



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**  
**ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"**

**MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**  
**MENCIÓN: GESTIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES**  
*Resolución: RPC-SE-01-No.016-2020*

**PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER**

<b>Título del proyecto:</b>
<b>Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guápulo.</b>
<b>Línea de Investigación:</b>
<b>Telecomunicaciones y sistemas electrónicos</b>
<b>Campo amplio de conocimiento:</b>
<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)</b>
<b>Autor/a:</b>
<b>Ing. Belduma Cuenca Luis Alfredo</b>
<b>Tutor/a:</b>
<b>Mg. Albarracín Guarochico Wilmer Fabian</b>

**Quito – Ecuador**

**2022**

## APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Mg. Wilmer Fabian Albarracín Guarochico con C.I: 1713341152 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guápulo.

Elaborado por: Luis Alfredo Belduma Cuenca, de C.I: 1727039255, estudiante de la Maestría: Telecomunicaciones, mención: Gestión de las Telecomunicaciones de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 19 de septiembre del 2022

---

**Firma**

## DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, Luis Alfredo Belduma Cuenca con C.I: 1727039255, autor/a del proyecto de titulación denominado: Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guápulo. Previo a la obtención del título de Magister en Telecomunicaciones, mención Gestión de las Telecomunicaciones.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 19 de septiembre del 2022

**Firma**

## Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	3
INFORMACIÓN GENERAL	1
Contextualización del tema	1
Problema de investigación	2
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	3
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.1. Contextualización general del estado del arte	5
1.1.1 Radioenlace	5
1.1.2 Espectro Radioeléctrico	5
1.1.3 Ondas electromagnéticas	6
1.1.4 Microondas	6
1.1.5 Microondas Terrestres	7
1.1.6 Zona de Fresnel	7
1.1.7 Atenuación en el espacio libre	8
1.1.8 Ganancia	9
1.1.9 Sistema de control de acceso vehicular	9
1.2. Proceso investigativo metodológico	10
1.3. Análisis de resultados	11
1.4. Población y muestra	12
Población	12
Muestra	12
Métodos empíricos y técnicas empleadas para la recolección de la información	13
CAPÍTULO II: PROPUESTA	21
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	21
2.1.1 Cálculo de la Zona de Fresnel	21
2.1.2 Cálculo de atenuación en el espacio libre	22
2.1.3 Cálculo de la potencia Irradiada Isotrópica Efectiva	23
2.1.4 Cálculos de enlaces	23
2.1.5 Pérdidas en líneas de transmisión	24
2.1.6 Pérdidas en conectores	24

2.1.7	Cálculo de la potencia de recepción	24
2.1.8	Software de simulación de radio enlace	24
2.1.9	Simulación del radioenlace en el software radio Mobile	26
2.2	Descripción de la propuesta	32
2.2.1	Equipos	33
2.2.2	Antenas Ubiquiti	33
2.2.3	Lector RFID	34
2.2.4	Panel de Control de acceso	35
2.2.5	Switch	36
2.2.6	TAG vehicular	36
2.3.1	Implementación del radioenlace de microondas	38
2.3.2	Instalación de la infraestructura	38
2.3.3	Instalación de equipos	40
2.3.4	Configuración de equipos	44
2.3.5	Configuración de antenas RFID.	51
2.3.6	Configuración de TAG vehicular	52
2.3.7	Configuración de Panel de control de acceso y software de gestión	53
2.3.8	Pruebas de funcionamiento	60
2.3	Validación de la propuesta	67
2.4	Matriz de articulación de la propuesta	68
2.5	Análisis de resultados. Presentación y discusión.	69
	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	74
	ANEXOS	76

## Índice de tablas

Tabla 1 Levantamiento de información de la pregunta 1 .....	14
Tabla 2 Levantamiento de información de la pregunta 2 .....	15
Tabla 3 Levantamiento de información de la pregunta 3 .....	16
Tabla 4 Levantamiento de información de la pregunta 4 .....	17
Tabla 5 Levantamiento de información de la pregunta 5 .....	17
Tabla 6 Levantamiento de información de la pregunta 6 .....	18
Tabla 7 Levantamiento de información de la pregunta 7 .....	19
Tabla 8 Ubicación de Nodos .....	26
Tabla 9 Valores de Azimuth y elevación .....	32
Tabla 10 Valores de potencia .....	32
Tabla 11 IPs de equipos .....	44
Tabla 13 Costos de implementación del proyecto .....	64
Tabla 12 Niveles de potencia de recepción en dBm .....	69
Tabla 13 Velocidad de transmisión del radioenlace .....	69
Tabla 14 Valores experimentales de lectura de las antenas RFID .....	70
Tabla 15 Comparativa del sistema actual VS el sistema antiguo .....	71

## Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de un radioenlace .....	5
Figura 2 Diagrama de un radioenlace de microondas .....	8
Figura 3 Calculo para toma de muestra .....	13
Figura 4 Grado de utilidad de la implementación del radio enlace .....	14
Figura 5 Frecuencia del uso del CCAA Vehicular .....	15
Figura 6 Tiempo estimado de apertura del sistema actual .....	16
Figura 7 Usuarios de deben usar el sistema de CCAA Vehicular .....	17
Figura 8 Grado de aceptación del sistema actual .....	18
Figura 9 Grado de aceptación de los TAG en los Vehículos .....	19
Figura 10 Importancia de la instalación del CCAA vehicular automatizado .....	20
Figura 11 Representación de la Zona de Fresnel .....	22
Figura 12 Azimuth de las antenas LBE-M5 .....	25
Figura 13 Simulación de radio enlace .....	25
Figura 14 Ubicación geográfica de la antena 1 .....	26
Figura 15 Ubicación geográfica de la antena 2 .....	27
Figura 16 Asignación de la red del radioenlace .....	27
Figura 17 Configuración de la Topología de red del radio enlace .....	28
Figura 18 Configuración de parámetros del sistema Antena 1 .....	28
Figura 19 Configuración de parámetros del sistema Antena 2 .....	29
Figura 20 Configuración de equipos a la red del enlace .....	29
Figura 21 Estado de conexión del enlace .....	30
Figura 22 Patrón de radiación Antena 1 .....	30
Figura 23 Patrón de radiación Antena 2 .....	31
Figura 24 Datos obtenidos en la simulación del Radioenlace .....	31
Figura 25 Antena Ubiquiti LBE-M5-23 .....	33
Figura 26 Antena RFID .....	35
Figura 27 Panel de control de Accesos .....	35
Figura 28 Switch para conexión de dispositivos .....	36
Figura 29 Tag Vehicular .....	36
Figura 30 Diagrama general del sistema .....	37
Figura 31 Diagrama de conexiones .....	37
Figura 32 Ubicación geográfica de las antenas .....	38
Figura 33 Instalación de soportes metálicos .....	39
Figura 34 Instalación de soportes metálicos .....	39
Figura 35 Instalación de gabinete metálico .....	40
Figura 36 Anclaje de antenas en el soporte metálico .....	41
Figura 37 Anclaje de antenas en el soporte metálico .....	41
Figura 38 Montaje de las antenas .....	42
Figura 39 Anclaje de antenas RFID en el soporte metálico .....	42
Figura 40 Soportes para antenas del radioenlace .....	43
Figura 41 Conexión de equipos .....	43
Figura 42 Conexión de panel de acceso .....	43
Figura 43 Conexión de Panel con controlador Bolardo .....	44
Figura 44 Conexión de equipos al switch .....	44
Figura 45 Ingreso a la interfaz web de las antenas .....	45

Figura 46 Asignación de IP a la antena Principal .....	46
Figura 47 Asignación de IP a la antena Cliente .....	46
Figura 48 Selección de frecuencia para las antenas .....	47
Figura 49 Configuración de parámetros de la antena Principal .....	48
Figura 50 Selección de SSID de la antena principal .....	48
Figura 51 Configuración de parámetros de la antena Cliente .....	49
Figura 52 Detalle de conexión antena Principal .....	49
Figura 53 Detalle de conexión antena Cliente .....	50
Figura 54 Detalle de Rendimiento de la antena Principal .....	50
Figura 55 Pruebas de Ping .....	51
Figura 56 Configuración de antenas RFID .....	52
Figura 57 Encriptación de TAG .....	53
Figura 58 Datos del motor de base de datos .....	54
Figura 59 Creación de base de datos .....	54
Figura 60 Datos de conexión con la base de datos .....	55
Figura 61 Instalación de software ZKAccess 3.5 .....	55
Figura 62 Validación de tablas de la base de datos .....	56
Figura 63 Inicio de sesión en el software de gestión .....	56
Figura 64 Ingreso de datos para agregar el Panel al software .....	57
Figura 65 Panel de Acceso registrado en el software correctamente .....	57
Figura 66 Creación de nivel de acceso .....	58
Figura 67 Creación de usuarios en el software de gestión .....	59
Figura 68 Asignación de un nivel de acceso a los usuarios .....	59
Figura 69 Sincronización de datos con el Panel de Acceso .....	60
Figura 70 Instalación de TAG en los vehículos de los usuarios .....	60
Figura 71 Visualización de eventos en el software de gestión .....	61
Figura 72 Apertura remota del control de accesos .....	61
Figura 73 Reporte de eventos del sistema de control de Acceso .....	62
Figura 74 Prueba 1 realizadas en el sistema de CCAA Vehicular .....	62
Figura 75 Prueba 2 realizadas en el sistema de CCAA Vehicular .....	63
Figura 76 Prueba 3 realizadas en el sistema de CCAA Vehicular .....	63
Figura 77 Pruebas realizadas en el sistema de CCAA Vehicular .....	63

## INFORMACIÓN GENERAL

### Contextualización del tema

El continuo avance de las tecnologías de los últimos tiempos ha llevado a un sinnúmero de adelantos en todas las áreas de las telecomunicaciones y redes, perfeccionando claramente en comunicaciones inmediatas y conectividad, hoy en día es indispensable contar con acceso a la red para gestionar los servicios, la facilidad con la que permite instaurar comunicaciones a largas distancias y el progreso de las tecnologías de la comunicación e información, así como gestión remota de los sistemas ha permitido que este servicio sea de suma importancia para las empresas, entidades públicas y personal del siglo XXI.

Hoy en día las tecnologías inalámbricas son de gran ayuda debido a que se presenta como una solución para la comunicación en sitios de difícil acceso y gracias a su bajo costo y de fácil configuración es una tecnología en la actualidad muy utilizada. Así también entre sus funcionalidades permite ser un medio de comunicación de backup, en caso de ocurrir algún inconveniente con el canal de comunicación guiado.

Por lo mencionado anteriormente en el Ecuador según el Arcotel, el espectro de uso libre o bandas libres son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser utilizadas por el público en general sin la necesidad de la obtención de un título habilitante con sujeción a las condiciones establecidas en la norma técnica. El Plan Nacional de Frecuencias aprobado mediante Resolución No. 12-09-ARCOTEL-2017 del 13 de diciembre de 2017, publicada en la Edición Especial No. 250 del Registro Oficial el 31 de enero de 2018, establece que: “En las bandas 915 – 928 MHz, 2 400 – 2 483,5 MHz, 5 150 – 5 350 MHz, 5 470 – 5 725 MHz y 5 725 – 5 850 MHz y 24,05 – 24,25 GHz operan, a título secundario, sistemas que ocupan espectro radioeléctrico para uso Determinado en Bandas Libres (UDBL), para los servicios fijo y móvil”.

Según estudios realizados por estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato de la carrera Electrónica y telecomunicaciones determinaron que el ancho de banda de 734 kbps, al mismo tiempo se debe considerar que el radio de la primera zona de Fresnell es de 9.14m de esta manera se tendrá una comunicación eficiente y así transmitir voz y datos al mismo tiempo. Las pérdidas de un radioenlace se dan por algunos factores, el principal es por la propagación en el espacio libre debido a la atenuación de la señal según la distancia que se encuentra el receptor.

Así también respecto a los sistemas de control de acceso vehicular se tiene varios estudios del funcionamiento de dichos sistemas sin embargo el presente proyecto tiene como finalidad

el diseño e implementación de un radioenlace punto a punto utilizando bandas libres el mismo que servirá para la gestión remota y automatización del control de acceso vehicular mediante antenas RFID con lectura de TAG en la calle Germánico Salgado del sector de Guápulo.

### **Problema de investigación**

La calle Germánico Salgado en el sector de Guápulo, en el centro oriente de Quito se encuentra cerrado al tránsito vehicular, la disposición forma parte del Plan Integral de la Rehabilitación y Movilidad de Guápulo que establece el Municipio de Quito, el objetivo es precautelar el patrimonio de este barrio tradicional.

Desde el parque de Guápulo hacia la Av. los Conquistadores el acceso es limitado, actualmente se encuentra instalado un dispositivo (Bolardo neumático) que limita el acceso hacia la calle Germánico Salgado, desde la Plaza Lasso hacia la AV. de los Conquistadores la misma que conduce hacia la Simón Bolívar, razón por la cual se instaló el dispositivo con el fin de evitar el paso de más de 6000 vehículos que circulan diariamente para interconectarse de Guápulo con el Valle de Tumbaco y viceversa.

El dispositivo mencionado (Bolardo neumático) funciona en casos de emergencia para que los vehículos circulen por la Germánico Salgado, así también servirá para los moradores de esta vía con la finalidad de que garantice su entrada y salida, los vehículos que no pertenecen a esta calle deben tomar vías alternativas para salir a la Simón Bolívar o a la Gonzales Suarez.

Actualmente el dispositivo instalado en la calle Germánico Salgado funciona de manera manual para su apertura y cierre, o su vez utilizan un control remoto, pero estos son limitados lo que ha ocasionado inconformidades por parte de los moradores del sector ya que no se cuenta con un registro o gestión del control de acceso vehicular.

El presente proyecto pretende automatizar y gestionar de manera eficiente el control de acceso vehicular para lo cual se instalará un panel de acceso que controlará el dispositivo instalado actualmente, así también se instalará antenas RFID para la lectura de los TAG instalados en los vehículos para la apertura y cierre automático del dispositivo.

Para la gestión del acceso vehicular se pretende realizar un radioenlace de microondas desde el dispositivo instalado en la calle germánico Salgado hacia la casa del presidente del Barrio Guápulo, donde se instalará el software de gestión del control de acceso vehicular.

## **Objetivo general**

Diseñar un radioenlace de microondas para la gestión y automatización del control de acceso vehicular en la calle Germánico Salgado del sector de Guápulo.

## **Objetivos específicos**

- Realizar el estudio del arte de las normas, estándares, algoritmos e infraestructura del radioenlace en bandas libres.
- Analizar la arquitectura para la automatización del acceso vehicular y su adaptabilidad con bolardos neumáticos.
- Determinar los equipos necesarios para el diseño e implementación del radioenlace y automatización del control de acceso vehicular.
- Generar pruebas y analizar los resultados obtenidos mediante el desarrollo del proyecto.

## **Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:**

Hoy en día las diferentes herramientas tecnológicas pueden ser de gran ayuda cuando contribuyen con soluciones de innovación con el fin de soluciones a los problemas que día a día tienen los seres humanos o para hacer su vida más fácil y mejor. Muchos de estos avances en la actualidad han permitido traspasar barreras en el área de telecomunicaciones y la automatización de técnicas, pues sus procesos son incuestionables ya que se mejora la velocidad de implementación, calidad de servicios y/o productos.

Conscientes de que en la actualidad el ritmo de vida de los seres humanos va a mayor velocidad y procesos que antes tardaban para ser ejecutados ahora pueden tomar menos tiempo, obligan a la automatización de sistemas y conexión a la red para su respectiva gestión. De ahí la necesidad de contar con un radioenlace para la gestión y la automatización del acceso vehicular en la calle Gerónimo Salgado del sector Guápulo, que sea capaz de reconocer al usuario que tiene permitido ingresar a la mencionada calle y que permita apertura y cerrar de manera automática el dispositivo instalado actualmente en el sitio, así también que permita la gestión del control de acceso vehicular desde una herramienta digital.

Para justificar las razones que motivan al estudio de este caso, se considera que los resultados sean positivos, basado en la implementación de un Radioenlace para la gestión y automatización del control de acceso vehicular que traerá consigo: brindar mayor control y seguimiento a los usuarios que circulan por la calle Gerónimo Salgado.

Los beneficios de implementar esta solución a través de un radioenlace, es que permita la factibilidad, mantenibilidad, gestión y administración, además que permita el control de acceso vehicular de la calle Gerónimo Salgado ya que la misma es un punto estratégico para controlar la movilidad y sobre todo salvaguardar lo patrimonial del sector de Guápulo.

Finalmente, la evaluación de las implicaciones del funcionamiento del sistema, permitirá tener una percepción clara de los beneficios que genera a los usuarios, así también el presente proyecto serán la base para realizar futuras mejoras en el sistema o para incursionar en la automatización de nuevos procesos.

## CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1.1. Contextualización general del estado del arte

En esta sección se mencionan todos los conceptos necesarios para entrar en contexto del presente proyecto que se pretende realizar, así como los diferentes dispositivos que se usarán y las normativas a tener en cuenta para la implementación del sistema.

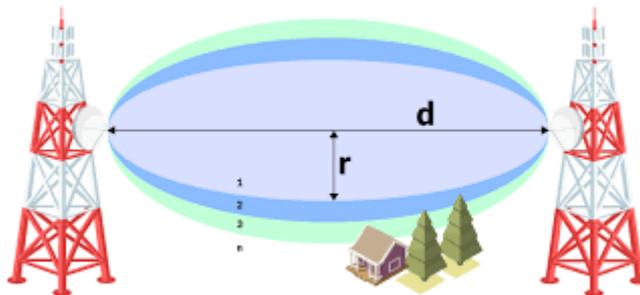
#### 1.1.1 Radioenlace

Se entiende por radio enlace la interconexión entre dispositivos de telecomunicaciones, que utiliza el aire como canal de transmisión, es decir, las ondas electromagnéticas se propagan por el espacio para lograr la comunicación entre dos o más puntos. Para permitir la transmisión de las ondas electromagnéticas en el espacio se utiliza una frecuencia portadora, que será la encargada de transmitir la información de un sitio a otro. Puede tener varios tipos de radioenlaces como enlaces punto a punto, multipunto, enlaces fijos móviles, etc. Por tal motivo, se deben manejar dos portadoras moduladas, una para realizar las tareas de transmisión y la otra para realizar la recepción. A este conjunto de frecuencias portadoras se designa canal de radio. (Rooswell Vasquez & Bryan Otavalo, s. f.)

En el presente proyecto, el tipo de comunicación que se ejecuta es dúplex, es decir mantiene la comunicación bidireccional, admitiendo el envío y recepción simultánea de información.

#### Figura 1

Diagrama de un radioenlace



*Nota.* Radioenlace punto a punto. Tomado de (Martínez, 2018)

#### 1.1.2 Espectro Radioeléctrico

El espectro radioeléctrico está formado por un conjunto de ondas electromagnéticas y ondas hertzianas, las mismas que se propagan por el aire sin necesidad de una guía artificial. Dichas particularidades permiten efectuar una gran variedad de servicios de telecomunicaciones de gran importancia para el progreso social y económico de un país, por lo tanto, es considerado

por la Constitución de la República del Ecuador como un sector estratégico, por lo que este influye directamente en el PIB del país. Por tal motivo el gobierno se encarga de la administración, regulación, control y gestión del recurso. Es así como, dentro de la legislación de telecomunicaciones, Ecuador define al espectro radioeléctrico como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del estado. (*Espectro Radioeléctrico – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*, s. f.)

### **1.1.3 Ondas electromagnéticas**

Dichas ondas electromagnéticas no son más que la combinación de campos eléctricos y magnéticos creados por cargas eléctricas en movimiento, estos campos permanecen perpendiculares entre sí, son ondas generadas por cargas eléctricas en movimiento y su propagación no requiere de un medio material. En el espacio, las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz, aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/s. así también las ondas de radiofrecuencia viajan a largas distancias e incluso pasar edificios con facilidad, por lo que se utilizan ampliamente para comunicaciones en interiores y exteriores, porque la propagación de ondas de radio se verá interferida en todas las frecuencias. (Silvester, s. f.)

Las particularidades de las señales electromagnéticas es que dependen de la frecuencia. A bajas frecuencias, las ondas de radio pueden llegar a atravesar obstáculos con facilidad, pero cuando se aleja de la fuente, la potencia se puede reducir ampliamente. Esta atenuación se denomina pérdida de trayectoria; por otro lado, a altas frecuencias, las señales de radio viajan en línea recta provocando un efecto de rebote en los obstáculos. La pérdida de ruta reduce aún más la potencia, aunque la señal recibida también puede depender en gran medida de las reflexiones. En comparación con las señales electromagnéticas de baja frecuencia, las ondas de radio de alta frecuencia son absorbidas más fácilmente por la lluvia y otros obstáculos (Rooswell Vasquez & Bryan Otavalo, s. f.)

### **1.1.4 Microondas**

Se refiere como microondas a aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por lo tanto, las señales de microondas, a raíz de sus altas frecuencias, poseen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí se da el nombre de “micro” ondas. Por ejemplo la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cm., mientras que la señal de 100 MHz, tal es el caso de la banda comercial de FM, posee una longitud de 3 metros. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm., un poco mayores a la energía infrarroja. (Wikimedia foundation, s. f.)

Se utiliza el espacio aéreo como medio de transmisión físico. La información es transmitida en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros).

Así también se pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un mismo enlace, o pueden establecer enlaces punto a punto. Las estaciones consisten en una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del cliente.(Poma Choque, s. f.)

### **1.1.5 Microondas Terrestres**

Un radioenlace terrestre o microondas suministra conectividad entre dos o más sitios (estaciones terrenas) en línea de vista (Line – of - Sight, LOS) utilizando equipos de radio con frecuencias de portadora por arriba de 1 GHz. La forma de onda emitida puede ser digital (convencionalmente en FM) o analógica. Las principales ejecuciones de un sistema de microondas terrestre son las siguientes: (Alvarado & Hoira, 2012)

- Telefonía básica (canales telefónicos)
- Datos
- Telégrafo / Telex / Facsímile
- Canales de Televisión.
- Vídeo
- Telefonía Celular (Troncales)

### **1.1.6 Zona de Fresnel**

La primera Zona de Fresnel es un volumen elipsoidal alrededor de la línea recta que une el transmisor con el receptor (línea de vista).

