciertas empresas pertenecientes al sector de TI las cuales pueden estar interesadas en los datos pertenecientes al enlace y puedan invertir en ellos para así lograr la autosostenibilidad del proyecto.
- Identificación de licencias de espectro necesarias para montar la infraestructura. (permisos de instalación en alturas, etc.)

## **Análisis de sostenibilidad**

- Se presenta una solución técnico-económica a la conectividad del área para que su comunidad logre interactuar de una forma más dinámica con el mundo virtual.
- Se plantean diferentes maneras para el sostenimiento del enlace como lo son los modelos de manufactura, industria, comunidad paga por servicio, cultivo y ecoturismo.

## **Tabla comparativa de las alternativas para la sostenibilidad**

- Identificación de alternativas para sustentabilidad económica basado en las características de la comunidad.
- Caracterizar alternativas a partir de indicadores como retorno de inversión.
- Evaluar las diferentes alternativas.

## **Montaje y documentación del servidor de gestión de la red LAN, manuales administración**

- Identificación de software de código abierto para la gestión.
- Selección de diseño, capacidad y topología de la red.
- Instalación sobre el computador disponible con mayor capacidad de cómputo del software, configuración básica.
- Pruebas solo LAN.
- Documentación necesaria para la red LAN

## 1. DISEÑO DEL RADIOENLACE PARA INTERNET

En este capítulo se abarcan todas las características necesarias para realizar el diseño de un radioenlace de comunicaciones, desde el punto de vista técnico y económico.

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL RADIOENLACE

Para el diseño del radioenlace se tuvo en cuenta la zona y la ubicación donde se estableció que la Cámara de Comercio de Bogotá ubicada en la Avenida Carrera 68 nro. 30-15 Sur, Bogotá. Este será el punto desde donde se transmitirá el servicio brindado por el proveedor de internet a contratar. Siguiendo a esto, se tiene la antena receptora en el CDI Quiba, Guabal el cual será el punto donde se distribuirá el servicio en la sala de sistemas de dicho lugar.

#### 1.1.1 Parámetros

##### Coordenadas de los sitios a enlazar

Para proceder a una simulación del enlace, se utilizan los software Radio Mobile, airLINK de Ubiquiti, link budget calculator radwin para levantar un perfil topográfico y analizar ciertos datos significativos que hacen parte del montaje del enlace. Datos como lo son la zona de Fresnel, las pérdidas, potencia de transmisión, potencia de recepción, velocidad, ancho de banda, entre otros.

Según los datos recolectados por medio de la herramienta Google Maps se determinaron las coordenadas del Centro de Desarrollo Integral de Quiba Guabal y la Cámara de Comercio de Bogotá como se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 1. Coordenadas de los puntos a enlazar.*

| Nodo                                        | Latitud      | Longitud       |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|
| Cámara de Comercio de Bogotá                | 4.60752<br>N | 74.130397<br>W |
| Centro de Desarrollo Integral Quiba Guabal. | 4.54178<br>N | 74.171848<br>W |

*Fuente: Autores.*

##### Frecuencia utilizada

Para definir la frecuencia de trabajo del radioenlace se analizó la resolución 711 [2] del 2016 en la cual se especifican las bandas de licencia libre y sus aplicaciones, a partir de esta resolución y del cuadro nacional de frecuencias de la ANE se desarrolla el contenido de la tabla 2, la cual permite determinar la frecuencia de trabajo. Por lo cual se escogió la banda de 5 MHz para la transmisión de datos.

*Tabla 2. Bandas de frecuencias libres, aplicaciones y limitaciones.*

| Banda de frecuencia libres (MHz) | Aplicación                                                       | Límites                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 915-928                          | WAS/RLAN                                                         | -Sistema que emplean por lo menos 50 canales de salto de frecuencia: 1W<br>-Sistema que emplean por lo menos 50 canales de salto de frecuencia, por lo menos 25 canales a: 0.25W |
| 2400-24483                       | WAS/RLAN                                                         | -Sistema que emplean por lo menos 75 canales de frecuencia no superpuestos: 1W<br>-para los demás sistemas de salto de frecuencia:0.125W                                         |
| 5150-5250                        | WAS/RLAN                                                         | -Potencia de salida máxima del transmisor: 50mW                                                                                                                                  |
| 5250-5350                        | WAS/RLAN                                                         | -Potencia de salida máxima del transmisor: 250mW                                                                                                                                 |
| 5470-5725                        | WAS/RLAN                                                         | -Potencia de salida máxima del transmisor: 250mW                                                                                                                                 |
| 5725-5850                        | WAS/RLAN                                                         | -Potencia de salida máxima del transmisor:<br>-Sistemas de salto de frecuencia 1W<br>-Sistemas de modulación digital 1W                                                          |
| 24050-24250                      | Aplicación para radiodeterminación enlaces fijos puntos a puntos | -100 mW (P.I.R.E)                                                                                                                                                                |
| 57000-66000                      | WAS/RLAN                                                         | -40 dBm (P.I.R.E)                                                                                                                                                                |

*Fuente: Agencia Nacional del Espectro (ANE) [3]*

### **Perfiles topográficos y simulación del enlace**

Para realizar el diseño del radioenlace se utilizaron los software Radio Mobile, airLINK de ubiquiti y link budget calculator radwin. Por medio de éstos se realizaron las

simulaciones de enlaces punto a punto, donde gracias a los software, se pudo descartar el primer punto escogido, el cual fue el colegio Amigos de la Naturaleza. Esto debido a que no contaba con línea de vista desde el Centro de Desarrollo Integral, por lo tanto, se escogió como punto la Cámara de Comercio de Bogotá ubicada en la carrera 68 con primera de mayo. Es de aclarar que una la antena transmisora estará ubicada en la terraza de la CCB.

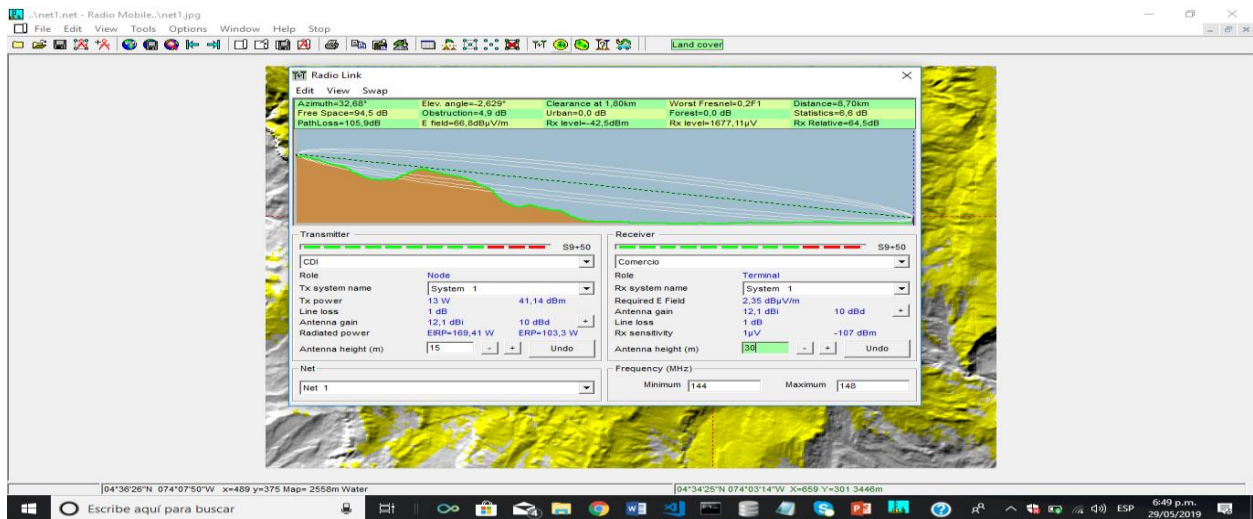
*Ilustración 1. Cámara de Comercio de Bogotá sede primera de mayo.*



*Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá [4]*

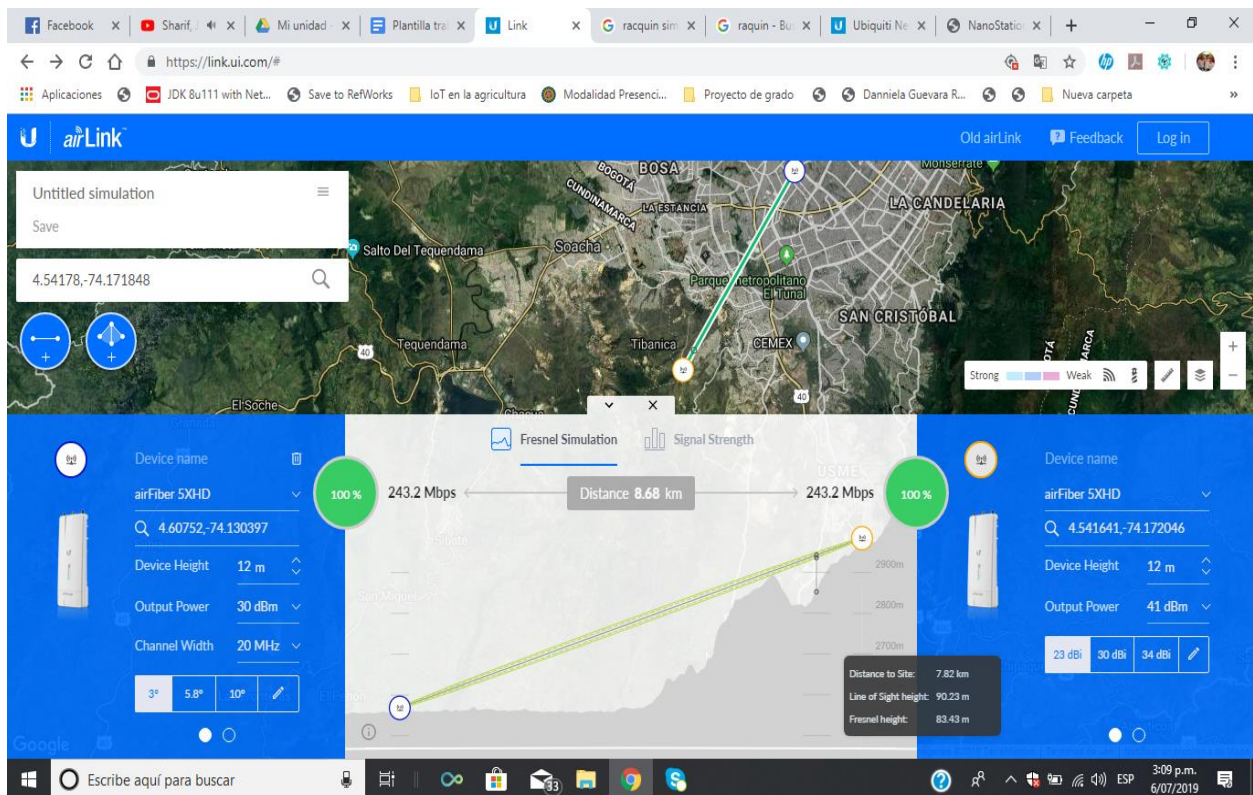
Una vez establecido el lugar donde se ubicará la antena transmisora, se procede a realizar la respectiva simulación en la que se observa que hay línea de vista entre estos dos puntos. Además de esto, los software permiten identificar las elevaciones del terreno ya que se observa que es un terreno altamente montañoso, como se muestran en las siguientes figuras.