La primera Zona de Fresnel es importante porque define un volumen alrededor de la Línea de vista (LOS -Line of Sight-) que debe estar despejado de todo obstáculo para que la potencia que alcanza a la antena receptora sea máxima.(Alulema, 2012)

Objetos en la zona de Fresnel como árboles, colinas y edificios pueden atenuar considerablemente la señal recibida, aun cuando la línea entre el TX y el RX no esté bloqueada.

La fórmula genérica de cálculo de la zona de Fresnel es:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Donde:

$r_n$  = radio de Fresnel en metros (1,2,3 ...).

$d_1$  = distancia desde el transmisor al centro del elipse en metros

$d_2$  = distancia desde el centro del elipsoide al receptor en metros.

$\lambda$  = longitud de onda de la señal transmitida en metros

Aplicando la fórmula se obtiene del radio de la primera zona de Fresnel ( $r_1$  de la fórmula superior), conocida la distancia entre dos antenas y la frecuencia en la cual transmiten la señal, suponiendo al objeto situado en el punto central. En unidades del SI:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad n=1$$

$$D = d_1 + d_2$$

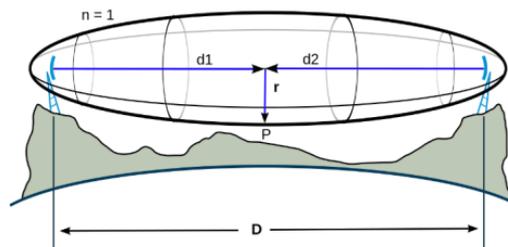
$$r_1 = \sqrt{c / f d_1 d_2 / D}$$

$$r_1 = 17,32 \sqrt{d_1 d_2 / D f}$$

Ecuación más utilizada para el cálculo de la primera zona de Fresnel  $f$ =GHz y  $d$ =Km

## Figura 2

Diagrama de un radioenlace de microondas



Nota. Radioenlace punto a punto de microondas. Tomado de (Meza, s. f.)

### 1.1.7 Atenuación en el espacio libre

Es el valor de pérdida o atenuación en el espacio libre. Se obtiene usando la fórmula del Path Loss. Esta se calcula para un enlace en el vacío con una trayectoria ideal.

$$A_{EL} = 10 \log\left(\frac{F \times d}{C/4\pi}\right)^2 = -20 \log\left(\frac{C}{4\pi}\right) + 20 \log(F \times d) \text{ [dB]; } C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Fórmula general para determinar el cálculo de la atenuación en el espacio libre en función de MHZ y KM

$$A_{EL} = 32,5 \text{ db} + 20 \log(F \times d) \text{ [dB]; } F \text{ [MHZ], } d \text{ [KM]}$$

Fórmula para determinar la atenuación en el espacio en función de MHZ y KM

$$A_{EL} = 92,5 \text{ db} + 20 \log(F \times d)[\text{dB}]; F[\text{GHZ}], d[\text{KM}]$$

Cálculo para determinar la atenuación en el espacio libre en función de GHZ y KM

### 1.1.8 Ganancia

Se conoce como la ganancia de potencia en la dirección de máxima radiación. La Ganancia (G) se ocasiona por el efecto de la directividad al concentrarse la potencia en las zonas indicadas en el diagrama de radiación. La unidad de Ganancia (G) de una antena es el dBd o dBi, dependiendo si esta se establece respecto a un dipolo de media onda o a la isotrópica. (Peña, 2020)

$$\text{dBd} = \text{dBi} - 2.15 \text{ dB}$$

### 1.1.9 Sistema de control de acceso vehicular

Un sistema de control de accesos vehicular se utiliza especialmente para permitir o restringir el acceso a ciertas áreas de una instalación o vía, su implementación contempla el uso de elementos físicos y lógicos, los mismo que se relacionan entre sí para formar un sistema de monitoreo en tiempo real y administración constante. Su importancia reside en que se establecen condiciones de seguridad y bienestar para los beneficiarios, sectorizando y limitando mediante niveles de acceso, la libre circulación peatonal o vehicular.

Los mecanismos físicos pueden ser analizados en dos ramas:

**Entrada:** Los dispositivos de entrada de información son todos aquellos que mediante comunicación de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), comunicaciones seriales (RS232, RS422, RS485), entre otros, envían información o datos, que se convierte en requerimientos de entrada, a un servidor.

Hace tiempo era necesario que a un panel de accesos con los puertos de comunicación antes indicados, se conecten los dispositivos de adquisición de datos como lectores de tarjetas magnéticas, lectores RFID, entre otros, para su posterior decodificación y procesamiento de información, sin embargo actualmente la mayoría de estos dispositivos cuentan con su propio puerto de comunicación y son conocidos como terminales de control de acceso Standalone, de ser necesario, pueden enviar información directa, sin la necesidad de un panel de accesos.

**Salida:** Son todos los dispositivos que incorporan salidas de relés o de contactos, los cuales pueden ser usados para la posterior apertura de puertas, motores, cerraduras magnéticas, entre otros. Los contactos que usualmente se utilizan son normalmente abierto y cerrado.

A nivel lógico, el manejo de Aplicativos considerado como el medio de interconexión entre la infraestructura física del sistema de control y el usuario, admite la configuración y administración de los dispositivos, personal, gestión de permisos, control de accesos, reportes, monitoreo, a través de interfaces que en su gran parte son bastante amigables con el usuario.

La instalación del software, dependerá de varias condiciones o requerimientos mínimos para el funcionamiento. A continuación presenta los requerimientos a tomar en cuenta:

#### **Requerimientos del servidor**

- Capacidad de memoria, sistemas operativos, base de datos soportados, particiones de memoria.
- Cantidad de dispositivos (lectoras)
- Cantidad de usuarios a manejar
- Costos de licenciamiento
- Facilidad de uso
- Información de reportaría completa

En este sentido, la gama de aplicativos digitales es grande y variada, y a pesar de que la mayoría son desarrollos de otros países, se mencionan tres aplicativos cuya adaptabilidad es la más ajustable a la realidad de las aplicaciones a nivel de Latinoamérica y específicamente en el Ecuador, estos son: ZKACCESS, AXTRAXNG, CARDACCESS 3000.(Oscar Piedra, 2018)

#### **1.2. Proceso investigativo metodológico**

Para el presente proyecto tecnológico se utilizará la metodología cuantitativa y técnica de la observación de campo, para lo cual se acudió al sector de Guápulo en la calle Germánico Salgado para realizar las observaciones del comportamiento de los equipos actualmente instalados (Control de accesos con bolardo neumático), así también como pruebas efectuadas a dichos dispositivos que conforman el control de accesos y sobre todo obtener la información necesaria para su posterior análisis.

Así también la presente investigación se utiliza la metodología descriptiva, para lo cual se recolectaron los datos del comportamiento de las señales generadas por los equipos utilizados para el radioenlace y la automatización del control de acceso vehicular, de esta forma se obtuvo información del contexto observado, así también se utiliza la metodología de tipo explicativa, ya

que en la misma se expone de manera concreta las características, ventajas y desventajas principales del fenómeno de transmisión en los equipos Ubiquiti LBE-M5-23.

De igual forma se utiliza la metodología documental la misma que permite seleccionar varias fuentes bibliográficas, recopilar información necesaria y hacer posible la realización del presente proyecto, realizando la revisión y análisis de cada uno de los elementos que hacen parte del concepto de red punto a punto y radioenlaces.

Además, fue contemplado el método de medición, ya que con los resultados de los datos de medición se procedió a realizar comparaciones de las mismas en diferentes circunstancias lo que permitió realizar un concepto de localidad de transmisión en el sector de Guápulo en un antes y después de hacer las pruebas con los equipos en sitio.

De igual forma, fueron consideradas las normas para el uso del espectro radioeléctrico que actualmente rige en el país las mismas que fueron analizadas detenidamente para así proponer mejores alternativas para la realización del proyecto.

### **1.3. Análisis de resultados**

Con el fin de evitar encolamiento o molestias en los usuarios que transitan por la calle Germánico Salgado del Sector de Guápulo surge la necesidad de realizar un radioenlace para automatizar y gestionar el sistema de control de accesos actualmente instalado en el sitio mencionado, ya que dicho sistema al estar instalado en un ambiente abierto y público se imposibilita la conexión a la red para la gestión del mismo por tal motivo se pretende la realización del radioenlace para la automatización y gestión que sea acorde al tipo de sistema y a los avances tecnológicos de hoy en día, para lo cual el principal objetivo sea garantizar el acceso dinámico, ágil y preciso de los moradores del sector que cuentan con vehículos, sobre todo en horarios de mayor afluencia de vehículos que circulan por el sector.

Dicho esto, se realizará un análisis previo a los requerimiento y necesidades que tienen los usuarios que utilizan el control de accesos vehicular, incluyendo principalmente la gestión y automatización eficiente del sistema actual, para que con este sustento se pueda evidenciar y comparar si es que la implementación del radioenlace para la gestión y automatización de sistema de control de accesos tiene beneficios positivos para los usuarios que hacen uso de dicho sistema.

Así también el diseño e implementación del radioenlace para la gestión y automatización del sistema de control de accesos vehicular, deberá ajustarse a los requerimientos examinados previamente y a condiciones del funcionamiento solicitado por el presidente del Cabildo de

Guápulo, para lo cual se someterá el sistema a varias pruebas de funcionalidad, para de esta forma obtener datos que serán analizados, comparados y tabulados, con el objetivo de plantear cuadros comparativos, estadísticos y futuras propuestas de trabajos similares.

Las pruebas del radioenlace se realizaron instalando los equipos de comunicación, ubicándolos a una distancia aproximada de 300 metros uno del otro, se practicaron pruebas de transferencia de información, datos, etc. a través del espectro radioeléctrico de banda libre permitido por el Arcotel.

#### **1.4. Población y muestra**

##### **Población**

El presente proyecto de investigación será implementado en la Calle Germánico Salgado del barrio de Guápulo, siendo esta calle la principal arteria vial para la circulación vehicular del sector.

Los 400 usuarios que circulan por la Calle Germánico Salgado, serán los beneficiarios directos de las prestaciones que brinda la implementación de un radioenlace para la automatización y gestión del Control de Acceso Vehicular, delimitando así la población de tipo finita por el número de usuarios aproximado que circulan por dicha Calle.

##### **Muestra**

Por cuestiones de tiempo y dinero se torna dificultoso investigar a todos los involucrados en la población, por tal motivo se toma una muestra de 197 unidades como se muestra en la siguiente figura.

Nivel de confianza (95%)

Margen de error (5)

Población Finita (197 usuarios)

**Figura 3**

*Cálculo para toma de muestra*

**Calculadora de muestra**

Nivel de Confianza :  95%  99%

Margen de Error:

Población:

Tamaño de Muestra:

*Nota.* Cálculo para toma de muestra de la población finita. *Tomado de Autor*

La muestra obtenida garantiza una óptima representación para permitir la inferencia de los valores muestrales de la población.

#### **Métodos empíricos y técnicas empleadas para la recolección de la información**

La implementación del presente proyecto en primera instancia no debe generar alteración en el funcionamiento del equipo instalado actualmente en el sitio, por tal razón es necesario que los equipos que se instalen para la automatización y radioenlace para gestión no perturben al adecuado funcionamiento del bolardo y cree congestión en la circulación vehicular.

Se evaluará los tiempos de respuesta que usa el sistema para aperturar el control de acceso a los usuarios, también se evaluará la gestión de permisos a usuarios para la circulación y reportes de los mismos. El balance de estos tiempos con los antecedentes obtenidos previos a la implementación del sistema, muestra las ventajas o desventajas relacionadas con el control de acceso vehicular para la circulación en la Calle Germánico Salgado.

Así también, con una encuesta realizada a la muestra aleatoria previamente definida, se podrá evaluar el grado de aceptación que ha tenido la implementación del radioenlace para

control de acceso vehicular para cada uno de los usuarios que circulan por la calle Germánico Salgado.

Las encuestas realizadas a la muestra de 197 usuarios, permite asumir una percepción real de los inconvenientes y necesidades que tienen al momento de gestionar el control de acceso vehicular. Las preguntas se presentan a continuación:

**1) ¿Qué tan útil cree usted que la implementación del radioenlace para el control de acceso vehicular en la calle Germánico Salgado?**

- a) Muy Útil
- b) Poco Útil
- c) Nada Útil

**Tabla 1**

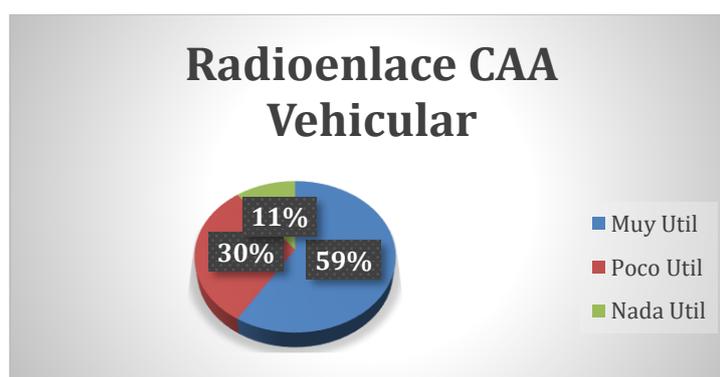
*Levantamiento de información de la pregunta 1*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
<b>Muy Útil</b>	116	59 %
<b>Poco Útil</b>	60	30 %
<b>Nada Útil</b>	21	11 %
<b>Total</b>	197	100 %

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 1

**Figura 4**

*Grado de utilidad de la implementación del radio enlace*



*Nota.* Grado de utilidad del Radioenlace para CCAA vehicular. Tomado de Autor

**Análisis:** La Figura, muestra que un 89 % de la totalidad de personas encuestadas considera que es útil tener un radioenlace para controlar el acceso vehicular, debido a que actualmente las aperturas son de manera manual y no se realiza la gestión del control de acceso. Mientras que un 11% considera que no es útil realizar el Radioenlace.

**2) ¿Con qué frecuencia utiliza el control de acceso vehicular?**

- a) Diario
- b) Semanal
- c) Mensual

**Tabla 2**

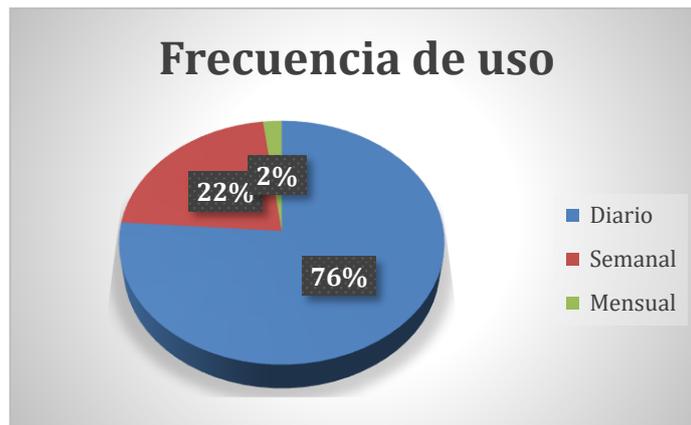
*Levantamiento de información de la pregunta 2*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
Diario	150	76 %
Semanal	43	22 %
Mensual	4	2 %
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 2

**Figura 5**

*Frecuencia del uso del CCAA Vehicular*



*Nota.* Porcentajes de la frecuencia del CCAA vehicular. *Tomado de Autor*

**Análisis:** Según la figura, se entiende que un 76% de usuarios circulan con sus vehículos por la calle Germánico Salgado y por ende hace uso del control de accesos de manera diaria.

El 22% de usuarios al menos una vez a la semana hacen uso del control de acceso vehicular, mientras que el 2% de usuarios utilizan el control de acceso al menos una vez al mes.

**3) ¿Cuánto tiempo se ha demorado para abrir y cerrar el control de acceso actual?**

- a) 30 a 59 segundos
- b) 1 a 2 minutos
- c) Más de 2 minutos

**Tabla 3**

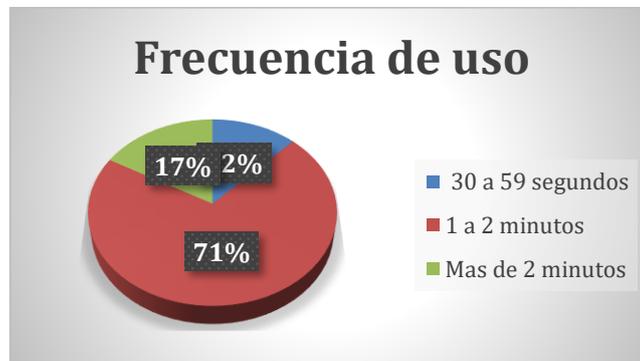
*Levantamiento de información de la pregunta 3*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
30 a 59 segundos	24	12 %
1 a 2 minutos	140	71 %
Mas de 2 minutos	33	17 %
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 3

**Figura 6**

*Tiempo estimado de apertura del sistema actual*



*Nota.* Porcentajes del tiempo estimado para la apertura del sistema actual. *Tomado de Autor*

**Análisis:** Según la figura, el 71% de usuarios se demora más de 2 minutos en aperturar y cerrar el control de acceso vehicular actual, esto se debe a que muchos usuarios deben bajar de sus vehículos y acercarse hasta el controlador del bolardo para que puedan abrir el control de acceso ya que en ocasiones no funciona el control remoto desde distancias largas.

El 17% de usuarios tardan entre 1 y 2 minutos la apertura y cierre automático del control de accesos vehicular, mientras que solo el 12% de usuarios tardan entre 30 y 59 segundos en aperturar el control de accesos actual.

**4) ¿Qué usuarios deben circular por la calle Germánico Salgado?**

- a) Público general
- b) Usuarios del Sector
- c) Ningún Usuario

**Tabla 4**

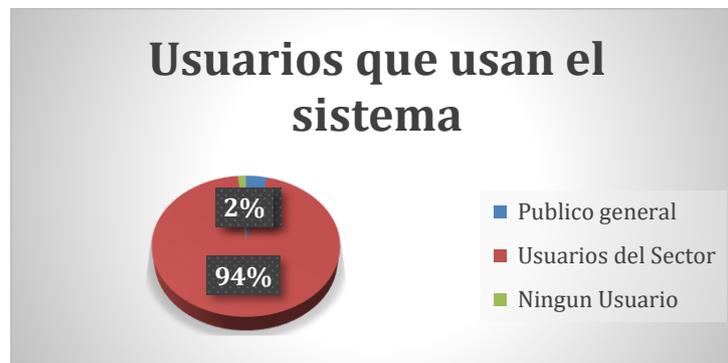
*Levantamiento de información de la pregunta 4*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
Público general	8	4 %
Usuarios del Sector	186	94 %
Ningún Usuario	3	2 %
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 4

**Figura 7**

*Usuarios de deben usar el sistema de CCAA Vehicular*



*Nota.* Porcentajes de aceptación para usuarios que deben usar el sistema. *Tomado de Autor*

**Análisis:** La figura, representa que el 71% de usuarios están de acuerdo que solo las personas del sector de Guápulo circulen por la calle Germánico Salgado, el 17% de usuarios mencionan que el acceso por la calle mencionada debe ser para todo público, mientras que un 2% de usuarios opina que la calle debe ser cerrada completamente y todos los usuarios usar vías alternas para la circulación vehicular.

**5) ¿Está usted de acuerdo con el sistema actual de control de acceso vehicular?**

- a) Si
- b) No

**Tabla 5**

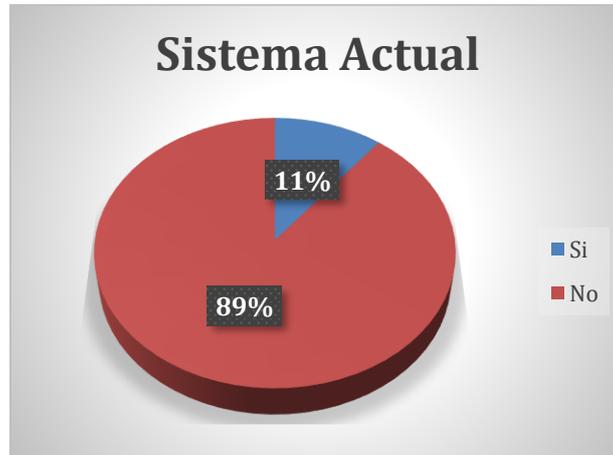
*Levantamiento de información de la pregunta 5*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
Si	21	11 %
No	176	89 %
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 5

**Figura 8**

*Grado de aceptación del sistema actual*



*Nota.* Porcentaje de aceptación del sistema actual. *Tomado de Autor*

**Análisis:** La figura, describe que el 89% de usuarios no está de acuerdo con el sistema de control de accesos actual, ya que en ocasiones tardan demasiado tiempo en abrir y cerrar el control de acceso, además de que no cuentan con un software de gestión para llevar el control de acceso vehicular ya que en ocasiones hacen mal uso y no se cuenta con un registro. El 11% usuarios encuestados, opina que el sistema actual es funcional y no requiere mejorar su funcionalidad.

**6) ¿Estaría usted dispuesto a instalar un TAG en el parabrisas de su vehículo para la apertura del control de acceso vehicular?**

- a) Si
- b) No

**Tabla 6**

*Levantamiento de información de la pregunta 6*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
Si	8	4 %
No	189	96 %
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 6

**Figura 9**

*Grado de aceptación de los TAG en los Vehículos*



*Nota.* Porcentaje de aceptación para instalación de tag en los vehículos. *Tomado de Autor*

**Análisis:** En la figura representa el 97% de usuarios están de acuerdo en instalar un TAG vehicular en el parabrisas de sus vehículos para aperturar el control de acceso vehicular, mientras que un 3% opinan que no están de acuerdo con este tipo de dispositivo ya tienen comentado que ya cuentan con otros Tag instalados en sus vehículos y pueden causar interferencias, debido a esta opinión se socializa con los usuarios que los Tag a instalar son encriptados y solo funcionan con las antenas instaladas para este proyecto.