*Ilustración 2. Simulación en Radio Link*



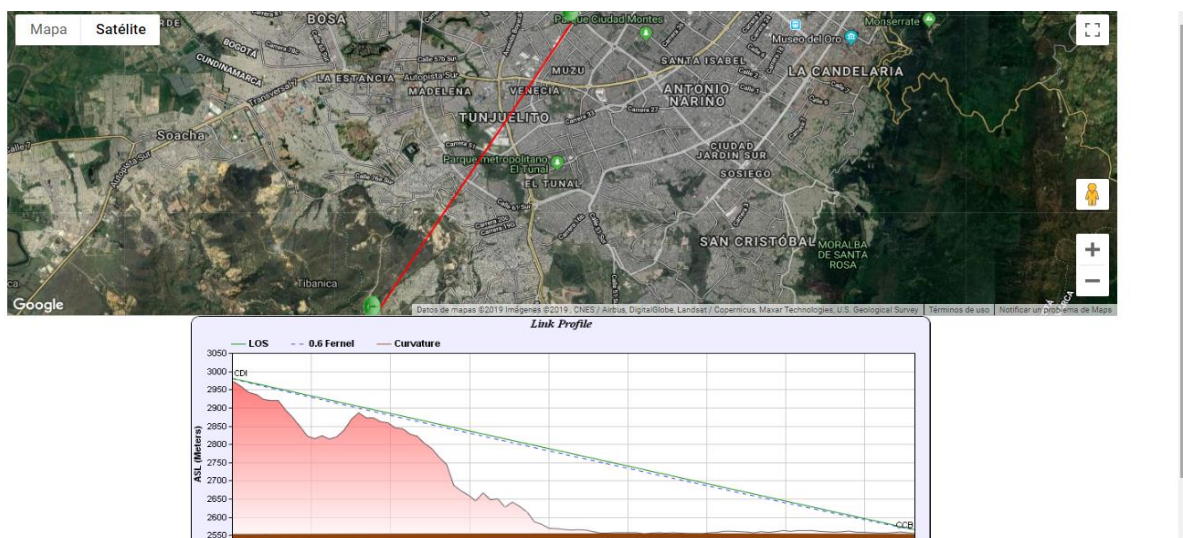
*Fuente: Autores*

*Ilustración 3. Simulación en airLINK*



*Fuente: Autores*

*Ilustración 4. Simulación en link budget calculator radwin.*



*Fuente: Autores*

Cómo se logra evidenciar en las simulaciones realizadas, se obtiene línea de vista entre los dos puntos, además que gracias a los software utilizados se obtienen los valores que son importantes para la selección de los equipos necesarios para el montaje del radioenlace. Los valores se muestran en la tabla 3.

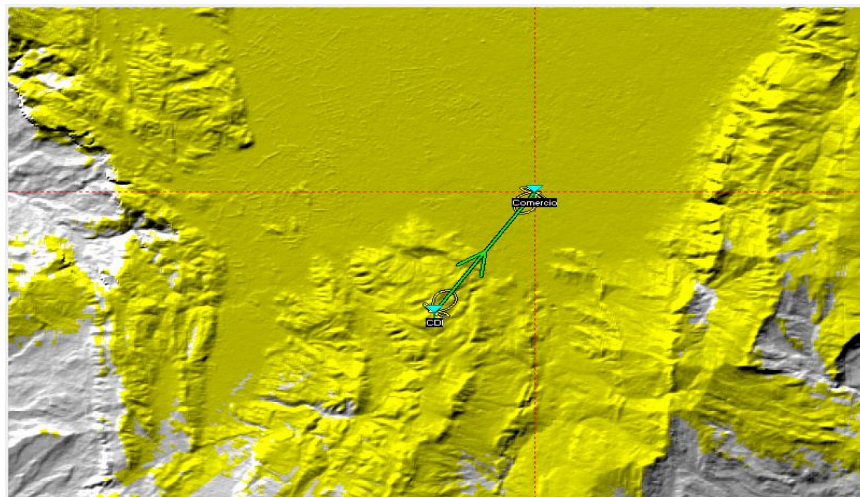
*Tabla 3. Características principales para el montaje del radio.*

| Características | Rango de valores  |
|-----------------|-------------------|
| Potencia de TX  | 25 dBm a 21 dBm   |
| sensibilidad    | -95 dBm a -65 dBm |
| Consumo         | 9 w a 7 w         |
| frecuencia      | 5 MHz             |

*Fuente: Autores.*

El software Radio Link permite observar y analizar el diagrama de radiación, apuntando del punto A al punto B, esto da mayor claridad del direccionamiento del enlace como se muestra en la siguiente ilustración.

*Ilustración 5. Diagrama de radiación del enlace.*



*Fuente: Autores.*

## 1.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Para contextualizar el estudio de factibilidad aplicado en este proyecto, lo que se quiere es dar a conocer los medios y acciones necesarias para poder proponer el enlace. Lo que se pretende mostrar son los recursos y equipos necesarios para hacer el posible despliegue de este radioenlace. A continuación, se adjunta la lista de empresas que se contactaron para la cotización del sistema, a partir de una búsqueda en Internet de empresas que proveen enlaces de radio.

*Tabla 4. Proveedores a contactar para cotizar el enlace.*

| Nombre         | Descripción                                                                                        | Contacto                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Net.allCorrect | Empresa de soluciones en telecomunicaciones, telefonía IP, seguridad, PC, servidores y Soporte IT. | contáctenos@netallcorrect.com                                 |
| Macrotics      | Empresa distribuidora y abastecedora de equipos de telecomunicaciones.                             | Teléfono Fijo: (1)742-7587<br>Teléfono Celular: (317) 8625901 |
| Compuelite     | Soporte técnico y profesional de computadores, redes y estructuras                                 | info@compuelite.com.co                                        |

|                      |                                                                                                                                                        |                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                      | de sistemas en general de las empresas.                                                                                                                |                              |
| Amobile              | Empresa especializada en tecnología inalámbrica de largo alcance para interiores y exteriores                                                          | ventas@amobile.com.co        |
| Soultek Informática  | Productos Ubiquiti Bogotá Colombia, Venta productos Ubiquiti Bogotá Colombia, Distribución Productos Ubiquiti Bogotá Colombia.                         | contacto@solutekcolombia.com |
| DMC wireless systems | Empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones.                                                                                                 | ventas@dmcwireless.co        |
| Dielcom              | Instalación de enlaces soporte y pruebas, puesta en servicio y mantenimiento para radioenlaces.                                                        | contacto@dielcom.com.co      |
| ETB                  | Es una compañía de telecomunicaciones en Colombia, especialmente con cobertura en soluciones fijas en el Área Metropolitana de Bogotá y los municipios | Teléfono Fijo: 03 1 4434040  |

*Fuente: Autores*

Inicialmente, se pensó en proponer el punto de transmisión para el radioenlace desde el Centro Educativo Amigos de la Naturaleza y desde la Cámara de Comercio de Bogotá, con estas dos opciones, los proveedores podrían hacer las pruebas y simulaciones respectivas para ofrecer la solución más viable.

Como se pudo visualizar en el anexo 1, el cual corresponde al correo que se mandó con la respectiva solicitud de cotización. Únicamente una empresa contestó respecto a la cotización la cual fue Dielcom dando especificaciones del servicio y cotización del mismo presentado en la tabla 5.

Es de aclarar que la empresa Dielcom solamente realizó una cotización de referencia, ya que no se recibió ni visita ni asesoría por parte de esta compañía.

Tabla 5. Respuesta a cotización por parte de Dielcom.

| ITEM | REF.   | DETALLE                                                                                                                                                                                                                                                            | CANTIDAD | V/R UNITARIO (COP) | R TOTAL           |
|------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------|
| 1    | SS     | Vista preliminar (Site Survey) a los sitios para definir alcance y requerimientos previos a la instalación.                                                                                                                                                        | 2        | 298700             | 597400            |
| 2    | FTP550 | Suministro Radioenlace CAMBIUM Microonda Banda 5GHz, banda no licenciada, FULL DUPLEX IP- antena de 34 dBi de 60 cm, incluye <b>antenas, radios, protectores a descargas, 25 m de cable FUTP doble chaqueta por terminal, UPS, incluye materiales consumibles.</b> | 2        | 4614970            | 9229940           |
| 3    | SRVC   | Instalación radioenlace, alineación, pruebas y puesta en servicio. Incluye revisión del sistema de tierra y pararrayos existente en los puntos de instalación.                                                                                                     | 2        | 3189000            | 6378000           |
| 4    | SUMN   | Aseguramiento del sistema de pararrayos y tierra.                                                                                                                                                                                                                  | 2        | 1445780            | 2891560           |
| 5    | SUMN   | Suministro e instalación MÁSTIL 12m 2 1/2" con referencias en guaya 3/8", base en concreto armado.                                                                                                                                                                 | 1        | 2958700            | 2958700           |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                    |          | SUBTOTAL           | 22055600          |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                    |          | IVA 19%            | 4190564           |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                    |          | <b>TOTAL</b>       | <b>26'246.164</b> |

Fuente: Dielcom.

Como se pudo notar en la tabla 5, la solución ofrecida por la empresa Dielcom, el costo es elevado ya que algunos elementos son opcionales, al contrario de la instalación y alineación del radioenlace. Además, se evidencia el alto costo impositivo del proyecto

del 19% de IVA. Por esta razón, se procede a buscar por otros medios una solución más económica que cumpla con las características abordadas en la tabla 3.

### 1.2.1. Requerimientos

Con los datos recolectados, descritos y analizados anteriormente se logra definir que el enlace conectará al CDI de Quiba Guaval ubicado en una zona montañosa en la localidad de Ciudad Bolívar, constituida alrededor de 90 familias campesinas que llegaron a esta zona años atrás en situación de desplazamiento por el conflicto armado vivido en Colombia según: américa solidaria [5], con la Cámara de Comercio de Bogotá ubicada en la primera de mayo con avenida 68 la cual tiene convenio con el CDI.

Para la implementación del radioenlace se necesitarán dos radios con antenas incluidas, uno ubicado en CDI de Quiba Guaval mientras que el otro radio será puesto en la Cámara de Comercio de Bogotá apuntando al CDI, además de estos se utilizarán alrededor de 50m. de cable UTP blindado para exteriores, el cual será utilizado para contentar los radios a la sala de cómputo del CDI y al punto de acceso a internet en la CCB, además de esto de deben tener en cuenta las unidades de alimentación para garantizar el servicio cuando se presenten fallas energéticas por lo tanto de necesitaran 2 UPS, ubicadas una en cada radio con una autonomía de 6 horas ya que se evidencia que el CDI hay constante fallas energéticas. Las protecciones de líneas para evitar daños en los equipos por las fallas energéticas. Para esto se debe tener en cuenta los servicios de instalación y soporte para el correcto funcionamiento de los equipos.

*Tabla 6. Posible CAPEX del radioenlace.*

| Fuente                  | ITEM                                                      | Precio (COP)         | Cantidad | Valor (COP) |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| Proveedor Radwin        | Antenas Radwin 2000-100mbps Acometida+Instalación+soporte | 3618078 <sup>1</sup> | 2        | 7.236.156   |
| Tecnomega SAS           | Cable De Red Utp Categoria 5e Exterior Caja 305 Metros    | 126900               | 1        | 126.900     |
| Tecnoplaza SAS          | Ups Cdp R-upr 1008 1000va 1kva 8 Tomas                    | 165000               | 2        | 330.000     |
| TDT profesional         | Mástil telescópico 12m en 4 tramos (opcional)             | 300000               | 2        | 600.000     |
| Ingeniero independiente | Obra civil                                                | 2500000              | 1        | 2.500.000   |

<sup>1</sup> El valor entregado, es un estimado por la empresa ISEC, distribuidor de Radwin.

|         |                                                 |         |       |            |
|---------|-------------------------------------------------|---------|-------|------------|
| Tp-link | Router Gigabit Inalámbrico de Banda Dual AC1750 | 300.000 | 1     | 300.000    |
|         |                                                 |         | TOTAL | 11.093.056 |

*Fuente: Autores.*

Es de aclarar que los valores de los equipos que se cotizaron, se realizaron con la siguiente tasa de cambio:

*Ilustración 6. Tasa de Cambio 13/04/2020*

| Indicadores Económicos |            |
|------------------------|------------|
| Dólar: \$ 3,886.79     |            |
| Euro: \$ 4,247.10      |            |
| COLCAP                 | 822,5800   |
| DTF                    | 4,42       |
| Petróleo WTI           | US\$ 26,04 |
| Café (Libra)           | US\$ 1,66  |

*Fuente: Colombia.com [6]*

Para los gastos operativos del sistema, se debe tener en cuenta la conexión a internet la cual se recomienda tomarla con el operador Tigo ya que se realizó un sondeo entre los diferentes proveedores y a criterio profesional este operador es el más recomendado ya que llega a ofrecer en la zona 60 Megas de descarga y 6 Megas de subida a un coste de 145.000 pesos mensuales. De otro lado se estima un mantenimiento con un costo alrededor del 20% del costo de la inversión inicial. Este consiste revisión, limpieza de equipos y ajuste de antenas periódicamente, dando un valor de 100.000 pesos mensuales.

*Tabla 7. Posible OPEX del radioenlace.*

| ITEM                                      | Precio (COP) | Cantidad de meses | Valor (COP) |
|-------------------------------------------|--------------|-------------------|-------------|
| Conexión a Internet en el edificio de CCB | 145.000      | 12                | 1.740.000   |
| Mantenimiento                             | 100.000      | 12                | 1.200.000   |
| Total                                     | 245.000      | 12                | 2.940.000   |

*Fuente: Autores*

Para la implementación se dejan descritas las fases de programación, de instalación y puesta en funcionamiento:

- Diseño del enlace y estudios de sostenibilidad

Después de las respectivas simulaciones en los software y basados en sus resultados, se especificarán los equipos a utilizar y los puntos donde se ubicaran estos, teniendo en cuenta las características del terreno. Al final de esta fase se tendrá el listado de equipamiento necesario junto con las especificaciones técnicas para la posible implementación del enlace.

- Adquisiciones.

En esta fase se realizará los procesos necesarios para adquirir los equipos y servicios definidos en la fase anterior.

- Estudio de las ubicaciones

Se deben realizar visitas (*Site Survey*) a los puntos a enlazar para identificar las características del terreno, identificar si se es posible hacer una obra civil y hacer los respectivos procesos para levantar permisos. Con esta fase terminada, se espera tener toda la información necesaria para el proveedor que se encargue de poner en marcha la infraestructura, asimismo se define si es necesario realizar una obra civil para el punto de recepción del enlace.

- Instalación del enlace

Cuando se tenga definido el sitio y se obtengan los permisos si son necesarios se procederá inicialmente con la obra civil si es necesario, después de eso, se desplegará el mástil de la antena con la altura que se calculó por medio de los simuladores, se montan las antenas y se instalan los equipos de alimentación dejando el sistema listo para poner en marcha. Con esta fase finalizada, se espera tener toda la infraestructura física montada.

- Pruebas del enlace

Se deberán hacer las diferentes pruebas necesarias para asegurarse que los datos lleguen de un lugar a otro y que su tiempo de respuesta sea óptimo. Con

esta fase se corrobora que el sistema quede estable y la información sea transmitida de forma correcta.

- Puesta en funcionamiento del enlace

El enlace se pondrá en marcha conectando la CCB siendo el transmisor y el CDI Quiba Guaval el receptor. Así ya se podrá dar internet a la sala de sistemas y se procederá a la parte de la distribución de la red LAN y sus respectivas configuraciones. Con esta fase finalizada, se espera tener todo el sistema en funcionamiento con sus respectivos manuales y diseños de la red LAN y la distribución del servicio de internet en el Centro de Desarrollo Integral.

## **2. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD**

Para verificar la sostenibilidad, se deben revisar los impactos sociales, ambientales y económicos del proyecto. Dicha evaluación es la que indica si el proyecto tuvo un efecto en su entorno en términos de factores económicos, sociales, ambientales o culturales.

Para hacer una evaluación de impacto es necesario tener en cuenta:

La relación de causalidad, se trata de conocer los cambios que se producen tras un programa o política específica a nivel social. La variedad de impactos que puede tener una intervención: económicos, técnicos, socioculturales y ambientales pueden ser previstos (definidos en los objetivos de la actuación a evaluar) o no previstos. Los distintos impactos en las personas, las comunidades y en la sociedad. por lo tanto, se debe analizar cada uno de estos impactos para generar un análisis completo de la sostenibilidad de un proyecto [7].

Este análisis se realizará por medio de la Matriz de Leopold [8], describe los posibles impactos ambientales y socioculturales que se pueden presentar en un proyecto. Dando una calificación cuantitativa subjetiva en relación al impacto e importancia del ítem a evaluar. Cabe resaltar que el valor del impacto dependerá si éste será positivo o negativo y se representará por medio del signo que acompañará al valor dado.

### **2.1. IMPACTO AMBIENTAL**

En el impacto ambiental de deben tener en cuenta las características técnicas y físicas del radioenlace, para esto se tendrán en cuenta las potencias descritas por la Agencia Nacional del Espectro (ANE) para radiaciones no ionizantes. Además de esto se debe tener en cuenta el terreno utilizado para la construcción de los mástiles, la utilización, contaminación del espectro electromagnético, cambios de temperatura en las aguas y modificación de la atmósfera. Estos aspectos se analizarán por medio de la Matriz de Leopold y se determinará si el proyecto incide considerablemente en alguno de estos aspectos y se realizará un plan ambiental para mitigar este daño ecológico si se llegara a presentar.