**7) ¿Cree usted que el control de acceso vehicular automatizado en la Calle Germánico Salgado es una ayuda para preservar el patrimonio del sector de Guápulo?**

- a) Si
- b) No

**Tabla 7**

*Levantamiento de información de la pregunta 7*

Alternativas	Número de encuestados	Porcentaje
Si	6	3 %
No	191	97 %
<b>Total</b>	197	100 %

*Nota.* Tabla de porcentajes de la pregunta 7

**Figura 10**

*Importancia de la instalación del CCAA vehicular automatizado*



*Nota.* Porcentaje de aceptación del CCAA vehicular automatizado. *Tomado de Autor*

**Análisis:** En la figura se entiende que el 97% de usuarios están de acuerdo que el control de acceso vehicular instalado en la calle Germánico Salgado ayuda a reducir la circulación vehicular y por ende ayuda preservar el patrimonio del sector de Guápulo, mientras que el 3% opinan que el sistema ayuda a reducir la circulación vehicular sin embargo no es suficiente para preservar lo patrimonial del sector.

## CAPÍTULO II: PROPUESTA

### 2.1 Fundamentos teóricos aplicados

A continuación, se describen los fundamentos teóricos aplicados para la realización del presente proyecto.

#### 2.1.1 Cálculo de la Zona de Fresnel

A continuación, se detalla la fórmula y datos utilizados para determinar la altura idónea para las antenas en radioenlace.

**d:** Distancia entre las antenas (302,82 m) (0,3028 km)

**r:** Radio de la primera zona de Fresnel

**f:** Frecuencia del enlace (5,23 Ghz)

**c:** Velocidad de propagación de la onda (constante = 17,32)

$$r_1 = 17,32 \sqrt{\frac{D}{4 * f}}$$

$$r_1 = 17,32 \sqrt{\frac{0,3028 \text{ km}}{4 * 5,23 \text{ Ghz}}}$$

$$r_1 = 17,32 \sqrt{\frac{0,3028 \text{ km}}{20,92 \text{ Ghz}}}$$

$$r_1 = 17,32 \sqrt{0,0144}$$

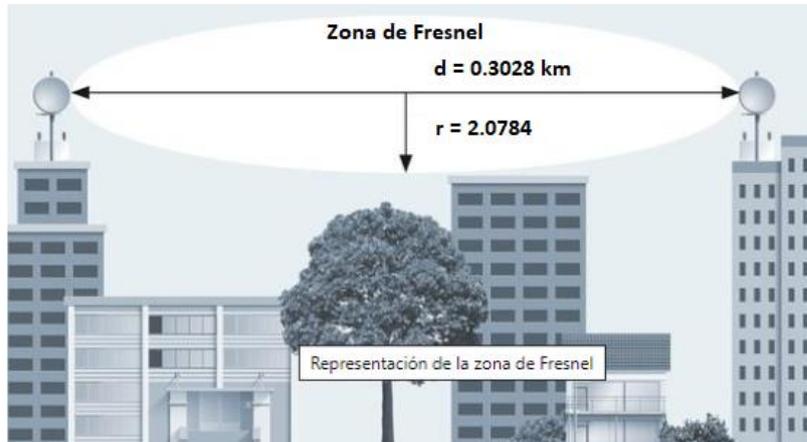
$$r_1 = 17,32 * 0,12$$

$$r_1 = 2,0784 \text{ m}$$

**Conclusión:** Para el enlace de 302,82 m el radio de la Zona de Fresnel que se debe tener libre en el punto medio del enlace será de 2,07 m. Entonces se puede afirmar que el radio enlace no sufre de atenuaciones por un mal diseño en las alturas de las antenas.

**Figura 11**

*Representación de la Zona de Fresnel*



*Nota.* Representación de la zona de Fresnel del cálculo realizado. *Tomado de Autor*

### 2.1.2 Cálculo de atenuación en el espacio libre

Para el caso del presente proyecto que se refiere de un enlace punto a punto se prefirió calcular la atenuación en el espacio libre entre antenas isotrópicas, también denominada pérdida de básica de transmisión en el espacio libre.

$$L_{bf} = 20 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)$$

Para realizar el cálculo se escribe la fórmula en función de la frecuencia en vez de la longitud de onda quedando de la siguiente forma:

$$L_{bf} = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d$$

Donde:

**f:** Frecuencia (Mhz)(5230 Mhz)

**d:** Distancia (km) (0.3028 km)

$$L_{bf} = 32,4 + 20 \log(f) + 20\log (d)$$

$$L_{bf} = 32,4 + 20 \log(5230) + 20\log (0,3028)$$

$$L_{bf} = 96,39 \text{ dB}$$

Por lo tanto 96,39 será lo que se perderán en el trayecto de la antena A hacia B

### 2.1.3 Cálculo de la potencia Irradiada Isotrópica Efectiva

Este cálculo se mide en cada una de la salida de las antenas que se compone de: Potencia de Transmisión – Atenuación de cables y conectores + Ganancia de la antena, esto se calcula en cada uno de los puntos de transmisión.

**Ptx:** 19 dBm (Potencia de Transmisión)

**Acc:** 2,5 dB (Atenuación de cables y conectores)

**Prx:** -75 dBm (Ganancia de la antena)

#### Antena A

$$Pire_{dBm} = P_{TX} - A_{CC} + G_i)$$

$$Pire_A = 19_{dBm} - 2,5 + 23_{dBi})$$

$$Pire_A = 39,5_{dBm}$$

#### Antena B

$$Pire_{dBm} = P_{TX} - A_{CC} + G_i)$$

$$Pire_B = 19_{dBm} - 2,5 + 23_{dBi})$$

$$Pire_B = 39,5_{dBm}$$

### 2.1.4 Cálculos de enlaces

Para calcular el enlace desde el punto A hacia B o viceversa, se dice que el PireA – pérdida por espacio libre + la ganancia de antena – Atenuación de cables y conectores va dar el valor con el cual se llega al otro extremo.

#### Enlace A hacia B

$$Enlace_{AB} = Pire_A - PSL + G_i + A_{CC})$$

$$Enlace_{AB} = 39,5_{dBm} - 96,39dB + 23_{dBi} + 2,5_{dB})$$

$$Enlace_{AB} = -36,39_{dBm})$$

$$\Delta_{\rightarrow} = Enlace_{AB} - R_x)$$

$$\Delta_{\rightarrow} = -36,39_{dBm} - (-75_{dBm})$$

$$\Delta_{\rightarrow} = 38,61_{dBm}$$

#### Enlace B hacia A

$$Enlace_{BA} = Pire_A - PSL + G_i + A_{CC})$$

$$Enlace_{BA} = 39,5_{dBm} - 96,39dB + 23_{dBi} + 2,5_{dB})$$

$$Enlace_{BA} = -36,39_{dBm}$$

$$\Delta_{\rightarrow} = Enlace_{AB} - R_x)$$

$$\Delta_{\overrightarrow{BA}} = -36,39_{dBm} - (-75_{dBm})$$

$$\Delta_{\overrightarrow{BA}} = 38,61_{dBm}$$

Por lo tanto matemáticamente y técnicamente el enlace desde A hacia B y viceversa es totalmente factible puesto que la regla dice que el valor con el que llega la potencia de la señal recibida debe ser mayor o igual a 4 dBm.

### 2.1.5 Pérdidas en líneas de transmisión

Son las pérdidas de los cables y conectores entre el radio y la antena, para lo cual asumimos que se utiliza cables coaxiales con pérdidas típicas de 0,1 dB/m.

Antena transmisora

$$L_{TX} (dB) = 4m * 0,1 \frac{dB}{m} = 0,4$$

Antena Receptora

$$L_{RX} (dB) = 3m * 0,1 \frac{dB}{m} = 0,3$$

### 2.1.6 Pérdidas en conectores

Se presentan los siguientes datos según la hoja técnica del fabricante de los equipos.

$$AL_{TX} = 0.4(dB)$$

$$AL_{RX} = 0.3(dB)$$

$$L_D = 0.6(dB)$$

### 2.1.7 Cálculo de la potencia de recepción

$$P_{RX} (dBm) = P_{TX} (dBm) + G_{TX} (dBi) + G_{RX} (dBm) - L_{TX} (dB) - L_p (dB) - L_{RX} (dB) - L_D (dB)$$

$$P_{RX} (dBm) = 19(dBm) + 23(dBi) + 23(dBm) - (0,4 + 1)(dB) - 96,39(dB) - (0,3 + 1)(dB) - 0,6(dB)$$

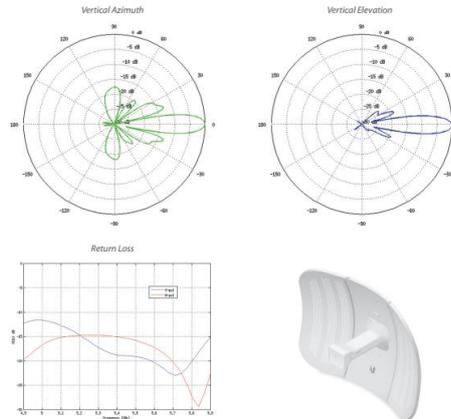
$$P_{RX} (dBm) = -34,69 dBm$$

### 2.1.8 Software de simulación de radio enlace

A continuación, se presentan las especificaciones de las antenas que se usaron para la realización del presente proyecto, estos datos mencionados servirán para realizar las simulaciones del radio enlace.

**Figura 12**

*Azimuth de las antenas LBE-M5.*



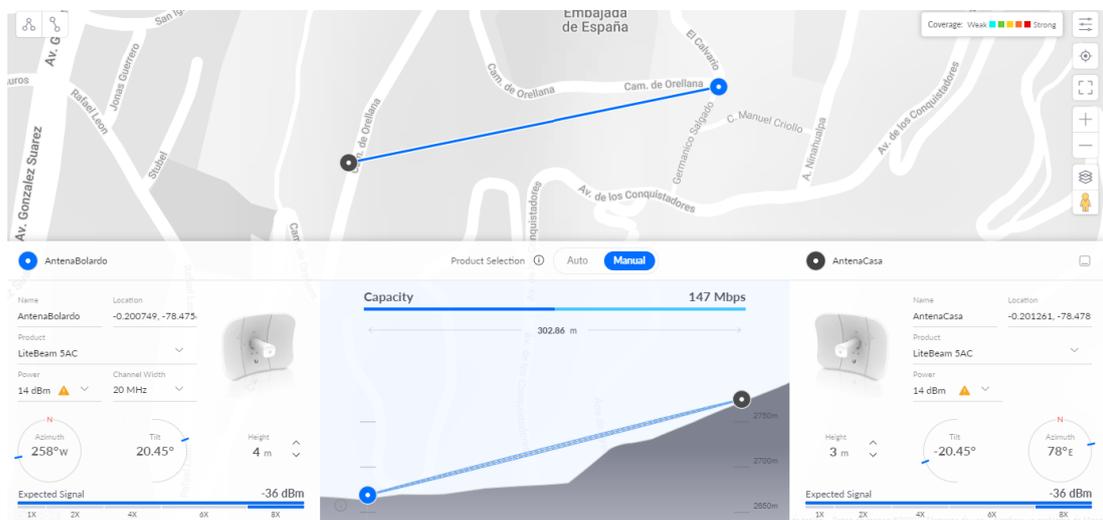
*Nota.* Diagrama del Azimut de las antenas. *Tomado de Autor*

El fabricante de las antenas elegidas para el presente proyecto, ofrece en su página web un simulador en línea denominado Airlink UBNT cuya función sirve para evaluar las transmisiones lo que ayuda a precisar la distancia que tendrá el enlace en la ejecución de las pruebas.

La aplicación de esta herramienta resulta sencilla, se selecciona las equipos a utilizar y se ingresa las coordenadas en decimales de las 2 localizaciones donde estarán ubicadas en antenas para el radioenlace, así también se debe ingresar la frecuencia a utilizar y la potencia, es entonces cuando el simulador estima la factibilidad del radioenlace mostrando un gráfico donde se visualiza la distancia entre el equipo emisor y receptor de una onda electromagnética Zona de Fresnel, también muestra los detalles de los niveles de recepción de las antenas.

**Figura 13**

*Simulación de radio enlace*



*Nota.* Simulación de radio enlace con la herramienta Airlink UBNT . *Tomado de Ubiquiti*

### 2.1.9 Simulación del radioenlace en el software radio Mobile

Para la simulación del radioenlace punto a punto se utilizó el software Radio Mobile ya que el mismo es de libre distribución y permite realizar los cálculos de radioenlaces a diferentes distancias, además cuenta con perfiles geográficos así también como los equipos a utilizar tales como, potencia, sensibilidad de recepción, características de las antenas, pérdidas en espacio libre, entre otras opciones.

La simulación se empieza por la definición de la ubicación geográfica de cada una de las antenas, las mismas que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Ubicación de Nodos*

Nodo	Ubicación	Altura (m)	Coordenadas (Lat, Lon)
Sitio A	Antena Bolardo (Calle Germánico Salgado)	4	-0.20074, -78.47561
Sitio B	Antena Casa (Calle Camino de Orellana)	3	-0.20124, -78.47811

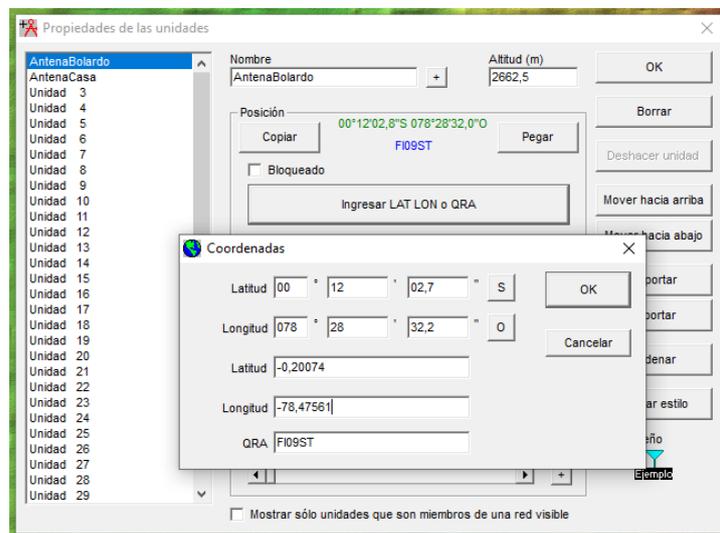
*Nota.* Ubicación de nodos y coordenadas. *Tomado de Autor*

A continuación, se define e ingresa los parámetros de los dispositivos a utilizar en el radioenlace, los mismo que son: frecuencia de trabajo, tipo de polarización y el clima que prioriza en el sitio, en la siguiente figura se presentan los datos ingresados en el Radio Mobile.

La simulación empieza definiendo la ubicación geográfica de cada una de las antenas donde se van a instalar para el radioenlace.

**Figura 14**

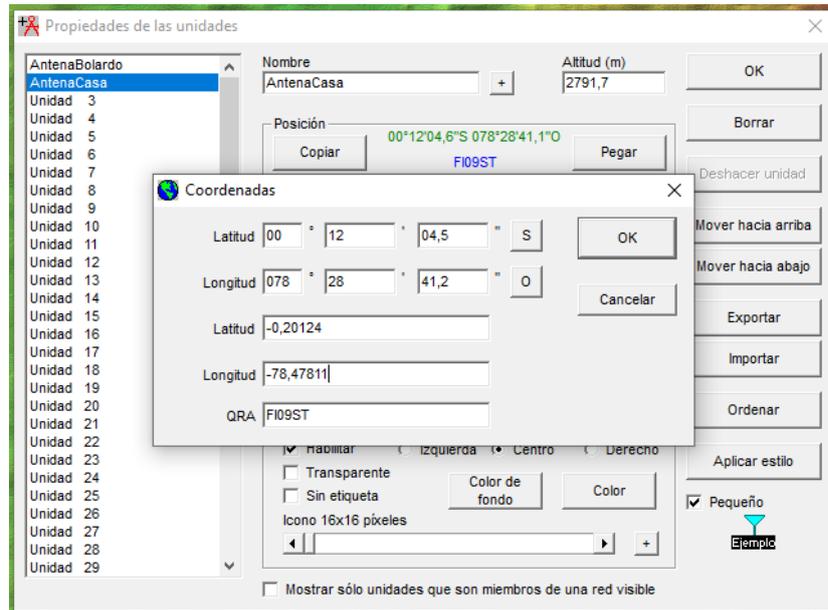
*Ubicación geográfica de la antena 1 (AntenaBolardo)*



*Nota.* Ingreso de latitud y longitud en el Radio Mobile antena 1. *Tomado Autor*

**Figura 15**

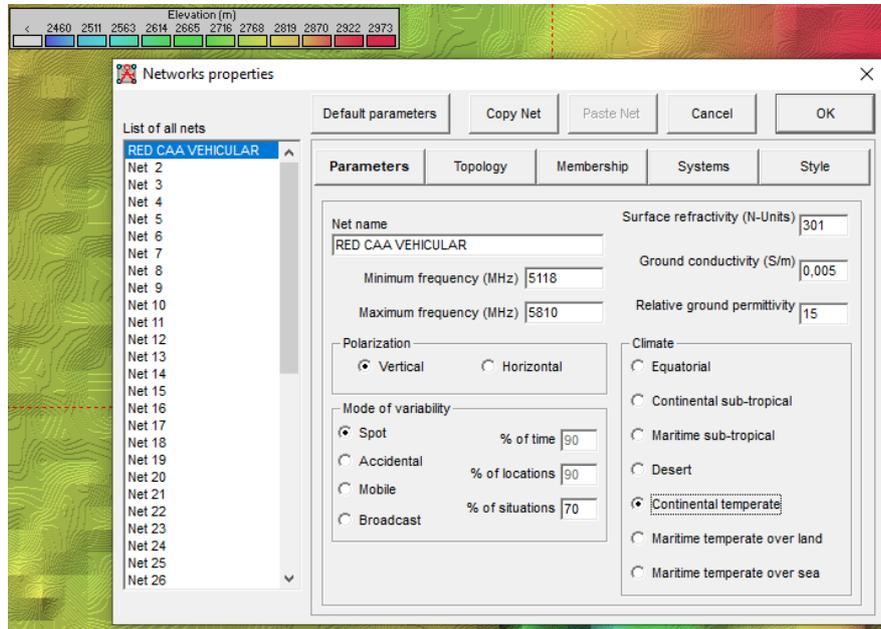
*Ubicación geográfica de la antena 2 (Antena Casa)*



*Nota. Ingreso de latitud y longitud en el Radio Mobile antena 2. Tomado Autor*

**Figura 16**

*Asignación de la red del radioenlace*

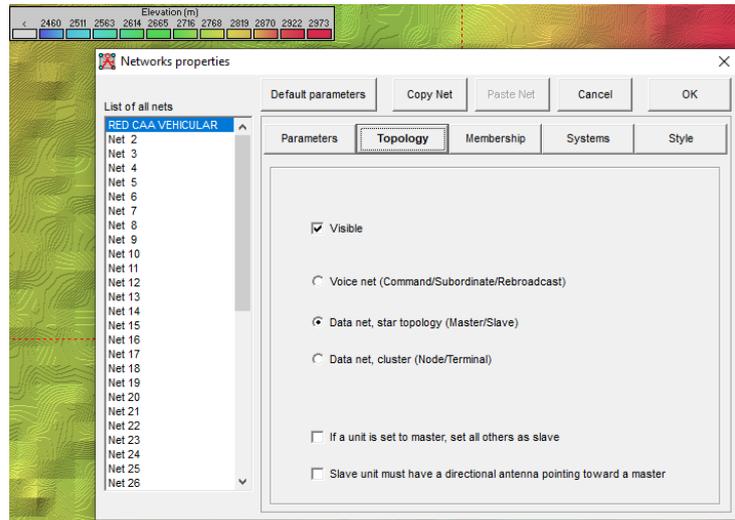


*Nota. Ingreso de frecuencias mínima y máxima a trabajar. Tomado Autor*

Posterior de la configuración de la ubicación geográfica de las antenas se selecciona que tipo de tipología del enlace, para este caso corresponde a una red de datos donde una antena hace de Access Point (AntenaBolardo) y la otra antena de cliente (AntenaCasa) como se indica en la siguiente figura.

**Figura 17**

*Configuración de la Topología de red del radio enlace*

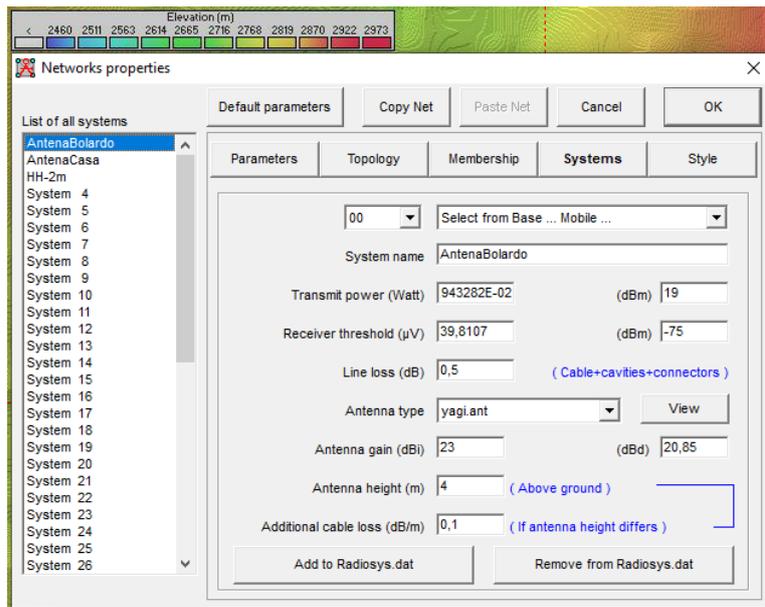


*Nota.* Tipo de topología AP y Cliente. *Tomado Autor*

Otro de los parámetros importantes a configurar en el Radio Mobile para obtener de forma eficaz los resultados, son los sistemas de red donde se tiene que crear para el enlace, en esta sección se ingresa las características de las antenas como son: la potencia de transmisión, umbral de recepción, pérdida en la línea, tipo de antenas que se usará, ganancia de las antenas, altura de cada una de las antenas, y pérdidas adicionales por conectores y cables.