### **2.1.1. Radiación y utilización del espectro**

Respecto a la radiación se deberá tener en cuenta las características de potencia dadas para cada uno de los equipos a utilizar en el radioenlace, asegurándose que éstas no superen a las potencias establecidas en la resolución 711 del 11 de Octubre del 2016 por la ANE justificado bajo la Ley 1341 del 2009. El uso de los equipos del radioenlace no tendrá consecuencias en la salud de los habitantes de la vereda Quiba Guabal, ya que la operación de estos equipos emite una radiación no ionizante esto quiere decir que son de baja energía y los niveles de exposición de esta son muy bajos y no hay evidencia científica de causen daño alguno [9], sin embargo, si se generara cierta contaminación en el espectro electromagnético al ser utilizado.

Mediante la Matriz Leopold, se determina que la utilización en las últimas 4 etapas de la instalación del radioenlace el espectro electromagnético se ve afectado negativamente, lo cual implica una compensación del riesgo, la cual se propone por la ampliación de la huerta ecológica que se encuentra en el CDI.

### **2.1.2. Obra civil**

Para la posible implementación del radioenlace se necesita realizar una obra civil en el CDI de Quiba Guaval para el montaje de los mástiles utilizados para la comunicación con el punto B (Cámara de comercio de Bogotá), para esto es necesario utilizar cierta cantidad de metros cuadrados haciendo una modificación en el terreno donde posiblemente se vea afectado el ambiente, pero no necesariamente quedará afectado permanentemente.

Se identifica mediante la Matriz de Leopold que la obra civil tendrá una intensidad baja, lo cual indica que el terreno a modificar será muy poco y no generará contaminación ambiental, únicamente en la instalación y puesta en marcha de los equipos, por lo tanto, se debe calcular la huella de carbono de estos equipos mínimo a un año.

El consumo eléctrico del enlace es de 25 vatios (W) por hora, la huella de carbono equivale a 0.1 kg de CO<sub>2</sub>, así que la huella de carbono para un año de consumo eléctrico de las antenas del radioenlace para la huella de carbono es de 870 kg de CO<sub>2</sub>. El consumo de estos equipos es muy mínimo y por ende no afecta el impacto que tiene sobre el clima. Por lo tanto, no se tendrá que generar un plan de mitigación o prevención ya que se suplirá con la ampliación de la huerta del CDI Quiba Guabal.

## **2.2. IMPACTO SOCIAL**

Por medio de la posible implementación del radioenlace, se podrá ayudar al crecimiento y desarrollo de la comunidad desde diferentes aspectos que puedan impulsar a adquirir habilidades como el manejo de sistemas, la ofimática y a conocer procesos que son gestionados por medio de software o programas ejecutados sobre un servidor en línea.

En cualquier caso, la Fundación debe asegurar la implementación de diferentes programas y campañas de apropiación, de forma que la Comunidad pueda ver el valor de la solución propuesta. Estas actividades constituirán un proyecto independiente fuera del alcance de la presente propuesta.

Respecto a la educación, se pueden implementar talleres o capacitaciones orientadas a la comunidad desde la enseñanza del concepto de computador, sus partes, las diferentes funciones y ventajas que ofrece este. Se puede ver como una alternativa dependiendo el nivel de conocimientos de las personas.

Como se ha venido realizando visitas continuas, desarrollando talleres de ofimática, que ayudan a los usuarios a manejar herramientas de texto y hojas de cálculo, ya que son fundamentales hoy en día en la mayoría de trabajos, aunque se logra identificar un desconocimiento en el manejo de estas herramientas según la clases realizadas por la facultad de ingeniería telecomunicaciones a cargo de la docente Juliana Alejandra Arévalo Herrera, las cuales tuvieron una participación de 36 personas convirtiéndose en una muestra relativamente pequeña pero que logra ser significativa, por medio de esto, se puede concluir que la vereda Quiba Guabal tiene pocos conocimientos en ofimática.

Además de la oportunidad para las personas que le den uso a esta sala de sistemas, la oportunidad de buscar trabajo por medio de internet con las diferentes páginas y plataformas que anuncian sus ofertas laborales.

Todo esto con el fin de que la comunidad le saque provecho a la sala de sistemas y a la herramienta de internet, todas las ventajas que ofrece para que el usuario se pueda documentar desde las noticias más actuales, hasta un concepto en específico. Además de las miles de herramientas que ofrecen algunas páginas de internet, donde adquirir conocimiento del manejo de alguna de estas en específico, podría ser el próximo trabajo en el que la persona se pueda llegar a desempeñar, ya que hoy en día, la mayoría de trabajos requieren como mínimo conocimientos básicos de herramientas de ofimática y algunas funciones en internet.

### **2.2.1. Educación**

El enlace permitirá a los estudiantes de CDI y la comunidad de Quiba Guabal en general llegar a obtener una mejor educación ya que podrán tener acceso a internet y con la sala de cómputo en funcionamiento, se podrán realizar diversos cursos dando mayor conocimiento a la comunidad. Por medio de esto pueden llegar a aprender sobre las herramientas que ofrece cada ordenador, desde el sistema operativo que se utiliza, los programas que contiene y finalmente el uso debido de internet.

En el momento donde se haga posible cerrar la brecha digital conectando todo lugar a internet, según estudios realizados por la UNESCO y publicados en su documento: “Seis maneras de asegurar que la educación superior no deje a nadie atrás” [10] resalta la participación de la conectividad a internet ya que gracias a esta se pueden acceder a diferentes plataformas que ofrecen cursos educativos gratuitos a muy bajo costo como lo hace MOOC. [11] Donde se ofrecen cursos de las mejores universidades del mundo a

costos muy bajos o incluso gratis, además del aprendizaje de una segunda lengua. Por estas razones, la implementación de un radioenlace que permita conectividad a internet se hace esencial para la comunidad Quiba Guabal para ofrecer mayores oportunidades a la comunidad.

Además, que se identifica en la Matriz de Leopold un efecto positivo en los factores culturales lo que representa un posible cambio en los patrones culturales. Es por esto que se debe tener un proceso de aprendizaje continuo, para así hacer un buen uso de las herramientas tecnológicas encontradas en internet como lo son las redes sociales, bases de búsqueda, aprendizaje virtual, etc.

### **2.2.2. Oportunidades**

El aumento de oportunidades es esencial para el desarrollo de las comunidades, por lo cual, la implementación de un radioenlace que permite la conexión al Centro de Desarrollo Integral se vuelve fundamental para la preparación de personal en áreas específicas dando la posibilidad de aumentar su sector económico, además que permite una mejor la preparación educativa de los habitantes.

El nivel de oportunidades de la comunidad podrá llegar a aumentar ya que la comunidad tendrá acceso a una sala donde se pueden instruir en diferentes áreas de conocimiento y así lograr mejores capacidades competitivas en el mundo laboral de hoy en día, donde se soportan por dos objetivos de desarrollo sostenible [12], los cuales son: trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura. Bajo estos 2 objetivos de la Organización de Naciones Unidas(ONU) es posible llegar a hablar de un incremento en las oportunidades en la comunidad al estar conectada desde el Centro de Desarrollo Integral, ya que una conexión a internet permite generar nuevos conocimientos de calidad y con ellos lograr un avance económico en la comunidad alineándose con las metas del octavo objetivo de desarrollo sostenible de la ONU el cual hace referencia a elevar los niveles de productividad económica mediante la modernización tecnológica y la innovación que logra tener una comunidad además de esto también se logra alinear con las metas del objetivo 9 industria, innovación y infraestructura el cual habla de aumentar el uso de las tecnologías de comunicación, acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados, esto se puede evidenciar en la matriz de Leopold donde se muestra un impacto positivo considerable en la creación de redes y posibles servicios dando un avance tecnológico para la comunidad.

### **2.3. IMPACTO ECONÓMICO**

Para la posible implementación del radioenlace se analiza y conceptualiza el impacto económico que podrá llegar a tener el proyecto si se decide implementar. Esto se realizará en el análisis financiero del proyecto, dando como resultado el coste total del mismo para así poder definir un sistema de financiamiento del radioenlace el cual se describe en el siguiente capítulo.

- Coste del proyecto (CAPEX)

La inversión más elevada del proyecto se encontró en la implementación del radioenlace ya que tiene una suma de \$11.093.056 este valor se puede evidenciar en la tabla 6. Esta suma se pretende que sea paga por parte de la Fundación Social por Bogotá como inversión para el funcionamiento de la sala informática.

- Costes del Proyecto (Opex)

Para el sostenimiento del radioenlace se realizó un estudio para identificar el valor mensual y anual el cual se puede evidenciar en la tabla 7, para solventar este costo anual se realizarán diversas alternativas de monetización en el siguiente capítulo, dando así una sostenibilidad al proyecto.

### 3. ALTERNATIVAS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL RADIOENLACE

Este capítulo aborda las posibles alternativas de sostenibilidad para el radioenlace, donde se plantean ideas de negocio que pueden ser evaluadas (Fuera del alcance de este trabajo) con el fin de que la implementación del enlace genere ingresos por sí mismo por medio de servicios u otros medios de monetización.

#### 3.1. PAGO POR USO

Basado en la perspectiva de Kant sobre el trabajo y la dignidad humana, el ser humano logra materializar la dignidad cuando a través del uso de su razonamiento tiene la facultad de elegir libremente el qué, el cómo y el porqué de la construcción de su papel en la sociedad. [13] Es por esto que no se quiere plantear un proyecto asistencial el cual preste ayuda o socorro a las personas afectadas sino hacer que, por medio de la dignificación del trabajo, estas personas tomen iniciativas de lograr conseguir la satisfacción de todas las necesidades que se le presentan al ser humano.

Se propone que el uso de la sala de informática del CDI Quiba, tenga ciertas tarifas para prestar el servicio, gracias a esto se puede obtener el capital necesario para pagar los servicios, el mantenimiento y los imprevistos que surjan. Se realizó una tabla con algunas tarifas que se proponen para el uso del servicio de internet en la sala.