**Figura 18**

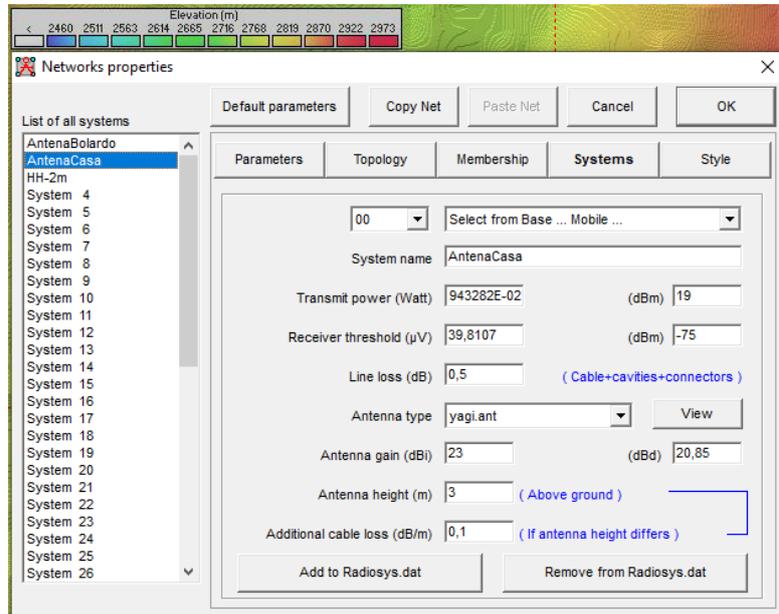
*Configuración de parámetros del sistema Antena 1*



*Nota.* Ingreso de datos con las características de la antena. *Tomado Autor*

**Figura 19**

*Configuración de parámetros del sistema Antena 2*

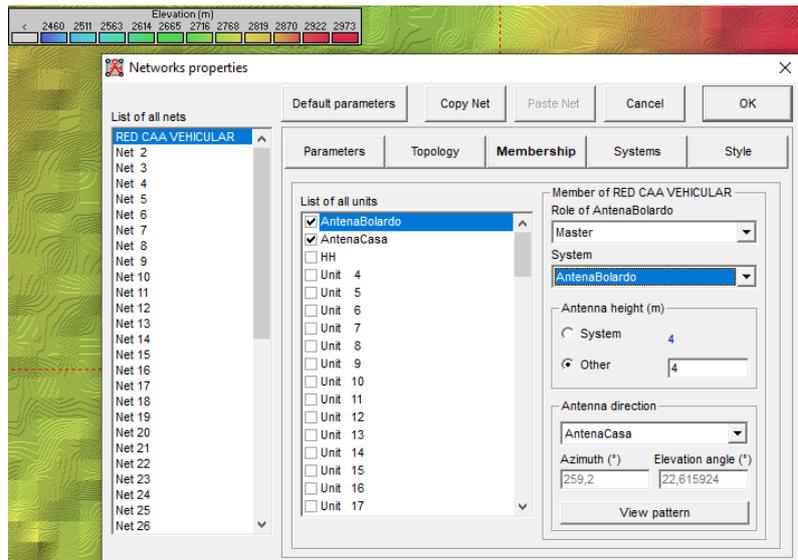


*Nota.* Ingreso de datos con las características de la antena. *Tomado Autor*

Para finalizar la simulación se asignan a los equipos implicados en el enlace, especificando que antena va ser el controlador y cliente según corresponda. A continuación, se muestra el detalle en la siguiente figura.

**Figura 20**

*Configuración de equipos a la red del enlace*

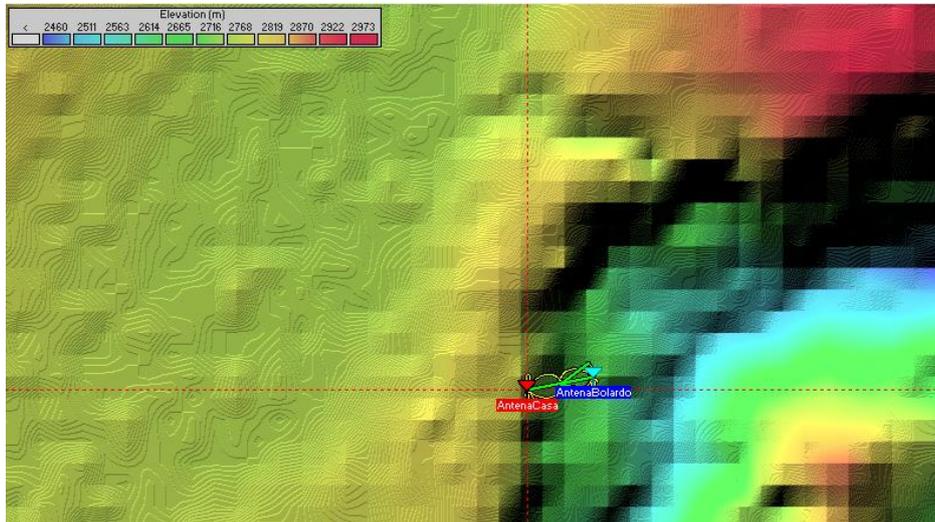


*Nota.* Asignación de antena Master (AntenaBolardo) y antena Cliente (Antena Casa). *Tomado Autor*

A continuación, se puede visualizar es estado en color Amarillo de las pruebas en el simulador Radio Mobile, teniendo así resultados positivos para establecer la conexión inalámbrica.

**Figura 21**

*Estado de conexión del enlace*

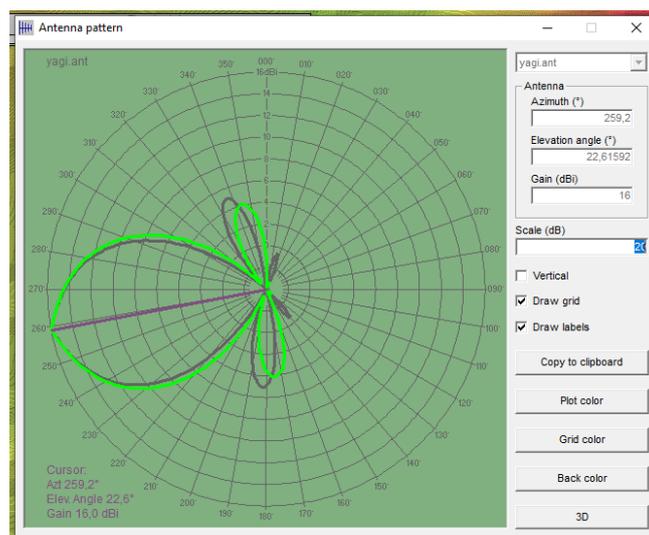


*Nota.* Estado de conexión del enlace entre la antena 1 y 2. *Tomado Autor*

De igual forma se puede visualizar en el Radio Mobile el patrón de radiación, así como el Azimuth y el ángulo de elevación, aquí se puede apreciar los valores con los que se deberían configurar y posicionar el equipo que cumple la función de Principal AP en el radioenlace al momento de la instalación.

**Figura 22**

*Patrón de radiación Antena 1*

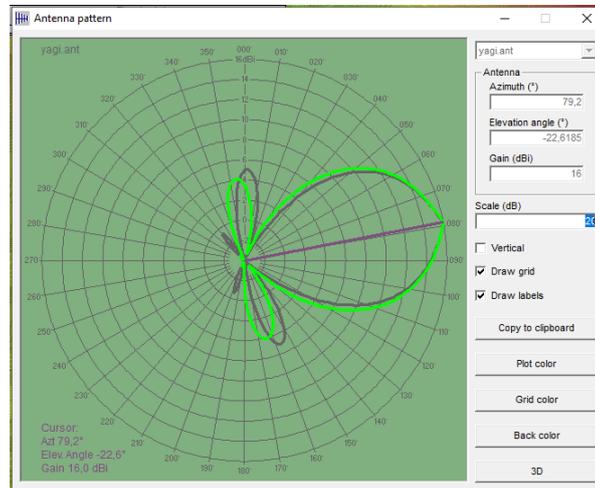


*Nota.* Valores de Azimuth y elevación de la antena Principal del radioenlace. *Tomado Autor*

Así también tenemos los valores de posicionamiento del equipo para que cumpla la función de antena Cliente

**Figura 23**

*Patrón de radiación Antena 2*

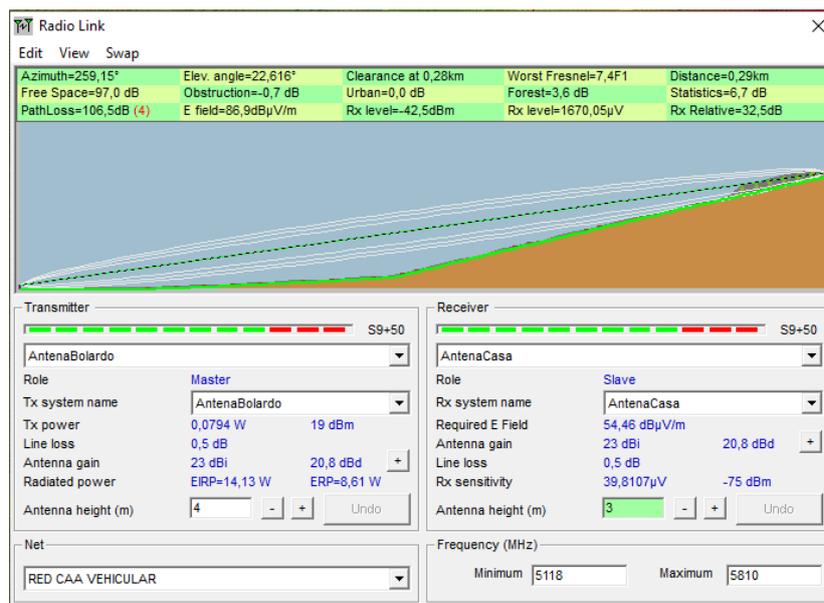


*Nota.* Valores de Azimuth y elevación de la antena Cliente del radioenlace. *Tomado Autor*

Finalmente, en el Radio Mobile se puede visualizar todos los parámetros implicados, así como la distancia entre la antena 1 y 2, pérdidas, niveles de potencia de recepción y envío, zonas Fresnel, entre otros datos importantes que se deben tener en cuenta y tener presente a la hora de la implementación del radioenlace.

**Figura 24**

*Datos obtenidos en la simulación del Radioenlace*



*Nota.* Parámetros de medición en radioenlace. *Tomado Autor*

**Tabla 9**

*Valores de Azimuth y elevación*

Antena	Azimuth	Elevación
<b>Antena 1</b>	259,2°	22,61°
<b>Antena 2</b>	79,2°	22,61°

*Nota.* Valores de Azimuth y elevación obtenidos de la simulación. *Tomado de Autor*

**Tabla 10**

*Valores de potencia*

Enlace	Perdidas(dB)	P-TX(dBm)	P-RX(dBm)
<b>Enlace CAA Vehicular</b>	106,5	19	-42,5

*Nota.* Valores de potencia obtenidos de la simulación. *Tomado de Autor*

Con los datos obtenidos en el simulador se determina que el radioenlace es totalmente factible puesto que la regla dice, que el valor con el que llega la potencia de la señal recibida debe ser mayor o igual a 4 dBm. Así también como la primera zona de Fresnel se encuentra totalmente despejada lo que indica la viabilidad para llegar a ejecutar la propuesta.

## 2.2 Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en la implementación de un radioenlace de microondas para la gestión y automatización del Control de Acceso Vehicular en la Calle Germánico Salgado del sector de Guápulo.

La idea principal es realizar el radioenlace de microondas de aproximadamente 300 metros para lo cual se utilizará 2 antenas (emisor y receptor) de la marca Ubiquiti modelo Litebeam M5, donde una antena será instalada en un poste de la calle Germánico Salgado la misma que realizará la función de emisor y la otra antena se instalará en la casa del presidente del Barrio Guápulo cuya función será de receptora.

De igual forma se instalarán de 2 switch de 8 puertos para interconexión de dispositivos de red tanto en el control de acceso vehicular como en el lado de la casa donde se realizará la gestión del sistema

Así también se realizará la instalación y configuración del panel de acceso marca Zkteco para la automatización del bolardo neumático instalado actualmente en la calle Germánico Salgado, además de la instalación de 2 antenas RFID para la lectura de TAG que serán instalados en los vehículos para permitir la entrada y salida de la mencionada calle.

Para la gestión del sistema se instalará y configurará el software que permita la administración, gestión y monitoreo del sistema de control de accesos vehicular.

Finalmente se realizaron las pruebas del sistema y capacitación al usuario sobre el uso del Sistema de Control de Acceso Vehicular.

A continuación, se detalla los equipos utilizados para la realización del presente proyecto.

### **2.2.1 Equipos**

Sin duda una de las fases más importantes del proyecto es la selección de los equipos activos que se utilizarán en el Radioenlace y control de accesos, para lo cual se toma en cuenta los requerimientos que debe cumplir la red de radioenlace. A continuación, se detalla los equipos utilizados para la implementación del sistema.

### **2.2.2 Antenas Ubiquiti**

La escalabilidad, estabilidad y calidad de un radioenlace en gran parte depende de la elección de los dispositivos que se utilicen. Ubiquiti es un fabricante de antenas muy reconocido a nivel mundial debido a la gran relación entre el precio, calidad y soporte que dan al usuario en sus plataformas. Considerando las diferentes condiciones que presenta el proyecto, se optó por elegir el equipo LBE-M5-23 ya que es la actual evolución de un equipo ligero y compacto, es un dispositivo de banda ancha inalámbrica al aire libre, opera a un rango de frecuencia de 5GHZ sin licencia con velocidad de alto rendimiento, con una antena de 23dBi y un puerto ethernet 10/1000 para lograr grandes cantidades de velocidad en distancias extensamente largas. Gracias a su sistema operativo admite establecer enlaces punto a punto, considerando así un dispositivo de ganancia alta, compacto y de fácil configuración.

### **Figura 25**

*Antena Ubiquiti LBE-M5-23*



*Nota.* Antena Ubiquiti LBE-M5-23, frecuencia de 5ghz. *Tomado de* (Ubiquiti, 2018)

### 2.2.3 Lector RFID

Las lectoras de largo alcance RFID de AccessPro (PRO6RF) se pueden usar en un rango extenso de aplicaciones como aparcamientos, conjuntos residenciales, corporativos y cualquier lugar de paso vehicular, en el presente proyecto se utilizará la leer los TAG que serán instalados en los vehículos, lo mismo que permite la apertura del control de acceso. A continuación, se presentan las especificaciones.

- Hasta 8m de alcance lineal con tags EPCC1GEN2.
- El alcance depende del tipo de tags y lugar de aplicación.
- Frecuencia 902 a 928 MHz.
- Protocolo: EPC C1 GEN2 (similar al REPUVE)
- Potencia programable: 0 a 30 dBm.
- Salida Wiegand 26 (para tags EPCGEN2).
- Salida de datos TCP/IP (opcional).
- Requiere controlador de acceso.
- Alimentación: 12 Vcc, 2.5 A (incluida).
- Tarjetas recomendadas: ACCESSTAG, ACCESSMET, ACCESSDUAL, ACCESSDUALUM.
- Dimensiones: 280 x 280 x 50 mm.

Estas antenas utilizan el protocolo Wiegand que es ampliamente usado por la mayor parte de los fabricantes de lectores ya que permite la transmisión de datos a través de un par de cobre acompañado por la alimentación para el dispositivo de lectura sin afectar por ello a los datos. Como muchos de los protocolos de comunicaciones, Wiegand constituye de dos partes fundamentales: una parte describe el modo en que físicamente se transmite la información digital y la otra parte, la forma de descifrar numéricamente dicha información.

La transmisión de datos Wiegand usa tres hilos. La línea para enviar los unos lógicos o DATA1, la línea para hacer lo propio con los ceros lógicos o DATA0 y la línea de masa de referencia de ambos o GND. Los niveles que se utilizan son Bajo, a nivel de GND, o Alto a +5V o VCC. En estado de reposo, o sea sin transmitir, la línea de GND es puntualmente lo que es GND y perpetuamente está en nivel bajo y las líneas DATA1 y DATA0 están en nivel alto, a nivel de +5V ó VCC.

Para transmitir un Bit 1 se envía un pulso a Bajo, normalmente de 50 useg (microsegundos) de duración, por la línea DATA1, mientras DATA0 permanece en Alto. Para transmitir un Bit 0 se envía un pulso a Bajo, también de la misma duración 50 useg (microsegundos). (Gracián, 2009)

**Figura 26**

*Antena RFID*



*Nota.* Antena RFID para lectura de Tag. Tomado de (AccessPro, 2015)

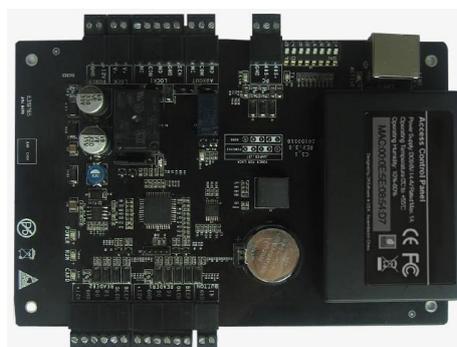
#### **2.2.4 Panel de Control de acceso**

El panel de accesos electrónico permite o restringe el acceso al usuario en un área determinada aprobando la identificación por medio de diferentes tipos de lectura (tag de proximidad) y su vez controla el recurso (Bolardo) por medio de un equipo eléctrico como un motor.

Para el presente proyecto se utilizará la serie de paneles C3-100 IP de ZKTECO, brinda una avanzada solución de control de acceso para pequeñas, medianas y grandes empresas, siendo perfectas para aplicaciones con lector de proximidad. Así también el panel de accesos se integra al software de administración ZKAccess 3.5 a través de la red del radioenlace, dicho software brinda una intuitiva interfaz de usuario que permite al administrador ejecutar de manera práctica y sencilla la configuración de parámetros, crear reportes de acceso, monitoreo de puertas en tiempo real, roles de usuarios, entre otras múltiples funciones.

**Figura 27**

*Panel de control de Accesos*



*Nota.* Panel de control de Accesos Zkteco C3-100. Tomado de (Zkteco, 2017)

### 2.2.5 Switch

Un Switch es un dispositivo que interconecta varios equipos para crear una red de área local (LAN), maneja el estándar IEEE 802.3 también conocido como ethernet. Para este proyecto el modelo de switch que se optó en base a las necesidades de la red, estimando la conexión de los equipos usados para la transmisión y la disponibilidad de puertos para la administración y gestión de estos equipos son Switchs de la marca TPLINK con 8u puertos a 10/100Mbps RJ45, que incluye una tecnología de ahorro de energía, además de contar con el control de flujo IEEE 802.3x que admite una conexión fiable de datos.

#### Figura 28

*Switch para conexión de dispositivos*



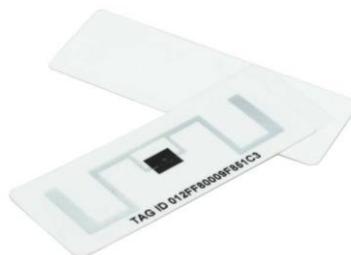
*Nota.* Switch de 8 puertos para conexión de dispositivos. *Tomado de*(TPLINK, s. f.)

### 2.2.6 TAG vehicular

Estos Tag brindan un gran aporte al Sistema de Control de acceso Vehicular, está diseñado para ofrecer un óptimo reconocimiento de los vehículos, sin tener que alterar su diseño o hacer un espacio para colocarlo, simplemente se adhiere el Tag a las palabras del vehículo e inmediatamente lo reconocerá cuando este llegue al sitio donde están instaladas las antenas RFID, por las características mencionadas se eligió este tipo de Tag para el presente proyecto debido a que destacan entre las demás soluciones debido a su particular diseño, composición y practicidad, cualidades que ayudan a mantener un orden y a su vez concediendo la capacidad de poder mantener una constancia de su presencia sin tener que desperdiciar tiempo valioso.

#### Figura 29

*Tag Vehicular*



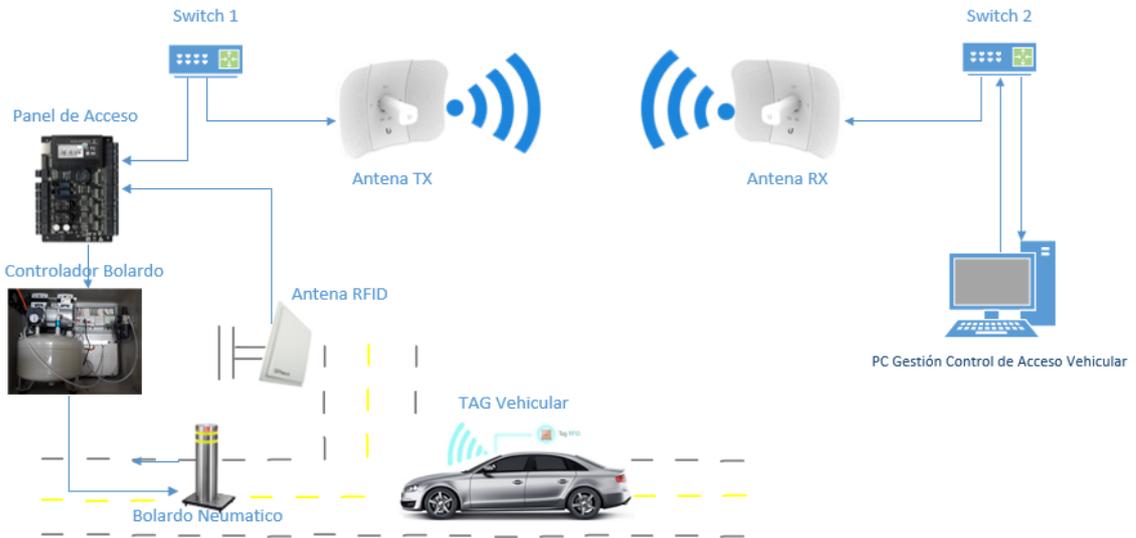
*Nota.* Tag Vehicular para apertura de control de accesos. *Tomado de Autor*

**a. Estructura general**

En la siguiente figura se presenta el esquema general con todos los componentes para el funcionamiento del Radioenlace de microondas y el control de acceso vehicular.

**Figura 30**

*Diagrama general del sistema*

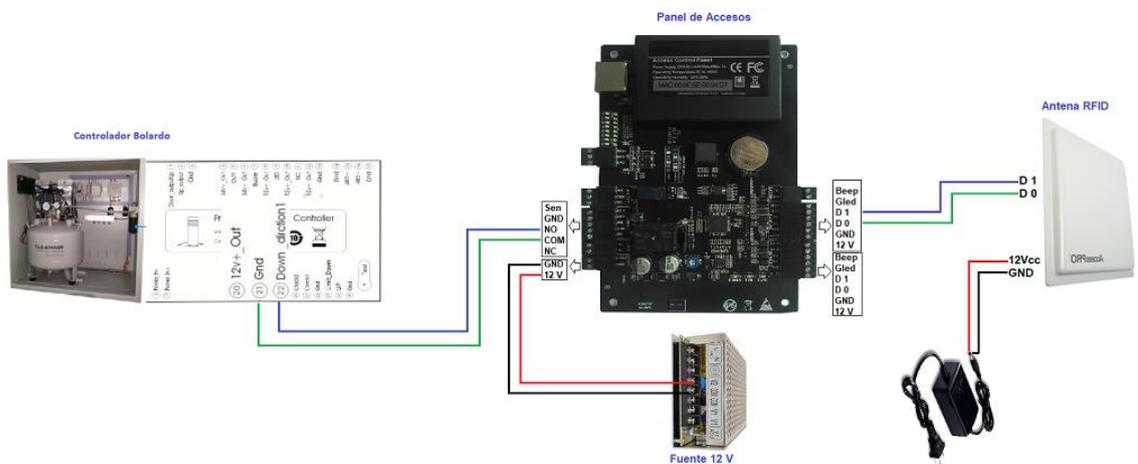


*Nota.* Esquema con los componentes que integran el sistema. *Tomado de Autor*

Así también, en la siguiente figura se presenta el diagrama de conexión al panel de control de acceso vehicular como son: alimentación de los equipos, conexiones Wiegand de las antenas RFID y contactos para la apertura y cierre automático del bolardo.

**Figura 31**

*Diagrama general de conexiones*



*Nota.* Diagrama de conexión de equipos al panel de acceso vehicular. *Tomado de Autor*

### 2.3.1 Implementación del radioenlace de microondas

Antes de empezar con la implementación de la red del radioenlace de microondas, es importante conocer la ubicación geográfica de los sitios, los mismos que se pueden apreciar en la siguiente figura.

**Figura 32**

*Ubicación geográfica de las antenas*



*Nota.* Ubicación de las antenas para el radioenlace de microondas. *Tomado de Autor*

La red está conformada por un radioenlace punto a punto con 2 dispositivos de comunicación, una antena tipo AP y la otra antena cliente.

### 2.3.2 Instalación de la infraestructura

En esta sección se presenta la infraestructura de telecomunicaciones que se instalaron en cada uno de los sitios, para lo cual se tomaron algunos parámetros técnicos.

Para la instalación de las antenas se utilizó soportes metálicos, uno fue instalado en el poste del alumbrado público de la calle Germánico Salgado a una altura de 4 metros, el mismo que está sujeto con sinchos metálicos los cuales están permitidos para este tipo de trabajos en postes. El otro soporte se instaló en la esquina de la casa del presidente del barrio Guápulo a una altura de 3 metros, dicho soporte está sujeto con tornillos a la pared de concreto.

### Figura 33

*Instalación de soportes metálicos*



*Nota.* Instalación de soportes para anclaje de antena. *Tomado de Autor*

### Figura 34

*Instalación de soportes metálicos*



*Nota.* Instalación de soportes para anclaje de antenas RFID y Radioenlace. *Tomado de Autor*  
De igual forma se utilizó soportes metálicos para la instalación de antenas FRID en poste de la calle Germánico Salgado.

En el punto del Control de Accesos vehicular se instaló en el poste un gabinete metálico para exteriores con el objetivo proteger e instalar los equipos de red, panel de acceso y alimentación de los equipos que conforman el sistema. Así también se instaló tubería metálica tipo EMT para proteger el cableado de las diferentes conexiones.

**Figura 35**

*Instalación de gabinete metálico*



*Nota.* Instalación de gabinete metálico para proteger equipos. *Tomado de Autor*

### **2.3.3 Instalación de equipos**

Dentro de la instalación de los equipos que conforman el sistema se encuentran: 2 antenas de la marca Ubiquiti LBE-M5-23, 2 antenas RFID, un panel de Accesos ZKteco, 2 switch TPlink de 8 puertos,

Para el anclaje de las antenas al soporte metálico se requirió de los soportes que se incluyen en el kit de las antenas además del cable de red (UTP Cat 5e), que permite la interconexión de las antenas con los switchs permitiendo así que la información esté disponible. En la siguiente figura se presenta la instalación de las antenas con los soportes utilizados para anclar las antenas.

**Figura 36**

*Anclaje de antenas en el soporte metálico*



*Nota. Anclaje de antena en el sitio (AntenaCasa). Tomado de Autor*

**Figura 37**

*Anclaje de antenas en el soporte metálico*



*Nota. Anclaje de antena en el sitio (AntenaBolardo). Tomado de Autor*

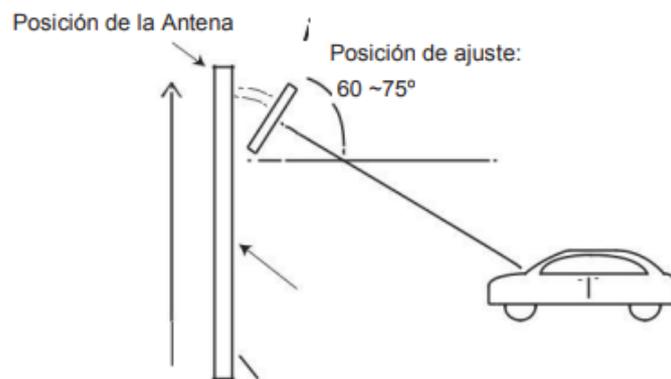
Los soportes están anclados al mástil con abrazaderas metálicas, además los mencionados soportes permiten manipular el ángulo de Azimuth y la elevación de las antenas, este proceso se realizó tanto en la antena ubicada en la calle Germánico Salgado como en la antena ubicada en la casa donde se gestionará el sistema.

De igual forma se instalaron las 2 antenas RFID con sus respectivos soportes para anclaje en el mástil metálico, para posterior realizar la conexión de los puertos Wiegand con cable UTP hacia el panel de acceso y alimentación de las antenas.

Para el montaje de las antenas se toma en cuenta la línea de vista hacia los vehículos ya que las antenas son direccionales para lo cual se guía en la siguiente figura recomendado por el fabricante, para lograr un buen funcionamiento del sistema.

**Figura 38**

*Montaje de las antenas*



*Nota.* Posición de ajuste de las antenas RFID. *Tomado de Autor*

**Figura 39**

*Anclaje de antenas RFID en el soporte metálico*



*Nota.* Anclaje de antenas RFID en el sitio (AntenaBolardo). *Tomado de Autor*

#### Figura 40

*Soportes para antenas del radioenlace*



*Nota.* Soportes del kit de antenas para anclaje en el mástil metálico. *Tomado de Autor*

Dentro de la caja metálica instalado en el poste de la calle Germánico Salgado se encuentra un punto eléctrico proveniente de la red eléctrica del sitio, en el cual se conectaron el PoE la antena para el radioenlace y la alimentación de las antenas RFID, panel de acceso con el controlador del Bolardo y switch. A continuación, se presentan las conexiones mencionadas.

#### Figura 41

*Conexión de equipos*



*Nota.* Conexión de PoE de las antenas y fuentes de alimentación. *Tomado de Autor*

#### Figura 42

*Conexión de panel de acceso*



*Nota.* Conexión de panel de acceso a la red, wiegand y controlador bolardo. *Tomado de Autor*

**Figura 43**

*Conexión de Panel con controlador Bolardo*



*Nota.* Conexión de Panel con el controlador del Bolardo. *Tomado de Autor*

**Figura 44**

*Conexión de equipos al switch*



*Nota.* Conexión de antena y panel de acceso al switch. *Tomado de Autor*

### **2.3.4 Configuración de equipos**

Antes de la configuración de los equipos se definió el segmento de red que se asignan a los equipos que conforman el sistema, los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

*IPs de equipos*

<b>Nombre Equipo</b>	<b>IP</b>	<b>Mascara</b>	<b>Gateway</b>
<b>Antena Bolardo</b>	192.168.1.20	255.255.255.0	192.168.1.10
<b>Antena Casa</b>	192.168.1.21	255.255.255.0	192.168.1.10
<b>Panel de acceso</b>	192.168.1.22	255.255.255.0	192.168.1.10
<b>PC Gestión</b>	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.10

*Nota.* Tabla de direccionamiento IP de equipos que conforman el sistema. *Tomado de Autor*

Para la configuración de los equipos que forman parte del radioenlace, se ingresó a cada una de las antenas a través de la interfaz web con la IP por defecto (192.168.1.20), para administrar y configurar.

Se inicia la configuración de las antenas LBE-M5-23 ingresando las credenciales de acceso y país donde van a estar instaladas las antenas, para este caso se eligió Ecuador e idioma español.

#### Figura 45

*Ingreso a la interfaz web de las antenas*

https://192.168.1.20/login.cgi

airOS™

Nombre de usuario:

Contraseña:

País:

Idioma:

CONDICIONES DE USO

Este dispositivo de radio Ubiquiti Networks, Inc. debe ser instalado por un profesional. Debe utilizarse un cable Ethernet apantallado instalado correctamente y conectado a tierra, según las condiciones de la garantía del producto. Es responsabilidad del instalador cumplir con la normativa del país local, incluyendo el funcionamiento dentro de los canales de frecuencia legales, la potencia de salida y los requisitos de Selección de Frecuencia Dinámica (DFS, por sus siglas en inglés). El usuario es el responsable de que la unidad funcione de acuerdo con estas normas.

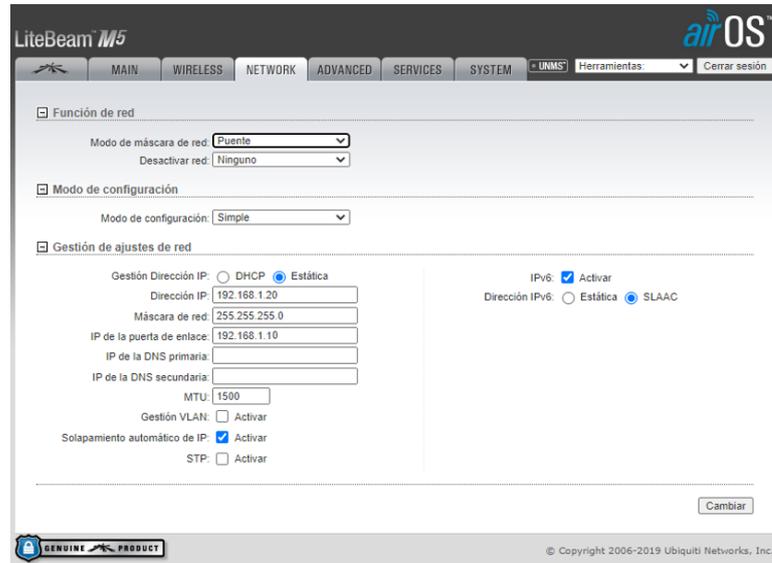
I have read and agree to the [TERMS OF USE](#), [EULA](#) and [PRIVACY POLICY](#)

*Nota.* Inicio de sesión para acceder a la configuración de las antenas. *Tomado de Autor*

Una vez ingresado a la página de configuración, en la sección network se seleccionó el modo de red para este caso (puente) ya que esta función permite la interconexión de la red que descifra la conexión que llega por cable y permite enviarlo a otro dispositivo sin nada más, estas configuraciones se realizaron tanto en la antena principal como cliente. A continuación, se presenta la configuración IP de las antenas.

**Figura 46**

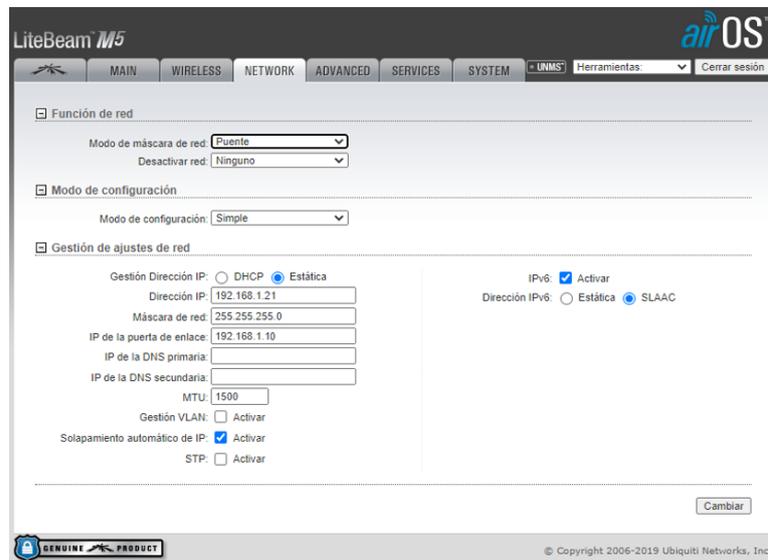
*Asignación de IP a la antena Principal*



*Nota.* Asignación de modo de red e IP a la antena principal. *Tomado de Autor*

**Figura 47**

*Asignación de IP a la antena Cliente*



*Nota.* Asignación de modo de red e IP a la antena Cliente. *Tomado de Autor*

A continuación, en la sección de Wireless se inicia seleccionando el modo inalámbrico que trabajará la antena, en este caso se seleccionó Punto de Acceso, ya que esta antena cumple la función de antena principal. A continuación, se detalla la configuración de las antenas.

**Modo Inalámbrico:** se configura la antena principal como Punto de acceso y la antena cliente como estación.

**SSID:** se configura la denominación que se le da a una red, en la que ambas antenas deben tener el mismo SSID para lograr la sincronización.

**Bloquear a AP:** en esta sección se define la MAC address del equipo remoto para lograr la conexión.

**Código de país:** se selecciona el país, para establecer la frecuencia de trabajo de la antena.

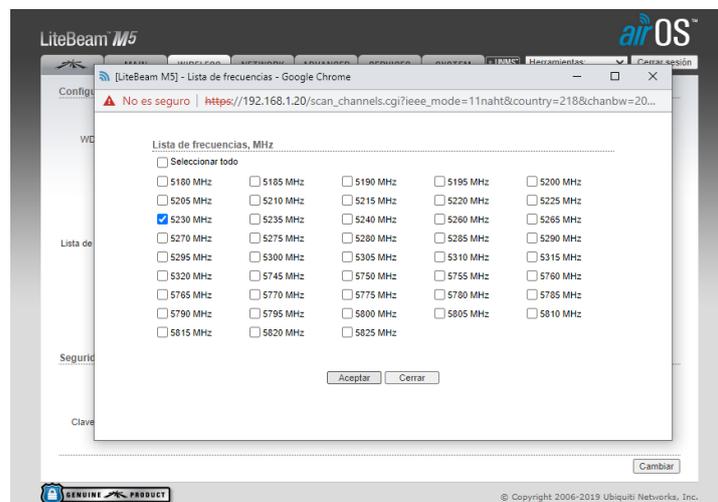
**Ancho de canal:** Se selecciona el ancho de canal a emplear, esta configuración también se la debe seleccionar en la antena cliente, para el proyecto se seleccionó 20 Mhz.

**Lista de Frecuencias:** se habilita la lista de frecuencias existentes, tomando en cuenta que se debe seleccionar la misma frecuencia en la antena **Principal** como cliente, para el presente proyecto se seleccionó 5230 Mhz.

**Potencia de salida:** En esta sección se especifica la potencia conforme a la distancia, para este caso se seleccionó 14 dBm.

#### Figura 48

*Selección de frecuencia para las antenas*

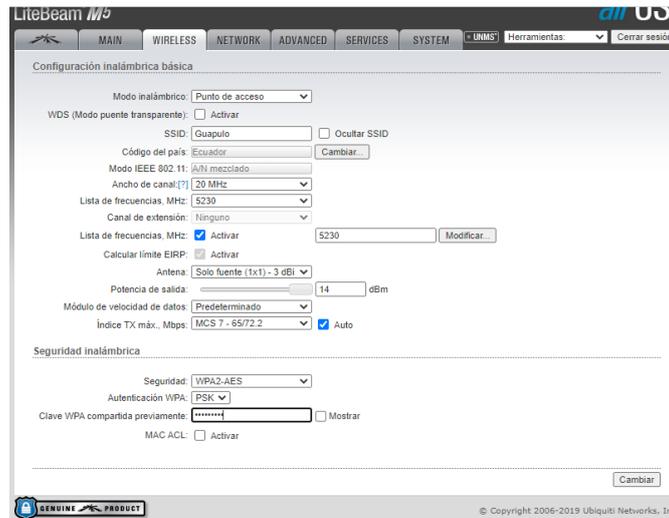


*Nota.* Selección de frecuencia en la que trabajarán las antenas. *Tomado de Autor*

Finalmente se configura la seguridad inalámbrica de la antena, para lo cual se asignó el tipo de seguridad (WPA2-AES), modo de autenticación WPA (PSK) y finalmente se asignó una clave de autenticación, la misma para servirá para la conexión de la antena cliente. En la siguiente figura se presenta la configuración completa de la antena principal.

**Figura 49**

*Configuración de parámetros de la antena Principal*



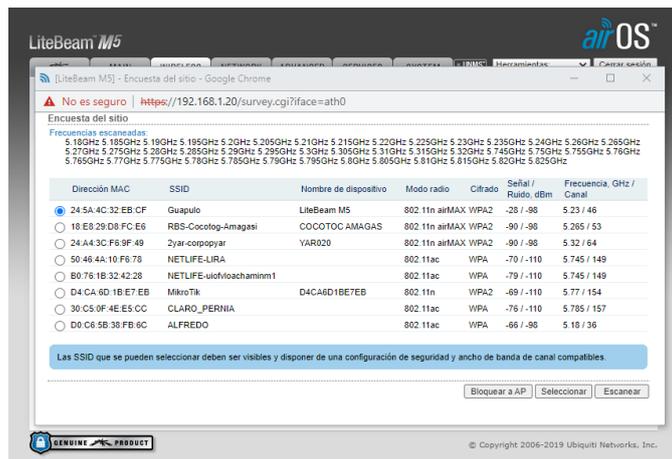
*Nota.* Configuración de modo de trabajo de la antena principal. *Tomado de Autor*

Para la configuración de la antena cliente iniciamos configurando el modo inalámbrico en este caso se seleccionó Estación para que cumpla la función de antena cliente.

Posterior a la configuración de modo de trabajo se seleccionó el SSID de la antena principal para así realizar el enlace entre las 2 antenas.

**Figura 50**

*Selección de SSID de la antena principal*

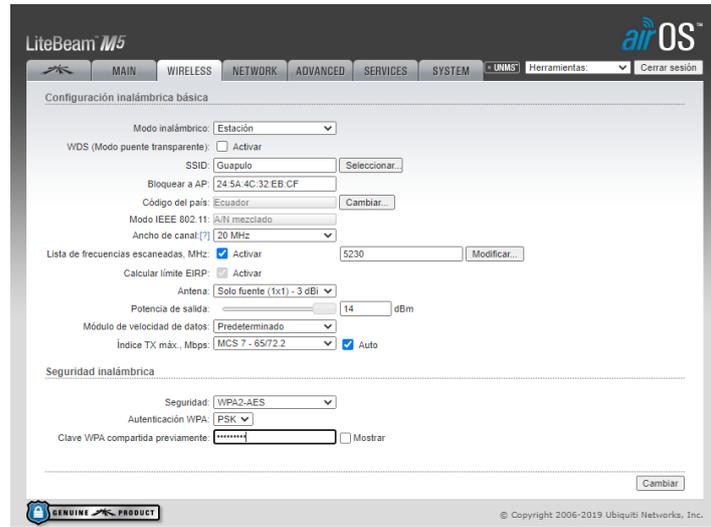


*Nota.* Búsqueda y selección del SSID de la antena principal. *Tomado de Autor*

Finalmente se seleccionó el ancho de canal, frecuencia y potencia de transmisión de la antena cliente, estos detalles se presentan en la siguiente figura.

**Figura 51**

*Configuración de parámetros de la antena Cliente*

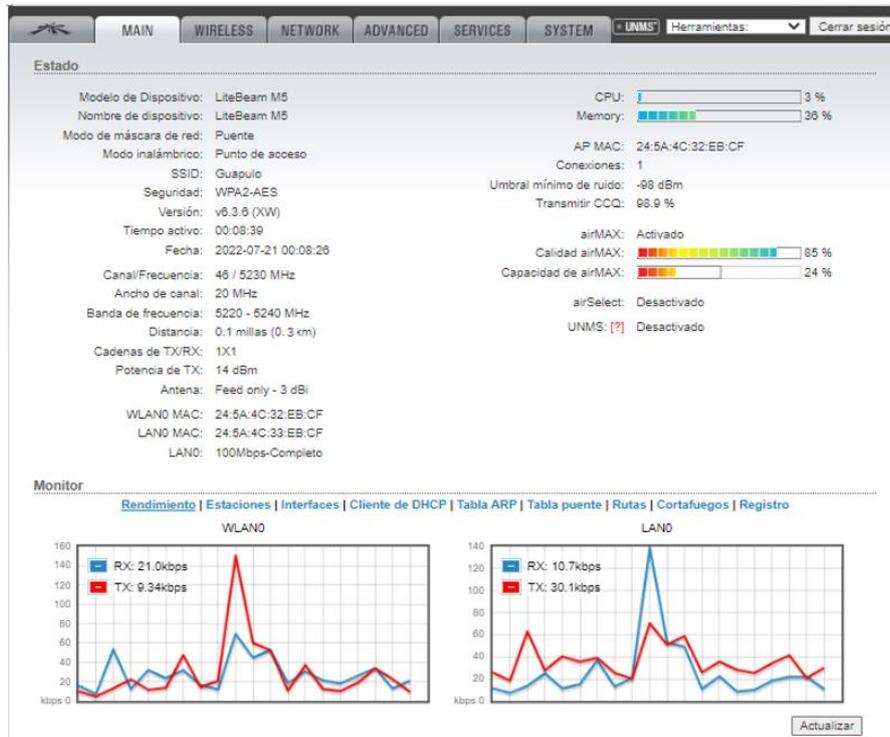


*Nota.* Configuración de modo de trabajo de la antena Cliente. Tomado de Autor

Posterior a la configuración de las antenas se procedió a verificar el estatus del enlace, para lo cual se ingresó a la sección MAIN donde se muestra el detalle la conexión entre las dos antenas.