*Tabla 8. Alternativas de pago planteadas para la sostenibilidad del enlace.*

|               | Valor Hora | Usuarios | Valor cinco horas | # de usuarios | Ganancia a día | Ganancia mes (20 días al mes) | Gasto mensual | Dinero faltante |
|---------------|------------|----------|-------------------|---------------|----------------|-------------------------------|---------------|-----------------|
| Alternativa 1 | \$300      | 8        | \$1.000           | 3             | \$5.400        | \$108.000                     | \$245.000     | - \$137.000     |

|               |       |    |         |    |          |           |           |           |
|---------------|-------|----|---------|----|----------|-----------|-----------|-----------|
| Alternativa 2 | \$400 | 5  | \$1.200 | 10 | \$14.000 | \$280.000 | \$245.000 | \$35.000  |
| Alternativa 3 | \$400 | 8  | \$1.000 | 4  | \$7.200  | \$144.000 | \$245.000 | \$101.000 |
| Alternativa 4 | \$200 | 10 | \$800   | 5  | \$6.000  | \$120.000 | \$245.000 | \$125.000 |
| Alternativa 5 | \$400 | 10 | \$1.500 | 3  | \$8.500  | \$170.000 | \$245.000 | -\$75.000 |

*Fuente: Autores.*

A partir de la tabla 8, se plantearon una serie de tarifas para el uso de la sala de sistemas con el fin de que a partir de ciertas cifras se pudiera llegar a calcular el valor de la ganancia y así poder hacer un estimado de cuánto dinero se recauda para cubrir los gastos del servicio del ISP, mantenimiento, cabe aclarar que dentro de los gastos a cubrir no se considera el pago a la persona que debe estar encargada de la sala, debido a que es necesario que si se presta el servicio de la sala al público, es de importancia que este una persona que tenga facilidad de manejar sistemas en caso de que se llegue a tener algún inconveniente con el manejo de un equipo.

Basado en esto, se sugiere implementar la alternativa 5, ya que, pasándolo a un entorno más real, la tarifa por un servicio a una herramienta tan importante como lo es el internet, es relativamente económico. El número de clientes se estimó pensándolo en el caso hipotético de que vaya cierta cantidad de clientes que no es tan grande y gracias a estas tarifas se llega a cubrir el total de gastos mensuales, además que se realizó el cálculo de la ganancia anual respecto al gasto anual que se genera y estos son los resultados.

*Tabla 9. Balance anual a partir de las alternativas de pago planteadas.*

|               | Total Anual | Gasto anual | Balance      |
|---------------|-------------|-------------|--------------|
| Alternativa 1 | \$1.296.000 | \$2.940.000 | -\$1.644.000 |
| Alternativa 2 | \$3.360.000 | \$2.940.000 | \$420.000    |
| Alternativa 3 | \$1.728.000 | \$2.940.000 | -\$1.212.000 |
| Alternativa 4 | \$1.440.000 | \$2.940.000 | -\$1.500.000 |
| Alternativa 5 | \$2.040.000 | \$2.940.000 | -\$900.000   |

*Fuente: Autores.*

Como se observa en la tabla 9, la alternativa 2 genera una ganancia de 420 mil COP después de cubrir los gastos anuales, es la más viable y puede ayudar a cubrir parte de gastos en caso de que se pueda llegar a un acuerdo con una persona que se encargue de cuidar la sala, esta ganancia junto a posibles servicios adicionales que se pueden añadir a la sala como impresiones a blanco y negro y a color, papelería, entre otros.

### **3.2. E-COMMERCE Y MONETIZACIÓN VIRTUAL POR VENTA DE ARTESANÍAS**

Esta segunda alternativa consiste en que, por medio del comercio electrónico y la monetización virtual, se pueda hacer un acuerdo entre el usuario de la sala para que por medio de internet pueda ofrecer un modelo de negocio, producto o servicio ya sea por una plataforma intermediaria u algún desarrollo propio que haga que sea posible la venta para así beneficiarse a sí mismo y ayudar con el sostenimiento del enlace dejando como cuota un 30% equivalente a las ganancias.

La Cámara Colombiana de Comercio Electrónico (CCCE), ha declarado que el eCommerce hoy en día representa el 1.5% del PIB nacional, y es una industria que tiene la potencialidad de crecimiento constante dadas las dinámicas de comportamiento del consumidor actual, quien está migrando a los ambientes digitales para consultar información sobre productos o servicios de su interés o adquirirlos a través de compra online. [14]

Por otra parte, la monetización virtual es de gran ayuda para los procesos de comercio electrónico ya que es por medio de esta que el internet se ve como canal directo de obtención de ingresos en la venta de productos o servicios.

Según el material del curso de empresario digital que ofrece el MinTic en un temario de monetización virtual, los beneficios del internet como canal directo son:

- Acceso directo a mercados fuera de la localización actual.
- Crecimiento promedio del 100% en ingresos mensuales.
- Reducción de costos.
- Comodidad de pago.
- Millones de compradores potenciales nacionales.
- Tienda 365 días 24 horas.

La obtención de dinero por internet posee grandes ventajas y entre ellas se pueden resaltar:

- Ingresos rápidos.
- Baja inversión.
- Variedad de alternativas.
- El internet no para de crecer.
- Mejora la experiencia de la compra en línea.

Es así, como por medio del comercio electrónico se puede llegar a tener un propio negocio desde el escritorio de trabajo y poder crear estrategias como sitios web, blogs, redes sociales, publicidad o tráfico pagado. Estos ejemplos de modelos de negocios pueden ayudar a la monetización del enlace. Cabe resaltar que es necesario que el vendedor o proveedor del producto se eduque un poco acerca de cómo funcionan estos

negocios, para esto se realiza una pequeña descripción de cómo funciona un negocio de estos.

Como primera instancia se tiene un modelo de negocio el cual ofrezca su producto que en este caso será la venta de artesanías orientadas al mercado europeo por internet, llegará al cliente y este podrá ver, tener conocimiento acerca de este y saber su costo, siguiente a esto, está el contacto con el vendedor si se decide cerrar así el negocio. Por otra parte, existe lo llamado la pasarela de pago el cual consiste en el momento en el que el cliente da click sobre la opción comprar, así se procederá a los métodos en los que se puede realizar un pago, cabe aclarar que la pasarela de pago no es una entidad financiera, la función de esta es procesar la modalidad de pago y las modalidades de pago pueden ser:

- Pago por tarjeta de crédito.
- Pago por tarjeta débito.
- Pago en efectivo a través de puntos de atención. (Baloto, Vía, Efecty)

Si se ve como un negocio un poco más ambicioso, se deben tener en cuenta la diversidad de pasarelas de pago, por ejemplo, pagos nacionales e internacionales.

#### Pagos Nacionales

- Pago digital.
- En línea pagos.
- PayU.
- Pagoagil.
- ePayCo.

#### Pagos Internacionales

- PayPal.
- Worldpay.
- Amazon pay.
- zcheckout.
- clickandbuy.

Finalmente, para la integración de estos sistemas o pasarelas de pago, esto va a depender del sistema de ventas o la modalidad de pago que se requiera en el negocio.

Después de dar a conocer el medio por donde se podrá hacer la venta del producto, se procede a describir el modelo de negocio.

Con el apoyo de fundación social por Bogotá y su proyecto abuelos artesanos se crea la oportunidad de sostenimiento al incluir este proyecto por medio de la venta y promoción de estos productos vía internet, como lo puede ofrecer un proyecto de e-commerce.

Para esto se plantea la oportunidad de vender los productos creados por este programa a través de un e-commerce, con vista al mercado europeo. Describiendo las características y pasos que se deben desarrollar para la implementación de esta alternativa.

Por medio del ecommerce se facilita la entrada a un mercado que este momento está en auge según Surnai Benítez Aranda como lo describe en su trabajo “La artesanía latinoamericana como factor de desarrollo económico, social y cultural: a la luz de los nuevos conceptos de cultura y desarrollo” [15], permitiendo así dar garantías de la funcionalidad de esta propuesta, además, según CBI, durante los próximos años los europeos destinarán cada vez más dinero a la adquisición de artículos para regalo y decoración; invertirán especialmente en aquellos que se basen en diseños actuales y con nuevas aplicaciones [16].

Basado en lo anterior, por medio de Artesanías por Colombia, la cual es una sociedad económica mixta de orden nacional, se establece el medio por el cual se puede llegar a ofrecer el producto, respecto a los aspectos legales, lo necesario para poder llegar a exportar es lo siguiente:

1. Inscripción ante la cámara de comercio.
2. Registro Único Tributario (RUT) como exportador.
3. Facturación autorizada por la DIAN.
4. Producto a exportar.
5. Identificar si el producto, al mercado que va, necesita certificado de origen.
6. Inscripción en el registro nacional de exportadores.

Es necesario realizar un estudio de mercado con el fin de conocer la demanda que se tiene en cierta zona hacia dónde va orientado el producto, por medio de este, se podrá determinar el valor del precio, y establecer los contactos comerciales a los cuales se puede hacer la oferta del producto.

Además de esto, Artesanías por Colombia, ofrece cursos de capacitación según el nivel que se encuentre su producto totalmente gratuito, para mejorar y poder ofrecer un producto de mayor calidad. Otra alternativa que ofrece Artesanías por Colombia, es la oportunidad de participar en ferias internacionales exponiendo sus productos artesanales, los gastos incurridos en esta participación son apoyados por las alcaldías locales. [17]

Ya con el canal establecido y los medios de pago, se puede lograr implementar esta alternativa, teniendo en cuenta que el valor de cada producto debe estar relacionado entre el valor de la mano de obra y el valor de venta para garantizar que cierto porcentaje llegue a quien realiza el producto y otro porcentaje cubra el valor del sostenimiento del radioenlace.