**Figura 52**

*Detalle de conexión antena Principal*



*Nota.* Detalle de Transmisión y Recepción antena principal. Tomado de Autor

**Figura 53**

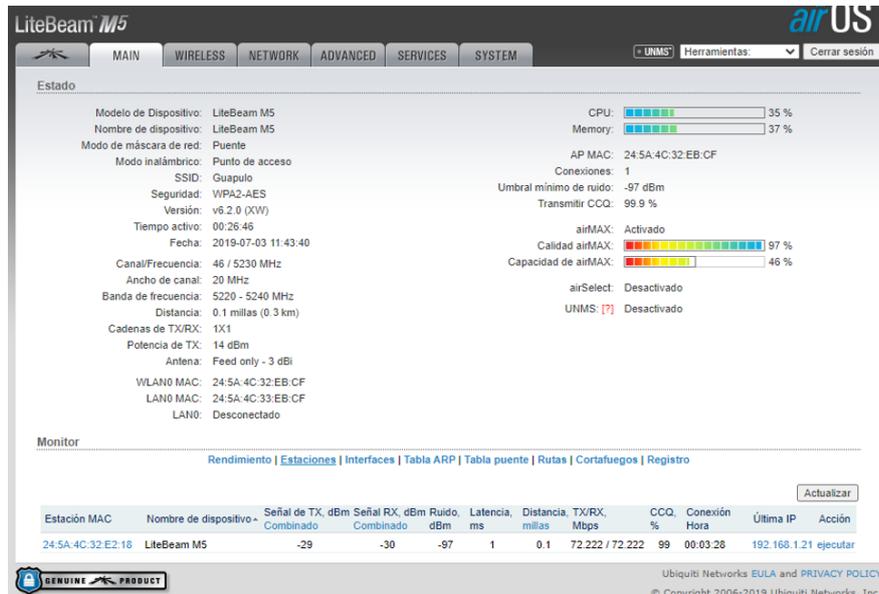
*Detalle de conexión antena Cliente*



*Nota. Detalle de Transmisión y Recepción antena Cliente. Tomado de Autor*

**Figura 54**

*Detalle de Rendimiento de la antena Principal*

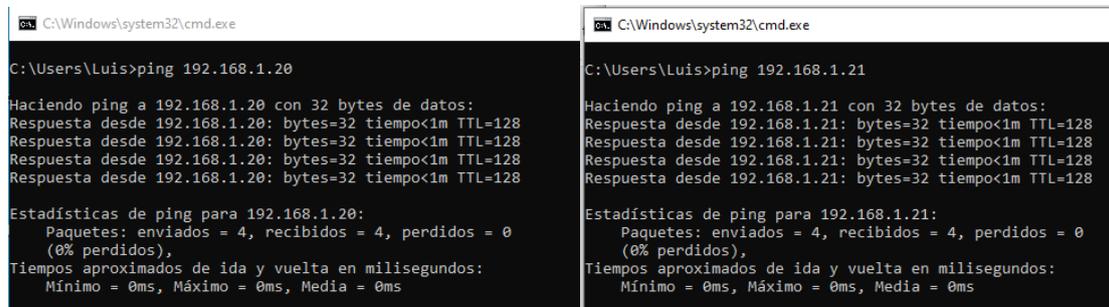


*Nota. Detalle de Transmisión y Recepción antena Cliente. Tomado de Autor*

Para comprobar la conexión entre la antena principal y cliente se realizó una prueba de ping a las IPs asignadas a los equipos. En la siguiente figura se muestran las pruebas realizadas.

**Figura 55**

### *Pruebas de Ping*



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Luis>ping 192.168.1.20

Haciendo ping a 192.168.1.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Luis>ping 192.168.1.21

Haciendo ping a 192.168.1.21 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.21: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.21:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

*Nota.* Ping desde antena Principal a Cliente y viceversa. *Tomado de Autor*

### **2.3.5 Configuración de antenas RFID.**

Una vez instaladas las antenas RFID AccesPro (PRO-6RF) se procede a configurar, para lo cual se conecta un pathcord al puerto de red de la antena y el otro extremo del pathcord a la PC, el puerto Ethernet de la PC debe estar previamente configurado con una IP el segmento 192.168.1.XX, posterior a la configuración de la red se procede a ingresar a la interfaz Web de la antena, para lo cual se coloca en el navegador la IP <http://192.168.1.200>.

Dentro de la interfaz se realizan las siguientes configuraciones:

Se inicia configurando la potencia de trabajo de la antena para este caso se seleccionó 30 dBm.

La activación de Led Y Buzzer para esta función emite un sonido y se enciende un led indicador cuando la antena realiza la lectura de los TAG.

Ajuste de tiempo de lectura de TAG (100 ms) que es lo recomendado por el fabricante

Selección de protocolo para la lectura de TAG en este caso EPCGEN2.

Finalmente se selecciona el formato del Wiegand en este caso (Wiegand26).

Figura 56

Configuración de antenas RFID

Base Items

IP Address	192.168.001.200
Subnet Mask	255.255.255.000
Gateway	192.168.001.001
Application Option	Favor speed
Rf Power	Ant1: 30 dBm Ant2: 00 dBm Ant3: 00 dBm Ant4: 00 dBm
Frequency Type	North America
Antenna Selection	<input checked="" type="checkbox"/> Ant1 <input type="checkbox"/> Ant2 <input type="checkbox"/> Ant3 <input type="checkbox"/> Ant4
Read Indication	<input checked="" type="checkbox"/> LED <input type="checkbox"/> BEEP

Work Mode

<input checked="" type="checkbox"/> Timer	Interval: 100 ms (10-990, Must be a multiple of 10)
<input type="checkbox"/> Trigger Port	Effect Time: 01 s (1-255)
Tag Type	EPC G2
Membank	EPC (6B invalid)
First Addr	04 (Unit: byte, EPC from epc code)
Length	03 (Unit: byte)
<input checked="" type="checkbox"/> Filter	Time Window: 010 s (1-180)
Data Output	Direct Output

Output Selection

<input type="checkbox"/> RS232	
<input type="checkbox"/> RS485	
<input checked="" type="checkbox"/> Wiegand	Format: Wiegand25
<input checked="" type="checkbox"/> Ethernet	
<input type="checkbox"/> Relay	Hold Time: 05 s

Nota. Configuración para modo de trabajo de las antenas RFID. Tomado de Autor

Así también se realiza la conexión Wiegand de las antenas hacia el Panel de Accesos con cable UTP, para realizar las conexiones se toma en cuenta el diagrama general de conexiones que se encuentra al inicio de la propuesta del proyecto, tomar en cuenta que se debe identificar el color de los cables antes de realizar la conexiones. Cable color blanco = D0, cable color Azul = D1 y el cable color verde GND.

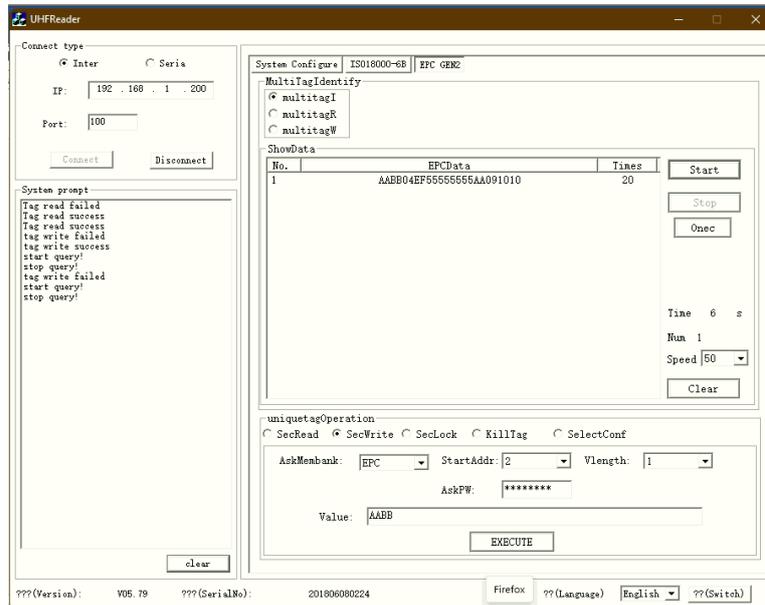
### 2.3.6 Configuración de TAG vehicular

Con el fin de evitar que otros TAG instalados en el vehículo pueden inferir en la lectura es importante calibrar antes de instalar para lo cual se procede a encriptar los TAG con el software UHF Reader, esto hace que los TAG solo permita la lectura en las antenas instaladas en el proyecto.

Cabe mencionar que las antenas deben estar conectadas por red hacia la PC de configuración para lograr la comunicación con el software UHF Reader, posterior se procede a pasar los TAG en frente de la antena para que realicen la lectura y envíen al software el código del TAG y este pueda ser encriptado y guardado en la memoria interna del equipo.

**Figura 57**

*Encriptación de TAG*



*Nota.* Encriptación de Tag con el software UHF reader. *Tomado de Autor*

**2.3.7 Configuración de Panel de control de acceso y software de gestión**

Antes de iniciar con la configuración se procede a conectar las antenas RFID en los puertos 1 y 2 de Entrada Wiegand del panel (D1, D0 y GND), así también como la Salida 1 (COM + NO) hacia el controlador del bolardo para permitir la apertura automática, para el cierre automático del bolardo se conecta al temporizador la misma salida 1 (COM + NO) del panel en paralelo con el controlador del bolardo, esto con el fin de que cuando las antenas RFID realicen la lectura de los TAG y envíen la información al panel, este realizará la validación si el TAG cuenta o no con permisos, de ser el caso que dicho TAG cuenta con permisos para acceder al control de acceso el contacto del panel se cierra y envía la información al controlador del bolardo y a su vez la señal hacia el temporizador para que empecé a realizar la cuenta regresiva del tiempo previamente configurada (20 segundos) y cuando llega a cero el temporizador envía la información al controlador del bolardo para permitir el cierre automático.

Finalmente se conecta el panel de accesos a la fuente de alimentación del panel (12V) para la posterior configuración. Los detalles de la conexión se visualizan en los diagramas de conexiones presentadas en los anexos.

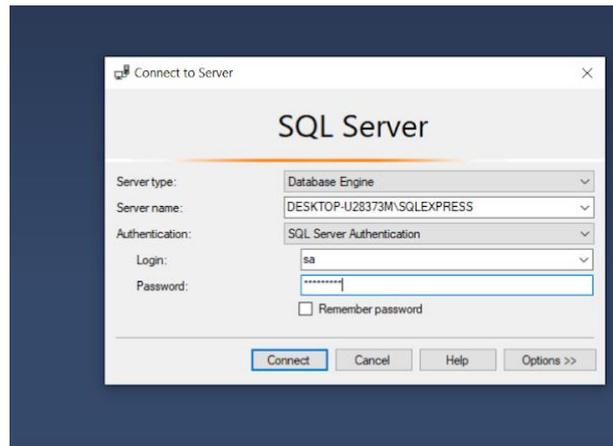
Una vez realizadas todas las conexiones físicas en el panel de accesos y alimentación de los equipos se procede a instalar el software gestión ZKAccess 3.5, el mismo que permitirá realizar las configuraciones del panel.

En la PC asignado por el presidente del barrio Guápulo se realizaron los siguientes trabajos:

- El software ZKAccess 3.5 requiere un motor de base de datos para su instalación, en el presente proyecto se instaló SQL Express y se creó una base de datos cuyo nombre es **controlAccesos** y para la conexión se habilitó el usuario (sa) con su respectiva clave para conexiones remotas.

**Figura 58**

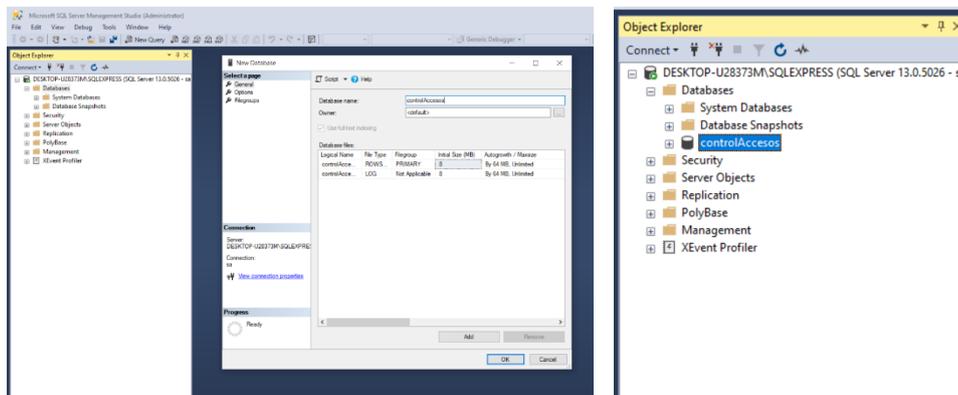
*Datos del motor de base de datos*



*Nota.* Instancia y usuario utilizado para conexión a la base de datos. *Tomado de Autor*

**Figura 59**

*Creación de base de datos*

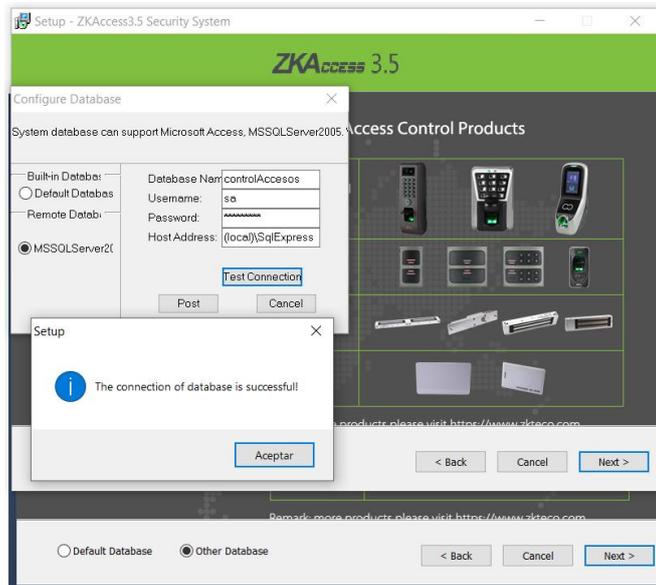


*Nota.* Nombre de la base de datos para la conexión con ZKAccess 3.5. *Tomado de Autor*

- Una vez instalado la base de datos se procede a ejecutar el instalador del software ZKAccess 3.5 y continúa con la instalación por defecto hasta el paso donde se ingresa los datos para la conexión con la base de datos, los datos solicitados son: el nombre de la base de datos, usuario, clave y finalmente la IP del servidor, en este caso la misma PC será el servidor de base de datos por lo tanto se ingresa localhost y se continúa con la instalación por defecto hasta el paso final.

**Figura 60**

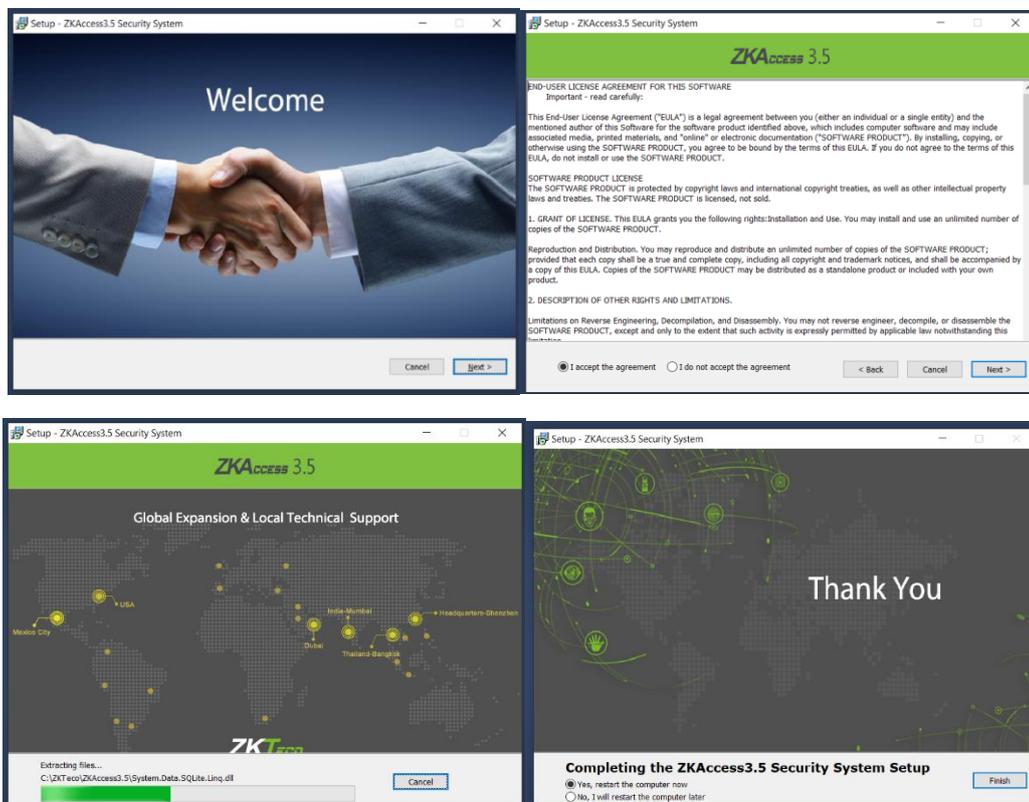
*Datos de conexión con la base de datos*



*Nota. Proceso de conexión con la base de datos. Tomado de Autor*

**Figura 61**

*Instalación de software ZKAccess 3.5*

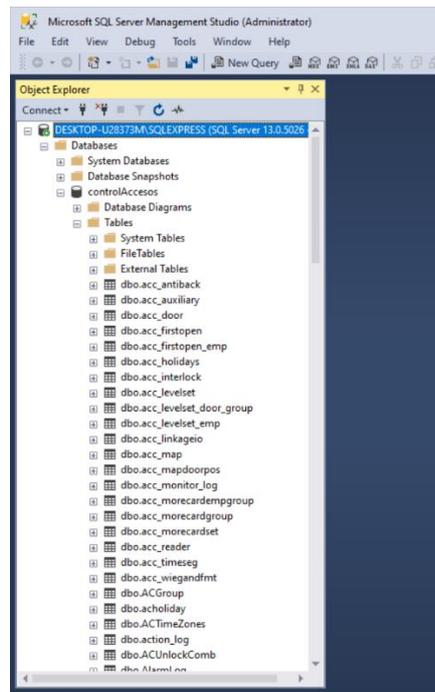


*Nota. Proceso de instalación del software ZKAccess 3.5. Tomado de Autor*

- Finalizada la instalación del software de gestión se procede a validar que las tablas de la base de datos se hayan creado correctamente, dicha validación se realiza desde el SQL Management Studio y seleccionando el nombre de la base de datos. En la siguiente figura se presenta la validación realizada.

**Figura 62**

*Validación de tablas de la base de datos*

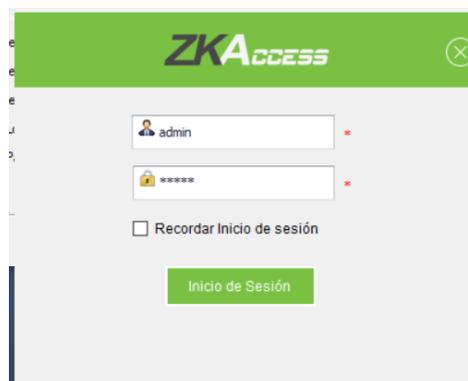


*Nota.* Verificación de las tablas de la DB del software ZKAccess 3.5. *Tomado de Autor*

- Una vez verificada la conexión exitosa de la base de datos con el software de gestión, se procede a abrir el aplicativo ingresando las credenciales por defecto (Usuario: admin, Clave: admin) en la ventana principal como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 63**

*Inicio de sesión en el software de gestión*

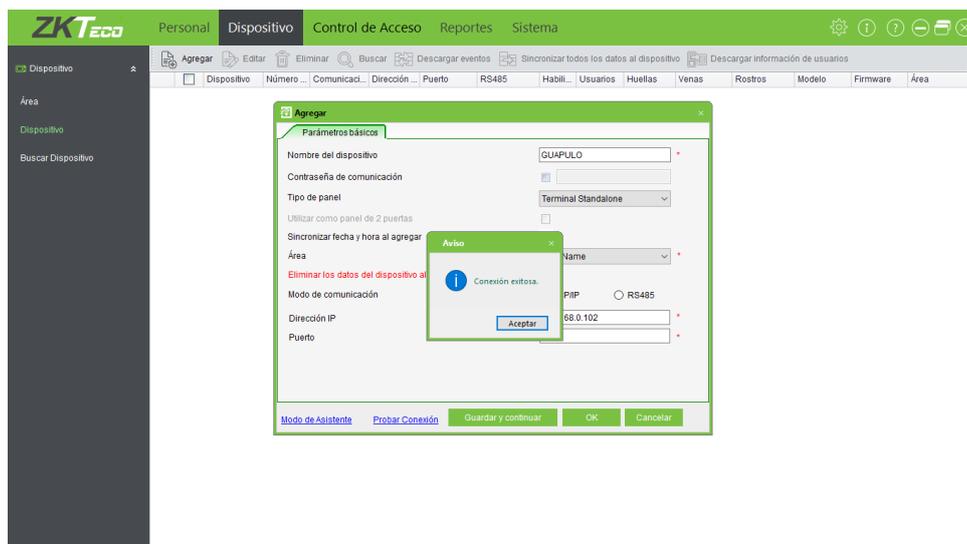


*Nota.* Ingreso de credenciales para ingresar al software. *Tomado de Autor*

- Para agregar el panel de acceso al software, se dirige al menú y se selecciona dispositivo, en esta sección se utiliza la función de búsqueda de paneles, una vez que el software encuentra el panel se procede a asignar la IP establecida para el panel, posterior se asigna un nombre al equipo (Guápulo), selección de tipo de panel, modo de comunicación (IP), IP del panel (192.168.1.22). Antes de agregar el equipo se realiza una prueba de conexión utilizando la función que viene incluida en el software, finalizada la conexión exitosa se guarda la configuración y así el equipo queda registrado en el software de gestión, de esta forma también se puede verificar el funcionamiento del radioenlace ya que a través de esta red se logra la conexión con la PC asignada para la gestión y el panel de acceso. Los procesos de configuración antes mencionados se pueden visualizar.