### **3.3. CANAL DE YOUTUBE**

La siguiente alternativa que se plantea es un canal de YouTube, el cual consiste en generar contenidos de video, por medio de tutoriales de cocina, esto con el fin de obtener visitas, reproducciones y seguidores al canal.

Gracias a este canal, se pueden generar ingresos creando contenido original y monetizando el canal, monetizar el canal consiste en habilitar las diferentes opciones que da la plataforma de YouTube para generar dinero a través del desarrollo de contenido que sea llamativo para un público efectivo logrando así cierto número de seguidores y suscripciones al canal, permitiendo que se puedan habilitar las opciones de monetización como anuncios, pago por visualizaciones todo se implementa por medio de Google Ads.

Una forma también de lograr monetizar el canal es por medio de acuerdos de marca, esto se refiere a promocionar ciertas marcas dentro del contenido del video, en el caso de los tutoriales de cocina, se pueden utilizar alimentos de ciertas marcas que paguen por la publicidad, así mismo, los elementos de la cocina pueden ser promocionados dentro de los videos, logrando así, que las marcas paguen por la publicidad.

Para generar y publicar este contenido y que se pueda habilitar la opción de monetización del canal, se debe cumplir con las directrices de contenido adecuado para anunciantes de YouTube, esto consiste en que el contenido que se quiera generar no debe tener: Lenguaje inapropiado, violencia, contenido para adultos, actividades peligrosas o perjudiciales, contenido que incite al odio o a la violencia, contenido degradante, drogas, contenido relacionado con el tabaco y contenido relacionado con armas. [18]

Se propone realizar un canal con contenidos gastronómicos, esto quiere decir un canal donde los videos muestran diferentes recetas, convivencia dentro de la cocina, tips de cocina, entre otros. Con el fin de atraer público interesado o con gustos por la gastronomía, manejo de cocinas profesionales o simplemente personas que quieran aprender a realizar un plato en específico. Donde por medio de esto, se espera tener una mayor audiencia ya que según la revista DINERO [19] en su artículo “mundo gastronómico”, hace referencia a un aumento en la población que refleja un gusto por este arte teniendo en cuenta que en esta plataforma ya existen canales relacionados con más de 40.000 seguidores. Esto refleja que existe una gran cantidad de personas que consumen este tipo de contenido, además, según encuestas realizadas por YouTube, dice que 8 de cada 10 personas entre 18 a 50 años consumen servicios multimedia. [20] La posible implementación de la propuesta es para que los mismos usuarios de la comunidad, puedan generar este contenido.

Finalmente, para poder desarrollar esta alternativa, solamente se deberá disponer de una cámara de video, la cocina y los elementos necesarios para hacer la receta que se quiera dar a conocer en el video. Además de esto, un software libre para la edición de video, esto con el fin de no generar más costos.

Se propone el software OpenShot, este es un programa multiplataforma, libre de código abierto, funciona como editor de video para Linux, ahora para los demás sistemas

operativos, fácil de utilizar y adecuado para generar contenido sin necesidad de poseer grandes capacidades de edición.

### 3.4. ANALISIS DOFA

Con las propuestas de sostenibilidad mencionadas anteriormente, se plantea una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas) con el fin de mostrar que propuesta es más viable para la sostenibilidad del enlace. Se debe tener en cuenta que algunas estas ideas de negocio no cuentan con análisis de costos ya que están fuera del alcance del proyecto.

#### 3.4.1. DOFA Pago por uso

*Tabla 11. DOFA Pago por uso*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco ancho de banda para actividades desarrolladas en tiempo real.</li> <li>• Los computadores no poseen la capacidad para hacer tareas pesadas como diseño, edición, entre otros.</li> </ul>                             | <p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la demanda del servicio.</li> <li>• Implementación de proyectos de aprendizaje por medio de la herramienta del internet.</li> <li>• Familiarización de la comunidad con el servicio de internet y sus beneficios.</li> </ul> |
| <p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Claridad en los precios estimados.</li> <li>• Apropiación y cuidado de los equipos por parte de los usuarios.</li> <li>• Mejora la estabilidad y velocidad del servicio de internet que se tenía anteriormente.</li> </ul> | <p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cubrimiento de los costos operativos depende de cumplir con cierta cantidad de usuarios utilizando el servicio.</li> <li>• La disponibilidad de energía, algunas veces en intermitente debido a la zona.</li> </ul>                       |

*Fuente: Autores*

Las acciones que se pueden tomar a partir de las fortalezas y oportunidades encontradas en la matriz DOFA, son las siguientes:

- Realizar estrategias publicitarias para atraer clientes a la sala de informática, ayudando a reunir los recursos necesarios para cumplir con el pago de la operación del servicio.
- Realizar mini cursos con mayor frecuencia para fortalecer las habilidades digitales, ya que existen plataformas de E-learning que ofrecen cursos gratis.
- Generar un sentido de pertenencia con la sala de informática con el fin hacer que perduren más los equipos.

### 3.4.2. DOFA E-Commerce y monetización virtual para la venta de artesanías

Tabla 12. DOFA E-Commerce y monetización virtual para la venta de artesanías

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene conocimiento del sector artesanal, únicamente proyectos por parte del estado.</li> <li>• Poco conocimiento sobre exportación de productos de artesanías y su mercado de demanda.</li> <li>• Sobrecostos en envíos adicionales en caso de devolución de productos.</li> </ul> | <p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El comercio electrónico es una herramienta utilizada con mayor frecuencia.</li> <li>• Mejora la experiencia de las compras en línea a los usuarios y genera más interés.</li> <li>• Baja inversión en la implementación de la tienda virtual.</li> </ul> |
| <p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por medio del comercio electrónico, se pueden hacer ventas en cualquier parte del mundo.</li> <li>• No se debe contar con un espacio físico para hacer las ventas.</li> <li>• Disponibilidad de la tienda 7x24.</li> </ul>                                                                | <p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El producto no llega a personas que no tengan acceso a internet y que no posean conocimiento de las compras en línea.</li> <li>• Desconfianza por parte del pago en línea.</li> <li>• Poco conocimiento en pasarelas de pago.</li> </ul>                      |

Fuente: Autores

### 3.4.3. DOFA canal de YouTube

Tabla 13. DOFA canal de YouTube

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se poseen equipos que cumplan con los requisitos necesarios de edición de video.</li> <li>• El ancho de banda para realizar la subida de videos debe ser más alto para subir en menos tiempo.</li> <li>• El factor tiempo de las personas puede que no sea siempre el mismo para subir contenido frecuentemente.</li> </ul> | <p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darse a conocer ante el mundo digital como un emprendimiento con una razón justificada.</li> <li>• Ver nuevas oportunidades de negocio por medio de un canal digital.</li> </ul> |
| <p><b>Fortalezas</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>Amenazas</b></p>                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Existen programas de libre uso para edición de videos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La monetización del canal depende de el número de visitas y de la publicidad que se deba vender.</li> <li>Se depende del algoritmo de YouTube para conocer los ingresos del canal.</li> <li>El posicionamiento del canal dependerá de pagos a YouTube y de likes y visitas.</li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Fuente: Autores*

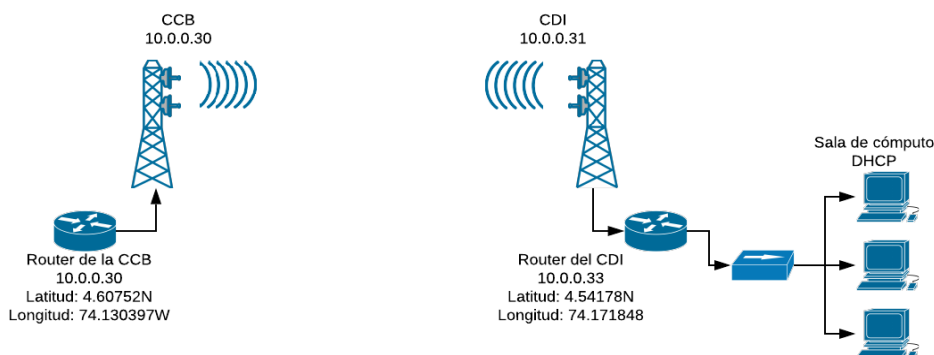
#### 4. MONTAJE Y DOCUMENTACIÓN DEL SERVIDOR DE GESTIÓN DE LA RED LAN, MANUALES Y ADMINISTRACIÓN

En este capítulo se propone la estructura correspondiente que debe tener la sala de cómputo conectada al radioenlace, garantizando el funcionamiento del diseño para hacer posible su implementación por parte del CDI, para esto se definen ciertas características de la red como topología, direccionamiento, capacidad y software de gestión de la red. Además, se realizaron pruebas en campo asegurando que se cumplieran las características anteriormente descritas.

##### 4.1. TOPOLOGÍA DE LA RED

Para el diseño del radioenlace se utilizó una topología LAN extendida la cual conecta a dos routers pertenecientes a la misma red, ya que se propone que uno de estos se encuentre ubicado en la cámara de comercio conectado al ISP y se transmitirá por medio del radio enlace, hacia el CDI donde se encontrará el router de gestión de la red conectado al switch realizando la tarea del servidor DHCP entre otros.

*Ilustración 7. Topología de red*



*Fuente: Autores*

En un caso ideal esta red llegaría a tener la capacidad y velocidades descritas por el proveedor de servicios al momento de contratarlo, pero como se realiza un procedimiento de comunicación de una red interna, el proveedor sólo garantizará el servicio hasta el punto de entrega, por lo tanto, es necesario recalcar que esta red tendrá pérdidas esto debido al medio de transmisión y a las pérdidas que suelen tener los radioenlaces, esperando cierto porcentaje de la capacidad y velocidades contratadas.