**Figura 64**

*Ingreso de datos para agregar el Panel al software*



*Nota.* Proceso para agregar el panel de acceso al software de gestión. *Tomado de Autor*

**Figura 65**

*Panel de Acceso registrado en el software correctamente*



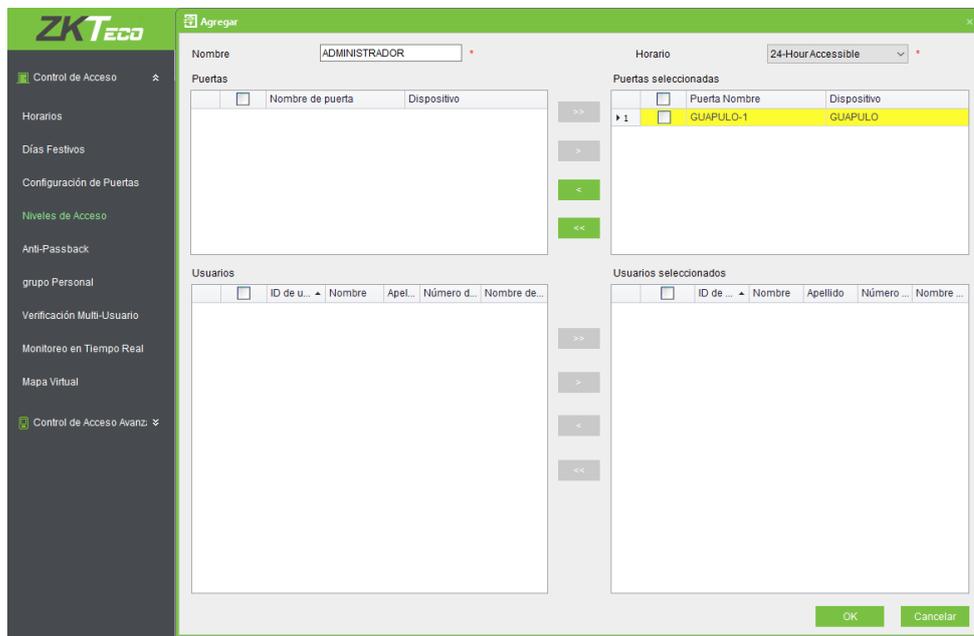
*Nota.* Panel de Acceso agregado al software con la IP asignado para el proyecto. *Tomado de Autor*

- Una vez que el Panel de Accesos se encuentra agregado al software, se procede a crear un nivel de acceso y se asigna un horario de funcionamiento, para el presente

proyecto se eligió un horario para que se encuentre habilitado las 24 horas del día, este nivel de acceso creado sirve para asignar a los usuarios y puedan tener permisos para abrir el Bolardo.

**Figura 66**

*Creación de nivel de acceso*



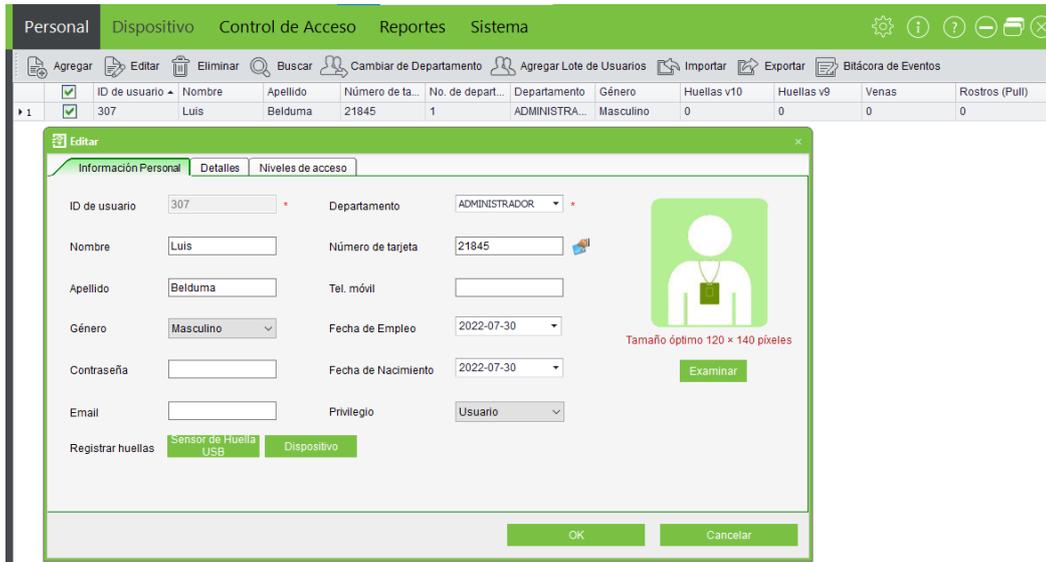
*Nota.* Nivel de acceso Administrador con horario de 24h de funcionamiento. *Tomado de Autor*

- A continuación, se procede a agregar los usuarios al sistema, los mismo que van asociados con el número que viene impreso en el TAG vehicular, el proceso para registrar un usuario de detalla a continuación:
  1. Ingresar al menú Personal y seleccionar agregar.
  2. Ingresar los datos informativos del usuario e ingresar el número TAG que se será entregado al usuario para que se instale en el vehículo.
  3. Asignar el nivel de acceso al usuario para habilitar los permisos que permitirá abrir el Bolardo.
  4. Finalmente guardar los datos ingresados dando clic en OK.

Cabe mencionar que el software también permite cargar los usuarios de manera masiva desde una plantilla de Excel previamente ingresado todos los datos de usuario y asociado al número de TAG. En las siguientes figuras se presenta el proceso que se utilizó para agregar usuarios y asignar un nivel de acceso.

**Figura 67**

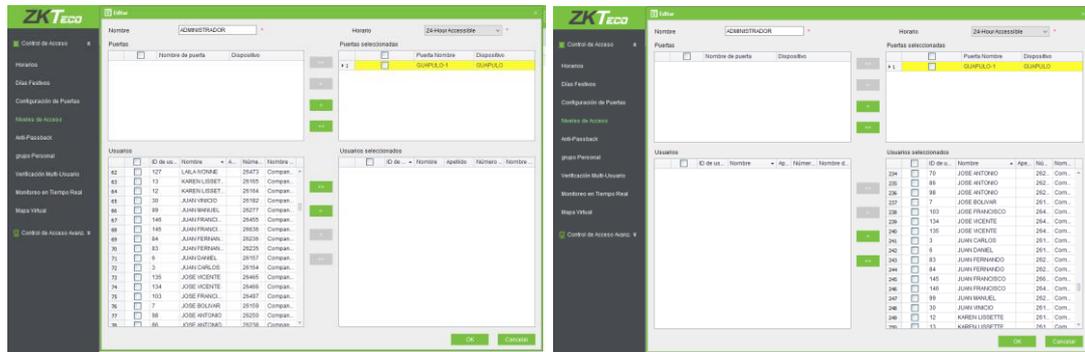
*Creación de usuarios en el software de gestión*



*Nota.* Proceso para agregar usuarios al software ZKAccess 3.5. *Tomado de Autor*

**Figura 68**

*Asignación de un nivel de acceso a los usuarios*



*Nota.* Pasar los usuarios a la derecha para habilitar los permisos de apertura del bolardo. *Tomado de Autor*

- Finalmente se procede a sincronizar la información del software con el panel de acceso, la sincronización se puede realizar de dos formas las cuales se presentan a continuación:

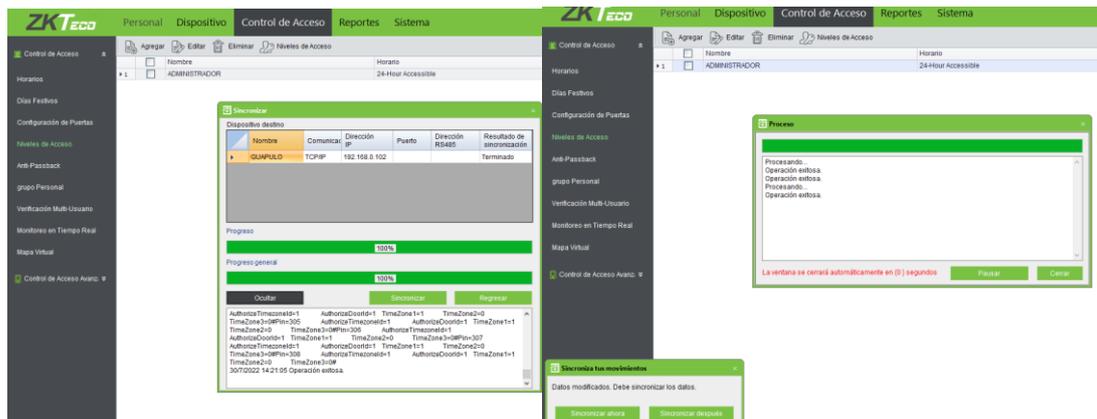
La primera sincronización se realiza desde el menú dispositivo en la sección sincronizar todos datos con el dispositivo, una vez que se inicie la sincronización se muestra una nueva ventana con el proceso de envío de datos hacia el panel, se debe esperar hasta que se complete el proceso al 100 % y automáticamente se cierra la ventana emergente.

La segunda opción de sincronización se puede realizar desde una ventana emergente

que se presenta en la parte inferior izquierda del software cada vez que se realice un nuevo cambio, simplemente se debe dar clic en sincronizar ahora y empieza el proceso de sincronización. En la siguiente figura se presenta el proceso de sincronización del software con el panel de acceso.

**Figura 69**

*Sincronización de datos con el Panel de Acceso*



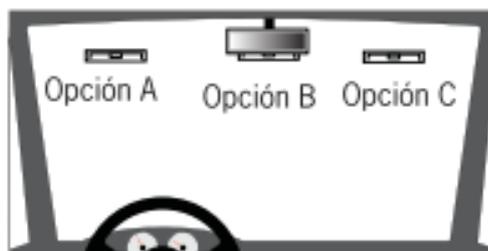
*Nota.* Proceso de sincronización finalizado con éxito. *Tomado de Autor*

### 2.3.8 Pruebas de funcionamiento

Antes de empezar con las pruebas de funcionamiento se debe considerar la instalación adecuada de los TAG en los vehículos de los usuarios, para lo cual se toma en cuenta las recomendaciones indicadas por el fabricante para lograr una lectura correcta de las antenas RFID.

**Figura 70**

*Instalación de TAG en los vehículos de los usuarios*



*Nota.* Proceso de instalación correcta de los TAG. *Tomado de Autor*

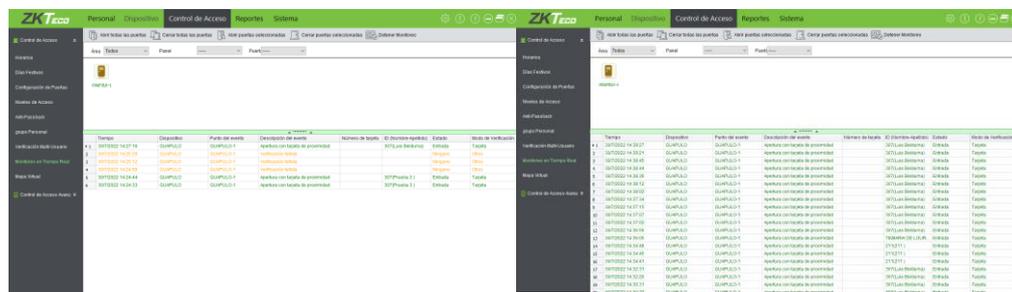
Una vez realizada todas las configuraciones respectivas se procede a realizar las pruebas de funcionamiento, para lo cual dentro del software de gestión se dirige a la sección de monitoreo en tiempo real, esta sección permite visualizar todos los eventos que suceden en el sistema así también como realizar apertura y cierre automático del bolardo de manera remota.

Las pruebas consisten en pasar un vehículo con el TAG instalado por la calle Germánico Salgado y que las antenas FRID realicen la lectura del TAG permitiendo la apertura del Bolardo y este evento pueda ser monitoreado en tiempo real desde el software de gestión instalado en la PC ubicado en la casa del presidente del sector de Guápulo.

Durante las pruebas realizadas se pudo constatar que todos los eventos son receptados en tiempo real en el software de gestión y el correcto funcionamiento de aperturas y cierre automático del bolardo.

**Figura 71**

*Visualización de eventos en el software de gestión*

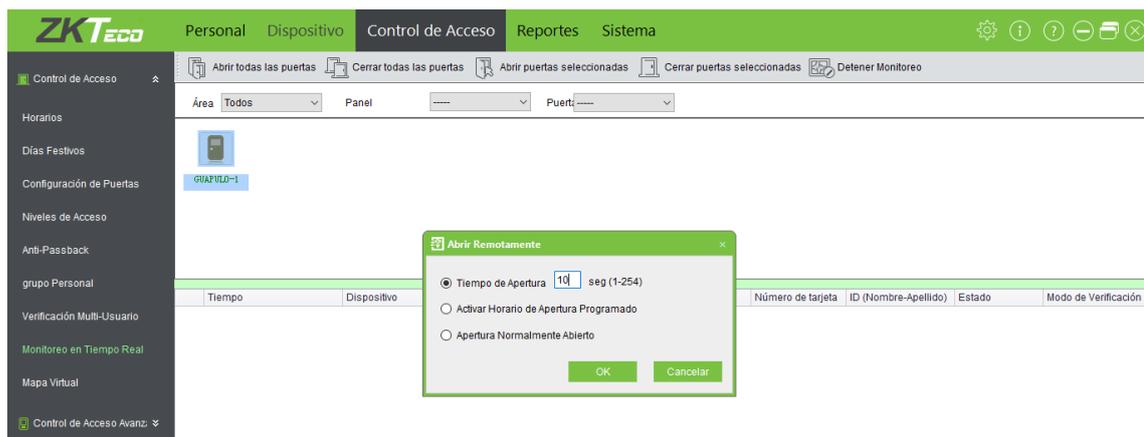


*Nota.* Aperturas exitosas del control de acceso con TAG. *Tomado de Autor*

De igual forma se realizaron aperturas remotas desde el software de gestión y efectivamente el sistema responde correctamente permitiendo la apertura del bolardo.

**Figura 72**

*Apertura remota del control de accesos*



*Nota.* Apertura remota exitosa del control de acceso vehicular. *Tomado de Autor*

Así también el software ZKAcces permite obtener reportes de todos los eventos que ocurren en el sistema de control de acceso vehicular, estos reportes se pueden filtrar por fechas, por

nombre de usuarios, ID de usuario, número de TAG vehicular y estado del usuario. En la siguiente figura se presenta un reporte que se obtuvo durante las pruebas realizadas.

**Figura 73**

*Reporte de eventos del sistema de control de Acceso*

	Tempo	ID de Usuario	Nombre	Apellido	Número	Dispositivo	Punto del eve.	Verificación	Estado	Evento	Notas
1	2022-07-30 14:42:24					GUAPULO	GUAPULO-1	Obs	Ninguno	Desconectado	
2	2022-07-30 14:39:27	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
3	2022-07-30 14:39:21	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
4	2022-07-30 14:38:45	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
5	2022-07-30 14:38:44	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
6	2022-07-30 14:38:36	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
7	2022-07-30 14:38:12	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
8	2022-07-30 14:38:02	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
9	2022-07-30 14:37:34	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
10	2022-07-30 14:37:15	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
11	2022-07-30 14:37:07	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
12	2022-07-30 14:37:02	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
13	2022-07-30 14:36:56	307	Luis	Belduma		GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
14	2022-07-30 14:36:05	78	MARIA DE LOURDES			GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
15	2022-07-30 14:34:48	211	211			GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
16	2022-07-30 14:34:45	211	211			GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	
17	2022-07-30 14:34:41	211	211			GUAPULO	GUAPULO-1	Tarjeta	Entrada	Apertura con tarjeta de proxim...	

*Nota.* Reportes obtenidos desde el software de gestión. *Tomado de Autor*

Finalmente con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del radioenlace para recibir los eventos en el software de gestión y control de acceso vehicular, se realizaron varias pruebas de funcionamiento del sistema, para lo cual se instalaron TAG vehiculares en diferentes tipos de vehículos, los mismo cuando se acercan al control de acceso las antenas RFID hacen la lectura de los TAG y envían la información al Panel de Control de Acceso y a su vez el panel realiza la verificación si el TAG cuenta por permisos para la apertura del Bolardo, si el TAG cuenta con permisos el panel envía la información al controlador del Bolardo permitiendo la desactivación del Bolardo par el paso del vehículo. Las pruebas realizadas son satisfactorias determinando el cumplimiento del objetivo planteado en el presente proyecto. En las siguientes figuras se presentan las pruebas realizadas en el sistema.

**Figura 74**

*Prueba 1 realizadas en el sistema de CCAA Vehicular*



*Nota.* Proceso de apertura del Bolardo vía 1. *Tomado de Autor*

**Figura 75**

*Prueba 2 realizadas en el sistema de CCAA Vehicular*



*Nota. Bolardo completamente abierto para el paso vehicular. Tomado de Autor*



**Figura 76**

*Prueba 3 realizadas en el sistema de CCAA Vehicular*



*Nota. Proceso de apertura de bolardo vía 2. Tomado de Autor*

**Figura 77**

*Pruebas realizadas en el sistema de CCAA Vehicular*



*Nota. Bolardo completamente abierto para el paso vehicular. Tomado de Autor*

### 2.3.9 Capacitación

Una vez finalizada la implementación del sistema y las pruebas de funcionamiento, se procedió a realizar la capacitación del manejo de las funcionalidades del software de Control de Accesos Vehicular ZKAccess 3.5, los mismos de son los siguientes: registro de usuarios, niveles de acceso, sincronización de datos, reportes, monitoreo en tiempo real, respaldo de base de datos aperturas y cierres remotos del control de acceso vehicular.

De igual forma se capacitó para el monitoreo del radioenlace en casos de ocurra algún tipo de desconexión con los equipos de red.

### 2.3.10 Costos

El término costos es el importe o cifra que representa un servicio o producto de acuerdo a la inversión tanto de materiales, equipos, tiempo de ejecución, configuraciones y capacitación. En la siguiente tabla se presenta en valor total del proyecto.

**Tabla 12**

*Costos de implementación del proyecto*

Presupuesto				
Item	Descripcion	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Antenas LiteBean M5 Modelo LBE M5-23	2	63,95	127,90
2	Antenas RFID AccesPro PRO6RF	2	180,89	361,78
3	Panel de control de Accesos Zkteco C3-100	1	230,95	230,95
4	Switch TPLINK 8 puertos	2	13,95	27,90
5	TAG Vehicular	100	1,00	100,00
6	Soportes para antenas	3	18,50	55,50
7	Temporizador 12 V	1	15,00	15,00
8	Cable UTP CAT 5e	90	0,80	72,00
9	Caja metálica para exteriores	1	30,00	30,00
10	Servicios para instalación y configuración	1	1410,00	1410,00
			<b>Total</b>	<b>2431,03</b>

*Nota.* Costos de equipos e implementación del proyecto. *Tomado de Autor*

#### b. Explicación del aporte

La propuesta del presente proyecto fue la realización de un radioenlace de microondas para el control de acceso vehicular en un sector de Guápulo, ya que al estar considerado este sector como patrimonial se dificulta para realizar trabajos físicos o montar infraestructura de telecomunicaciones alámbricas, por tal motivo se propuso una solución inalámbrica para la automatización y gestión del control de acceso vehicular instalado en la calle Germánico Salgado.

Tomado en cuenta los antecedentes del proyecto, la mejor solución fue instalar un software de control de accesos que a través del radioenlace de aproximadamente 300 metros se conecta hacia el panel de control de acceso, garantizando el envío y recepción de información de manera remota y de esta forma el usuarios que gestiona el sistema tendrá la facultad de interactuar con el sistema de control de accesos en tiempo real, así como monitorear eventos, cargar información desde el software hacia el panel en tiempos muy bajos ya que el radioenlace permite el envío y recepción de información de aproximadamente 40 Mbps, que es mucho más que suficiente para la administración de este tipo de sistemas. Así también durante el análisis se determinó la instalación de antenas RFID y TAG vehiculares para la apertura del control de acceso, ya que las antenas realizan la lectura de los TAG vehiculares y envían la información hacia el panel de acceso, si este TAG se encuentra dado de alta en el software el panel envía la información al controlador del Bolardo permitiendo la apertura.

Para llegar a efectuar el presente proyecto se tomó en cuenta recursos que son indispensables y de gran ayuda antes de entrar en la fase de implementación de proyecto como en este caso, se utilizó simuladores para el diseño de la propuesta donde se puede elegir diferentes dispositivos y determinar que dispositivos son la mejor opción para el proyecto, así también los simuladores reducen los errores que en ocasiones se los comenten en la fase de implementación ya que los sistemas son validados en dichos simuladores.

En el presente proyecto para determinar el grado de eficacia de la propuesta, se realizan actividades de evaluación con la factibilidad técnica de la realización del radioenlace de microonda, capacidad de datos que se puede enviar y recibir en un radio enlace punto a punto de baja frecuencia, tiempos de apertura y cierre del control de accesos automatizado VS sin automatizar, finalmente se evalúa el grado de aceptación y beneficio que tendrán los usuarios que hacen uso del sistema y habitantes en general del sector de Guápulo.

El estudio minucioso de cada uno de los temas que conforman el presente proyecto y la revisión a detalle del estado de arte ha permitido delimitar ciertos aspectos del conocimiento en temas de radioenlaces para la automatización para el control de acceso vehicular en los que las técnicas convencionales eran susceptibles de mejora. Así también el empleo de nuevos puntos de vista a la hora de abordar los problemas detectados, y la depuración de la solución propuesta en el presente proyecto, han llevado a una serie de aportaciones que han sido validadas tanto de manera teórica y experimental.

### **c. Estrategias y/o técnicas**

Para la realización del presente proyecto se utilizó la metodología cuantitativa y observación de campo para obtener datos reales y posterior estudiarlos tal y como se presentan, sin manipular los datos obtenidos, para este proceso se combinó con técnicas como la observación y la encuesta permitiendo así recopilar datos en el sitio para su posterior análisis. La investigación de campo permitió generar nuevos conocimientos aplicando el método científico, por tal razón se considera esencial para que se lleve a cabo la propuesta del presente proyecto.