## **4.2. PRUEBAS**

Para la verificación del funcionamiento de la red se realizaron tres tipos de pruebas en diferentes escenarios, las cuales fueron:

- Prueba A

Esta prueba consiste en realizar el levantamiento del radioenlace en un espacio cerrado verificando la potencia de transmisión, y la recepción de mensajes en la red, para comprobar esto se realizó el envío de un mensaje por ICMP entre las dos antenas comprobando conectividad entre estas.

Los equipos utilizados en esta prueba fueron:

*Tabla 10. Equipos para la prueba A*

| Equipo                              | Seriales                                                                         |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Antena RADWIN serie 2000            | P09550I500A00230                                                                 |
| Antena RADWIN serie 2000            | P09550I5000A0022D                                                                |
| Software de Radwin (RADWIN manager) | Incluido en cada antena, se debe instalar en el equipo de control de las antenas |
| Equipo de computo                   | Cualquier equipo de cómputo que permita la instalación del software manager.     |

*Fuente: Autores.*

Con esta prueba se llegó a verificar la conectividad del enlace y la potencia de recepción de este la cual se puede verificar en la Ilustración 8 teniendo en cuenta que cada antena transmite a -5 dB.

*Ilustración 8. Potencia de prueba A*

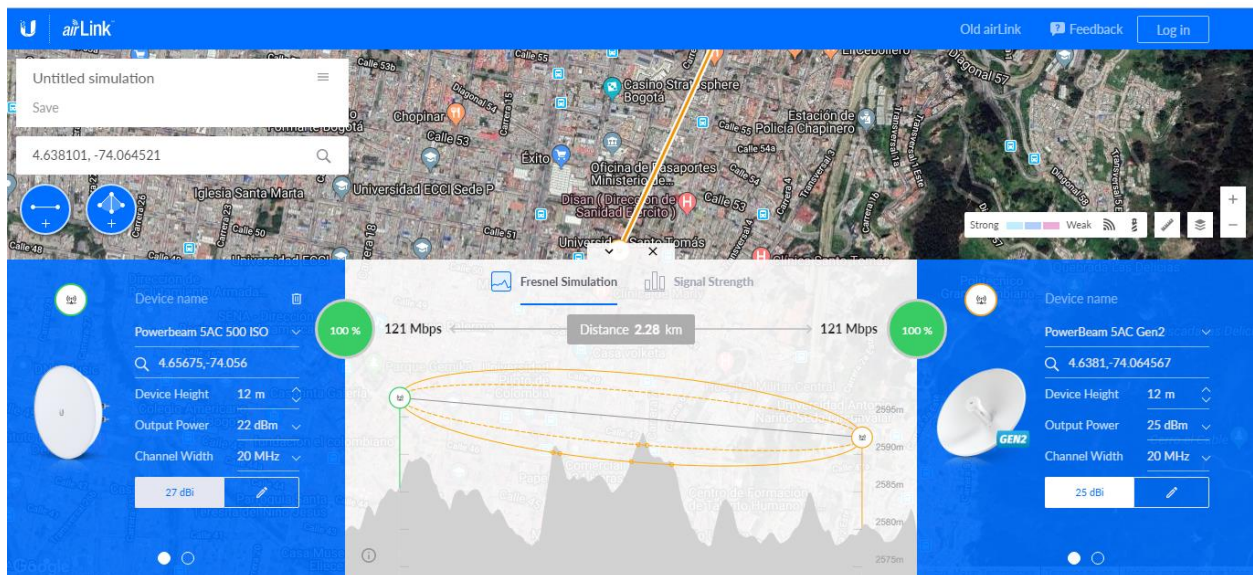
|                 |      |      |
|-----------------|------|------|
| Radio Interface | 0230 | 022D |
| RSS [dBm]       | -44  | -68  |

*Fuente: Autores.*

- Prueba B:

En esta prueba se realizó la conexión entre la sede Santo Domingo y Doctor Angélico de la Universidad Santo Tomás, Bogotá, con una distancia de 2.2 kilómetros entre ellas y con una topología del terreno similar a la encontrada en el diseño del radioenlace mostrada en la simulación del enlace en la Figura 9.

*Ilustración 9. Simulación prueba B*



*Fuente: Autores.*

Esta conexión fue nula ya que en la trayectoria de la zona de Fresnel se tiene una obstrucción dada por un edificio de apartamentos, lo cual impide la conexión directa entre las dos sedes, aunque se reciben reflexiones de la señal no son suficientes para tener una comunicación estable, por lo tanto esta prueba fue totalmente negativa.

- Prueba C.

En esta prueba se realizó el montaje del radioenlace en campo apuntando la cámara de comercio hacia el CDI con el fin de comprobar línea de vista entre los dos puntos, además de tener una referencia de la potencia de TX y RX y el ancho de banda que llegará a tener este enlace.

Para esta prueba se utilizaron los mismos implementos que en la prueba A, probando que la configuración de los equipos para esta prueba funcionaba en un terreno exterior con la diferencia que aumentar la potencia de TX al máximo lo cual es un valor de 21 dBm como se muestra en la siguiente ilustración:

*Ilustración 10. Características técnicas de la antena*

Site Configuration - 0230

File Actions Help

Backup... Restore Refresh Buzzer Off Installation Mode

**Tx Power and Antenna configuration**

Antenna Connection Type ☐ External ☒ Integrated

Antenna Type Dual

Required Tx Power (per radio) 21 [dBm]

Tx Power (per radio) 21 [dBm]

Tx Power (system) 24 [dBm]

Antenna Gain 23.0 [dBi]

CableLoss 0.0 [dB]

Max EIRP 47 [dBm]

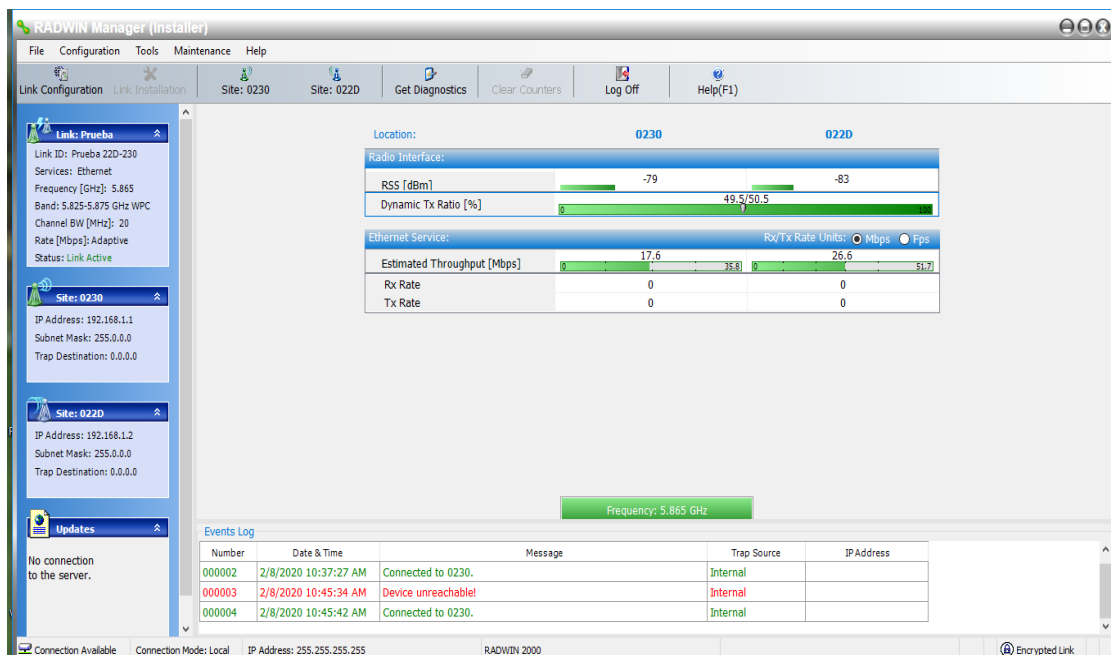
EIRP 47 [dBm]

OK Cancel Apply

*Fuente: Autores*

con esta potencia de Tx se logra obtener una potencia de Rx de -83 dBm, además de un ancho de banda de 17.6Mbps en Tx y en Rx de 26.6 Mbps como se muestra en la siguiente figura:

*Ilustración 11. Características de la conexión del radioenlace.*



*Fuente: Autores.*

Para obtener una comunicación estable entre los dos puntos, se tuvo que habilitar la función MIMO de las antenas, ya que en la opción de diversity no se obtuvo respuesta, al habilitar la opción MIMO del radio, permite que las dos antenas que componen este transmitan y reciban al mismo tiempo, mientras que por la opción diversity, una antena recibe y la otra transmite.

Por lo tanto, no se logró generar una comunicación, aunque los enlaces estuvieran enlazados, esto lo puede comprobar en las siguientes tramas donde se demuestra la conexión en las dos opciones, para esto se aplicó un mensaje ICPM sostenido durante dos minutos y estos fueron los resultados:

MIMO

Estadísticas de ping para 192.168.1.2:

Paquetes: enviados = 132, recibidos = 126, perdidos = 6

(4% perdidos),

bytes=32 Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:

Mínimo = 5ms, Máximo = 2070ms, Media = 28ms

Diversity

Estadísticas de ping para 192.168.1.2:

Paquetes: enviados = 38, recibidos = 36, perdidos = 2

(5% perdidos)

Aunque en las dos pruebas se observó que solo se tiene un 4% y 5% de pérdidas respectivamente, se identificó que los paquetes solo en la función MIMO obtienen una respuesta exitosa, mientras que en diversity se tenía la respuesta desde 192.168.1.6: Host de destino inaccesible.

Cabe resaltar que los datos obtenidos permiten tener una comunicación entre los dos puntos pero no se logra garantizar una calidad en esta ya que por interferencias recibidas en los dos lados por antenas autorizadas y no autorizadas hacen que se tenga un canal de transmisión contaminado, por lo tanto al momento de la implementación se sugiere pedir una prueba de transmisión en campo con equipo de mayor calidad como RADWIN 2000 Alpha el cual anteriormente se contempló una solución con este equipo.

### **4.3. SERVIDOR OPEN SOURCE**

Para la configuración de la red se utilizará un servidor DHCP de código abierto, ya que por medio de este se facilita la implementación de red, ya que no se necesita configurar cada equipo de cómputo y ponerlo en red, ya que el servidor lo tendrá que asignar una dirección IP automáticamente a cualquier equipo que esté conectado a la red, no obstante, se deben tener en cuenta el concepto de un servidor de código abierto.

Los servidores de código abierto son altamente utilizados por grandes compañías ya que ofrecen diferentes servicios sin la necesidad de comprar algún tipo de licencia o pagar una mensualidad por este, por lo cual se escogió para el desarrollo de este proyecto por su facilidad de instalación ya que no se necesita una gran capacidad de cómputo, además de no generar ningún gasto extra y si logra hacer una red más dinámica y fácil de acceder.

Para este proyecto se escogió el servidor ISC DHCP que ofrece una solución completa de código abierto para implementar servidores DHCP, agentes de retransmisión y clientes. ISC DHCP es compatible con Ipv4 e Ipv6, y es adecuado para su uso en aplicaciones de gran volumen y alta confiabilidad. DHCP está disponible para descarga gratuita bajo los términos de la licencia MPL 2.0. [21]

## **5. ANEXOS**

- Anexo 1 Correo solicitud de cotización
- Anexo 2 Tabla de comparación
- Anexo 3 Matriz de Leopold
- Anexo 4 Manual para conexión de antenas RADWIN
- Anexo 5 Manual de configuración del router

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló el diseño técnico del radioenlace el cual permitirá conectividad entre el CDI y la CCB, declarando que esta solución es apropiada para las necesidades y requerimientos que se requieren cubrir la sala de sistemas del CDI. Este tendrá limitaciones de ancho de banda debido a pérdidas por transmisión, pérdidas por condiciones climáticas, por el medio de transmisión, por ruidos o interferencias. Las limitaciones nombradas, pueden implicar que también las velocidades y acceso a la red varían. Lo anterior se soporta sobre las simulaciones y pruebas realizadas.
- En los impactos, se evidenció una gran aceptación por parte de la comunidad en los cursos dictados en la sala de informática ya que las personas de la comunidad ven esto como desarrollo personal para obtener nuevas capacidades. Gracias a esto podrían adaptarse a las nuevas necesidades del mundo laboral como lo es el uso de un equipo de cómputo. Por lo tanto, permite afirmar que con la implementación del radioenlace y dotando a la sala con conectividad a internet, se podría ver una asistencia mayor a los próximos cursos dictados. Adicionalmente, permitiría a la comunidad acceder a contenidos y cursos por su cuenta, aumentando las posibilidades de opciones laborales.
- Respecto al impacto ambiental, la posible implementación del radioenlace de comunicaciones, se puede observar que el beneficio es mayor que la posible contaminación. Esto soportado en la Matriz de Leopold, donde se evidencia mayor valoración en impactos positivos como negativos. Un ejemplo de esto, el aporte mínimo a la huella de carbono a pesar del consumo constante de los equipos de la solución.
- Una solución como un radioenlace, no es una de las tecnologías últimamente implementadas para dar acceso a internet a un usuario, pero es de gran ayuda cuando se quiere llegar a ciertos lugares donde no se cuenta con cobertura de infraestructura. Además de esto, la solución de un radioenlace económicamente no es muy costosa, pero se debe tener en cuenta que, para demandas de gran ancho de banda, no va a ser suficiente.

- Al plantear alternativas de sostenibilidad que permitan recaudar el dinero necesario para el mantenimiento del radioenlace en el tiempo se propusieron diferentes modelos de negocio. Teniendo en cuenta la situación socio-económica que actualmente vive la comunidad, se llevó a plantear soluciones donde la comunidad ayude al mantenimiento y el radioenlace logre una monetización a partir de productos que la comunidad ya realiza o pueden llegar a realizar en un futuro cercano.
- Gracias al análisis DOFA realizado a las propuestas de sostenibilidad para el enlace de comunicaciones, se llegó a profundizar un poco más en cada una de estas, con el fin de mostrar mayor viabilidad. Por lo tanto se concluye que la mejor alternativa es el pago por uso, porque se tiene información más concreta respecto a la parte económica y social, dejando como última opción y menos viable, la solución del canal de YouTube.
- Para el gobierno de la red del CDI se propuso la configuración de un servidor DHCP open source para la gestión de direccionamiento de la red interna. Para demostrar el funcionamiento, se realizaron pruebas, inicialmente con simulación en un software y para garantizar que la solución funcione, se realizaron pruebas en sitio comprobando la conexión de punto a punto del enlace. Finalmente, para la gestión e instalación de la red, se crearon diferentes manuales como guía haciendo el montaje y configuración más sencillo.

## REFERENCIAS

- [1] "Promover la Infraestructura para Zonas Rurales - MINTIC - Vive Digital", Mintic.gov.co, 2018. [Online]. Available: <https://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-1531.html>. [Accessed: 04-Nov- 2018].
- [2] A. Agencia Nacional del Espectro, *Resolución 000711*; 2016 [Online]. Available: [https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion\\_del\\_espectro/Resolucion711de2016.pdf?s=E188E447704D9209D3FC4A535F84039F5DE41639](https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion_del_espectro/Resolucion711de2016.pdf?s=E188E447704D9209D3FC4A535F84039F5DE41639)
- [3] A. Agencia Nacional del Espectro, *Resolución 000711*; 2016 [Online]. Available: [https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion\\_del\\_espectro/Resolucion711de2016.pdf?s=E188E447704D9209D3FC4A535F84039F5DE41639](https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion_del_espectro/Resolucion711de2016.pdf?s=E188E447704D9209D3FC4A535F84039F5DE41639)
- [4] "Cámara de Comercio de Bogotá," 2019. [Online]. Available: <https://www.ccb.org.co/La-Camara-CCB/Nuestras-sedes/Sede-y-Centro-Empresarial-Kennedy>
- [5] Solidaria, A. (2018). *Colombia America Solidaria*. Obtenido de <http://colombia.americasolidaria.org/informate/quiba-guabal-un-sur-real/>
- [6] Depende de la fecha
- [7] O. I. del Trabajo, "Guía para la evaluación de impacto." [Online]. Available: <http://guia.oitcinterfor.org/conceptualizacion/que-se-entiende-evaluacion-impacto>
- [8] R. T.M R. .. and Roberts, *Planning and Ecology*. New York: Springer Science+Business Media, B.V, 1984, pp. 81–87.

- [9] MinTIC, "Despliegue de Infraestructura, Campos Electromagnéticos y Salud.," 2019. [Online]. Available: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Micrositios/Despliegue-de-Infraestructura-Campos-Electromagneticos-y-Salud/>
- [10] UNESCO, *Seis maneras de asegurar que la educación superior no deje atrás a nadie*. UNESCO, 2017.
- [11]"The Internet's impact on Education", *The NYU Dispatch*, 2020. [Online]. Available: <https://wp.nyu.edu/dispatch/2017/12/24/the-internets-impact-on-education/>. [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [12]"Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible", *Desarrollo Sostenible*, 2020. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>. [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [13] L. CANTOR VISCUE, "EL TRABAJO Y LA DIGNIDAD HUMANA DESDE LA PERSPECTIVA KANTIANA", *EL TRABAJO Y LA DIGNIDAD HUMANA DESDE LA PERSPECTIVA KANTIANA*, 2020. [Online]. Available: [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10570/Trabajo\\_dignidad\\_perspectiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10570/Trabajo_dignidad_perspectiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [14] C. y. S. C. p. Latinia, «¿Hacia dónde va el comercio electrónico en 2019?,» 07 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.ccce.org.co/noticias/direccion-comercio-electronico-2019>. [Último acceso: 23 Octubre 2019].
- [15] S. Benítez Aranda, "La artesanía latinoamericana como factor de desarrollo económico, social y cultural: a la luz de los nuevos conceptos de cultura y desarrollo", *Lacult.unesco.org*, 2010. [Online]. Available: [http://www.lacult.unesco.org/doc/CyD\\_6.pdf](http://www.lacult.unesco.org/doc/CyD_6.pdf). [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [16] A. Derflinger, "Artesanías En Europa", *Entrepreneur*, 2006. [Online]. Available: <https://www.entrepreneur.com/article/257585>. [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [17] A. SIART, "Guía para exportar", *artesaniasdecolombia.com.co*, 2020. [Online]. Available: [http://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/C\\_tienda/guia-para-exportar\\_277](http://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/C_tienda/guia-para-exportar_277). [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [18] "Advertiser-friendly content guidelines - YouTube Help", *Support.google.com*, 2020. [Online]. Available: <https://support.google.com/youtube/answer/6162278>. [Accessed: 29- Mar- 2020].
- [19] "Mundo gastronómico", *Mundo gastronómico*, 2007. [Online]. Available: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/especial-comercial/articulo/mundo-gastronomico/50331>. [Accessed: 29- Mar- 2020].

[20] H. Blumenstein, "The Latest Video Trends: Where Your Audience Is Watching", *Think with Google*, 2016. [Online]. Available: <https://www.thinkwithgoogle.com/consumer-insights/video-trends-where-audience-watching/>. [Accessed: 29- Mar- 2020].

[21] "Internet Systems Consortium", *Isc.org*, 2020. [Online]. Available: <https://www.isc.org/dhcp/>. [Accessed: 29- Mar- 2020].