Así también la presente investigación se utiliza la metodología descriptiva, para lo cual se recolectaron los datos del comportamiento de las señales generadas por los equipos utilizados para el radioenlace y la automatización del control de acceso vehicular, de esta forma se obtuvo información del contexto observado, así también se utiliza la metodología de tipo explicativa, ya que en la misma se expone de manera concreta las características, ventajas y desventajas principales del fenómeno de transmisión en los equipos Ubiquiti LBE-M5-23.

De igual forma se utiliza la metodología documental la misma que permite seleccionar varias fuentes bibliográficas, recopilar información necesaria y hacer posible la realización del presente proyecto, realizando la revisión y análisis de cada uno de los elementos que conforman el concepto de red punto a punto y radioenlaces.

Así también fue necesaria realizar una encuesta aplicada a la muestra aleatoria previamente definida, con fin de evaluar el grado de aceptación que ha tenido la implementación del radioenlace para control de acceso vehicular para cada uno de los usuarios que circulan por la calle Germánico Salgado.

Herramientas tecnológicas para simulación como Radio Mobile permitieron hacer un acercamiento a la realidad del proyecto gracias a sus características esenciales para radioenlaces donde se ingresan todos los parámetros y datos de los equipos a utilizar y este simulador entrega información suficiente para conocer si es o no factible la realización del radioenlace y proceder a la fase de implementación conociendo todos los datos reales que se ingresaron en la configuración de los equipos.

### 2.3 Validación de la propuesta

Presente la validación de la propuesta a través del método de criterios de especialistas. (por lo menos 3, puede ser el director de área, director del colegio o institución, etc.

Para la elección de especialistas se ha considerado un perfil acorde a los siguientes criterios: formación académica relacionada con el tema investigativo, experiencia académica y/o laboral orientada a la gestión administrativa y motivación para participar. La siguiente tabla presenta información detallada de los actores seleccionados para la validación del modelo.

Descripción de perfil de validadores

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Ing. Oscar Andrés Piedra Chillagana	6	Ing. en Electrónica, Automatización y Control / Magister en Telemática	Ingeniero de Proyectos
Ing. Hugo Fernando Navarrete Cuadrado	10	Ing. en Redes y Telecomunicaciones / Master en Dirección de Empresas	Gerente de Proyectos
Ing. Freddy Eduardo León Cruz	14	Ing. en Electrónica y Telecomunicaciones / Magister Administración con Mención en Marketing	Ingeniero de Proyectos

Los objetivos perseguidos mediante la validación son los siguientes:

- Validar la metodología de trabajo aplicada en el desarrollo de la investigación.
- Aprobar los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas.
- Redefinir (si es necesario) el enfoque de los elementos desarrollados en la propuesta, considerando la experiencia de los especialistas.
- Constatar las posibilidades potenciales de aplicación del modelo de gestión propuesto.

## 2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

### Matriz de articulación

Ejes o partes principales del proyecto	Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
<b>1</b> Definición: Radioenlaces de microondas punto a punto para control de accesos. Variables de entrada a monitorear y variables de salida a controlar.	1.1. Toma de decisiones en base a la revisión teórica 1.2. Tablas comparativas de elementos involucrados en la propuesta.	Matemáticas Aplicadas Comunicaciones Inalámbricas Software para control de accesos Simuladores para radioenlaces	Método cuantitativo, observación de campo, documental
<b>2</b> Diseño: de circuitos electrónicos, de control, aplicación, programación, cálculos, simulaciones, etc.	2.1. Simuladores para Radioenlace de microondas. 2.2. Panel para control de accesos	Programación de equipos inalámbricos Simuladores para el diseño de radioenlaces Radiomobile	Método descriptivo, explicativo
<b>3</b> Implementación: cableado, sistemas electromecánicos, de control, de comunicaciones, bases de datos.	3.1. Antenas, transmisores y receptores de comunicaciones inalámbricas 3.2. Software con bases de datos 3.3 Control de motores neumáticos.	Instalaciones electrónicas Sistemas de comunicaciones inalámbricas Configuración de bases de datos Protocolos de comunicación	Análisis de resultados

## 2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

Posterior a la implementación del Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular se realizó una evaluación real de las implicaciones y desempeño que tiene el sistema. Para lo cual el primer trabajo experimental realizado es la medición de la potencia de recepción del radioenlace, en la siguiente tabla se puede apreciar los niveles de potencia de recepción que fueron calculados, simulados y medidos en la implementación del radioenlace.

**Tabla 13**

*Niveles de potencia de recepción en dBm*

	<b>Cálculos</b>	<b>Simulación</b>	<b>Reales</b>
<b>Enlace 1</b>	38,61	32,5	30

*Nota.* Niveles de potencia calculados, simulados y medidos en dBm. *Tomado de Autor*

Por lo tanto matemáticamente y técnicamente el enlace desde A hacia B y viceversa es totalmente factible puesto que la regla dice que el valor con el que llega la potencia de la señal recibida debe ser mayor o igual a 4 dBm.

Así también se pudo validar la velocidad de transmisión en diferentes niveles de potencia y ancho de canal como se muestra en siguiente tabla:

**Tabla 14**

*Velocidad de transmisión del radioenlace*

<b># de Prueba</b>	<b>Ancho de canal</b>	<b>Potencia TX</b>	<b>Velocidad de TX/ RX</b>
<b>1</b>	20 Mhz	14 dBm	39 Mbps
<b>2</b>	30 Mhz	14 dBm	100 Mbps

*Nota.* Velocidad de transmisión del radioenlace. *Tomado de Autor*

Según la tabla se puede determinar que con ancho de canal de 20 Mhz y 14 dBm de Potencia se logra una velocidad de transmisión de 39Mbps, mientras que con un ancho de canal de 30 Mhz y 14 dBm, que es lo máximo que se puede llegar a configurar en las antenas instaladas en el proyecto se puede llegar a una velocidad de transmisión de 100 Mbps, que es una velocidad bastante buena considerando que los equipos son un precio bajo pero que se puede lograr no solo para este tipo de aplicaciones sino también para enviar mayores cantidades de datos como la distribución de internet en lugares de difícil acceso.

De igual forma se mide los tiempos de respuesta del sistema al momento de ingresar al control de acceso vehicular, a continuación, se presentan los valores aleatorios tomados en

distintos horarios de la circulación vehicular por la calle Germánico Salgado a través de la lectura de las antenas RFID.

**Tabla 15**

*Valores experimentales de lectura de las antenas RFID*

# Prueba	Reconocimiento RFID (Segundos)	Apertura CCAA (Segundos)
1	1,2	7
2	1,5	10
3	1,3	7
4	1,1	6
5	1,6	5
6	1,2	8
7	1,6	10
8	1,3	8
9	1,5	10
10	1,1	5
11	1,0	5
12	1,1	6
13	1,0	5
14	1,2	7
15	1,2	7
16	1,3	8
17	1,4	9
18	1,1	6
19	1,0	5
20	1,2	7
21	1,3	8
22	1,2	7
23	1,4	8
24	1,1	6

*Nota.* Tiempo de lectura de las antenas RFID. *Tomado de Autor*

De un total de 25 mediciones aleatorias realizadas, se determina que el tiempo máximo que tarda en leer el TAG vehicular las antenas RFID es de 1,6 segundo independientemente de que lugar se acerqué el vehículo al control de accesos, así también el tiempo máximo que tarda en abrir (baja) el bolardo es de 10 segundos y el tiempo de cierre (Sube) desde la última lectura que hace las antenas al TAG es de 20 segundos, este último valor se configuró en el Temporizador, considerando el tiempo máximo que tarda un vehículo en cruzar todo en control de acceso Vehicular.

Finalmente, en la siguiente tabla se realiza una comparativa del sistema automatizado con el sistema sin automatizar, teniendo como principal característica la gestión del Control de Acceso Vehicular gracias a la implementación del Radioenlace se logró la conectividad del software de gestión con el Control de Accesos a una distancia de aproximadamente 300 metros de un sitio al otro.

**Tabla 16**

*Comparativa del sistema actual VS el sistema antiguo*

	<b>Sistema sin Automatizar</b>	<b>Sistema Automatizado</b>
<b>Tiempo de apertura CCAA</b>	30 segundos o más	Máximo 10 Segundos
<b>Gestionar permisos</b>	N/A	Gestión desde software
<b>Aperturas Remotas</b>	N/A	Apertura desde Software
<b>Reportes</b>	N/A	Reportes desde Software

*Nota.* Principales ventajas del sistema automatizado. *Tomado de Autor*

## CONCLUSIONES

La fundamentación teórica permitió comparar y seleccionar de la mejor manera los equipos, herramientas tecnológicas y demás materiales utilizados para lograr tener un diseño y posterior implementación del Radioenlace de Microondas para Control de Acceso Vehicular en el sector de Guápulo.

Mediante al análisis de la arquitectura permitió tener un diseño real del Radioenlace de Microondas para Control de Acceso Vehicular aplicable a los requerimientos solicitados por el cabildo del sector de Guápulo, tanto de la infraestructura lógica como física, para como producto final tener un sistema automatizado para garantizar que los usuarios que circulan por la calle Germánico Salgado puedan hacer uso del control de acceso vehicular sin contratiempos y evitando encolamientos, así también como la gestión remota del control de acceso vehicular a través del aplicativo ZKAccess 3.5 donde se asigna permiso solo a los usuarios que tiene autorización para la circulación por la mencionada calle, de esta manera se reduce la circulación vehicular con el fin de preservar lo patrimonial del sector de Guápulo.

A través de la ayuda de aplicativos de software gratuitos como son el caso de Radio Mobile, Ispdesign y Google Earth, se ha logrado recopilar y analizar información útil para determinar y validar los equipos que mejor se ajusten en el proyecto mediante el diseño, para su posterior implementación, así también se determina el lugar donde se deben ubicar las antenas tanto transmisora como receptora, alturas requeridas por las antenas, alcanzando una alternativa para el trayecto del radioenlace.

El análisis de resultados se puede determinar que los niveles de recepción calculados, simulados y datos obtenidos en la implementación del radioenlace han sido satisfactorios, lo cual indica que existirá un buen desempeño de la transmisión de datos. Por otra parte, los tiempos de apertura y cierre del Control de Acceso Vehicular se han reducido considerablemente gracias a la automatización, permitiendo decir que existirá un buen desempeño del sistema.

## RECOMENDACIONES

Como principal requerimiento para el diseño de un Radioenlace de microondas es tener claro el tipo de servicio que se desea aplicar y la tasa de datos de transmisión que se requiere transmitir, una vez definido esto se puede definir el tipo de equipos y tecnología con la que se va trabajar, así también como el tipo de modulación, sensibilidad y codificación que los equipos ofrecen.

Para el diseño de Radioenlaces es recomendable usar los diferentes simuladores que ofrecen los fabricantes de equipos de telecomunicaciones ya que estos ayudan a definir estratégicamente los equipos adecuados y que se ajusten a los requerimientos del proyecto que se va llevar a cabo, de igual forma ayudan a definir la ubicación las antenas en un punto geográfico apropiado con el fin de lograr la línea de vista requerida, para que la transmisión de los datos sea óptima, de esta forma en la fase de implementación se tendrá menos inconvenientes.

Es recomendable la implementación de un sistema de respaldo de energía (UPS) para los equipos que conforman el Control de Acceso Vehicular, con el fin de no tener problemas de pérdidas de información o que el sistema de control de accesos quede abierto ocasionando la libre circulación vehicular por la calle Germánico Salgado.

Se recomienda para futuros trabajos tener la posibilidad de integrar al sistema actual un sistema de CCTV con cámaras de video con reconocimiento de placas tipo LPR ya que esto permitirá tener otra opción de apertura del control de accesos vehicular, mediante la lectura de placas de los vehículos y no depender solo de las Antenas RFID y TAG vehiculares, así también se logrará tener un respaldo de video de los eventos suscitados en el sitio. Todo lo mencionado se considera viable gracias a que el radioenlace implementado actualmente permite la transmisión de video y datos sin ningún problema.

Finalmente es recomendable realizar respaldos periódicos de los registros de la Base Datos y copiar dicho respaldo en una unidad externa u otro computador, con el fin de que si llegase a fallar el software o computador contar con un respaldo de toda la información.

## BIBLIOGRAFÍA

- AccessPro. (2015). *Configuración de la Lectora PRO12RF/PRO6RF*.  
<https://ftp3.syscom.mx/usuarios/gjimenez/ACCESSPRO/guia%20y%20manual%20PRO12RF%20PRO6RF%20version2%20%20nov%20%202020.pdf>
- Alulema, J. (2012, julio). *Diseño de una red de microondas entre Quito y Guayaquil*.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5111/1/T2069.pdf>
- Alvarado, A., & Hoira, J. (2012). *Radio Enlaces Terrestres de Microondas*.  
<https://baixardoc.com/preview/radioenlaces-terrestres-de-microondas-5dc721f165e85>
- Espectro Radioeléctrico – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*. (s. f.).  
Recuperado 25 de mayo de 2022, de <https://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-3/>
- Gracián, M. (2009). *Interfaz Wiegand 26/Ethernet*. 4.
- Martínez, J. L. (2018, julio 13). *PRORED - Zonas de Fresnel en un radioenlace*. PRORED.  
<https://www.prored.es/zonas-de-fresnel-en-un-radioenlace/>
- Meza, D. (s. f.). *Diseño del sistema de comunicación de datos entre el complejo de abastecimiento de agua y el Centro de Producción Río Macho*. 128.
- Oscar Piedra. (2018). *RED DE ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA DE PARQUEADEROS EN EL EDIFICIO DE TELEFÓNICA MOVISTAR – QUITO*. 26-28.
- Peña, L. (2020, febrero). *Medidas de ganancia y patrón de radiación de antenas parabólicas*.  
[https://issuu.com/laurapdappo/docs/revista\\_antenas.pptx](https://issuu.com/laurapdappo/docs/revista_antenas.pptx)
- Poma Choque, L. F. (s. f.). *MICROONDAS TERRESTRES*. Recuperado 6 de junio de 2022, de <https://sites.google.com/site/comin1415cs/medios-de-trasmisi/microondas-terrestres>
- Rooswell Vasquez, B., & Bryan Otavalo. (s. f.). *Diseño e implementación de tres radioenlaces punto a punto para el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca*. 110.

Silvestre, I. S. (s. f.). (3) *ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS*. 22.

TPLINK. (s. f.). *Switch para sobremesa con 8 puertos*. <https://www.tp-link.com/ec/home-networking/soho-switch/tl-sg108/>

Ubiquiti. (2018). *LiteBeam*. [https://dl.ubnt.com/datasheets/LiteBeam/LiteBeam\\_DS.pdf](https://dl.ubnt.com/datasheets/LiteBeam/LiteBeam_DS.pdf)

Wikimedia foundation. (s. f.). *Radiocomunicaciones por Microondas*. Recuperado 31 de julio de 2022, de <https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/982007>

Zkteco. (2017). *Paneles IP para Control de Acceso*. <https://www.zktecolatinoamerica.com/producto/c3-100/>

## ANEXOS

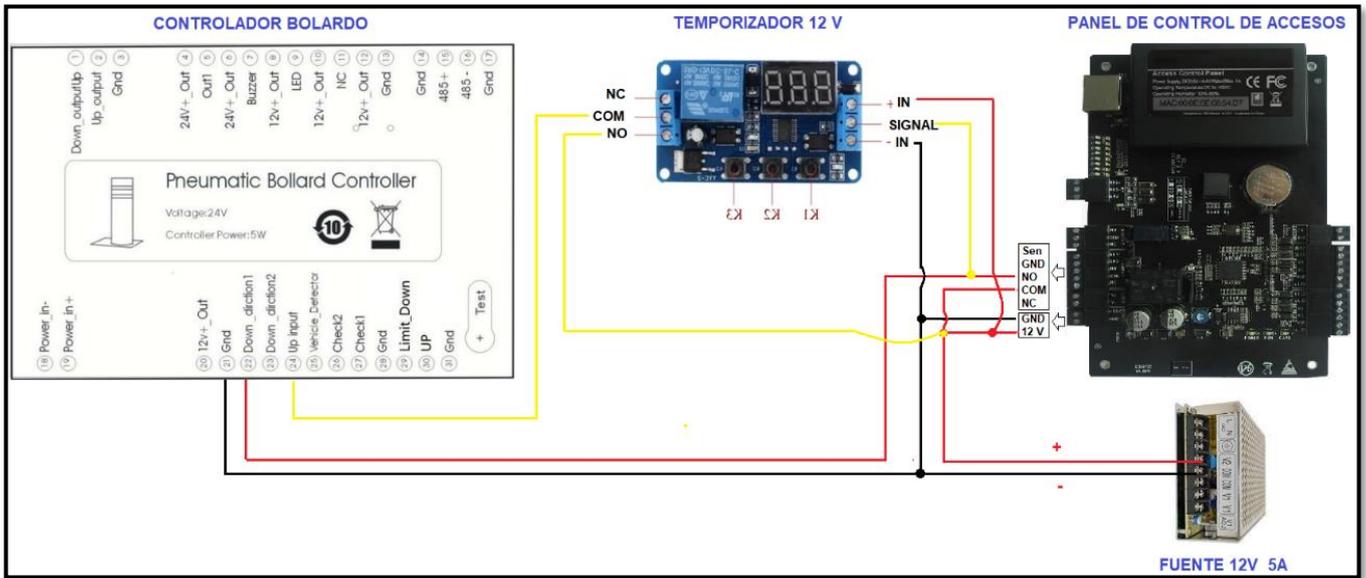
### ANEXO 1

#### ESPECIFICACIONES DE LAS ANTENAS LBE-M5

LBE-M5-23 Specifications							
Physical / Electrical / Environmental							
Dimensions (No Mount)	362 x 267 x 184 mm (14.25 x 10.51 x 7.24")						
Weight (No Mount)	750 g (24.11 oz)						
Mounting Kit	Pole Mounting Kit (Included)						
Max. Power Consumption	4W						
Power Supply	24V, 0.2A PoE Adapter (Included)						
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)						
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)						
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing						
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4						
ETSI Specification	EN 302 326 DN2						
ESD/EMP Protection	± 24 KV Contact / Air						
System Information							
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 533 MHz						
Memory	64 MB						
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port						
Regulatory / Compliance Information							
Wireless Approvals	FCC, IC, CE						
RoHS Compliance	Yes						
Output Power: 25 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
<b>802.11n/airMAX</b>	MCS0	25 dBm	± 2 dB	<b>802.11n/airMAX</b>	MCS0	-97 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-96 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-93 dBm	± 2 dB
	MCS3	24 dBm	± 2 dB		MCS3	-91 dBm	± 2 dB
	MCS4	23 dBm	± 2 dB		MCS4	-87 dBm	± 2 dB
	MCS5	22 dBm	± 2 dB		MCS5	-84 dBm	± 2 dB
	MCS6	21 dBm	± 2 dB		MCS6	-78 dBm	± 2 dB
	MCS7	19 dBm	± 2 dB		MCS7	-75 dBm	± 2 dB
Antenna Information							
Operating Frequency	Worldwide: 5150 - 5875 MHz USA: 5725 - 5850 MHz						
Output Power	25 dBm						
Gain	23 dBi						
Max. VSWR	1.5:1						

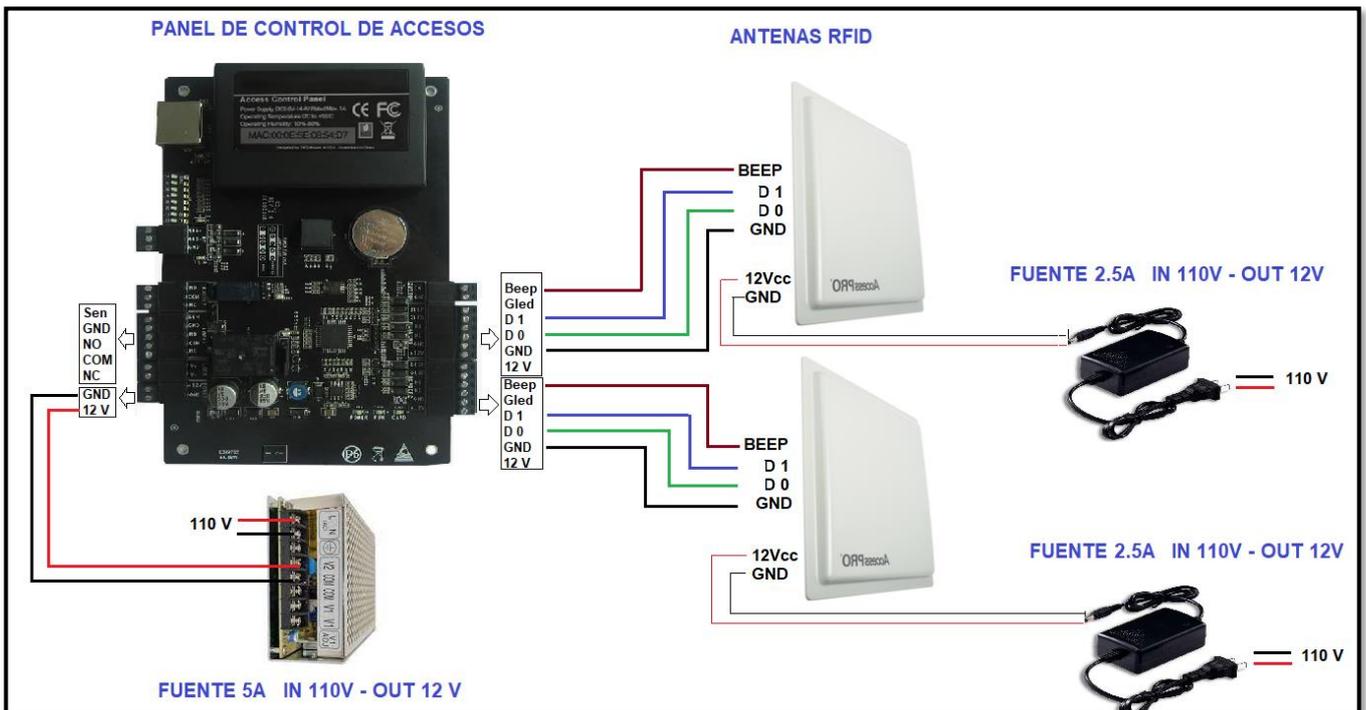
## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE CONEXIÓN ENTRE PANEL DE ACCESOS Y CONTROLADOR BOLARDO



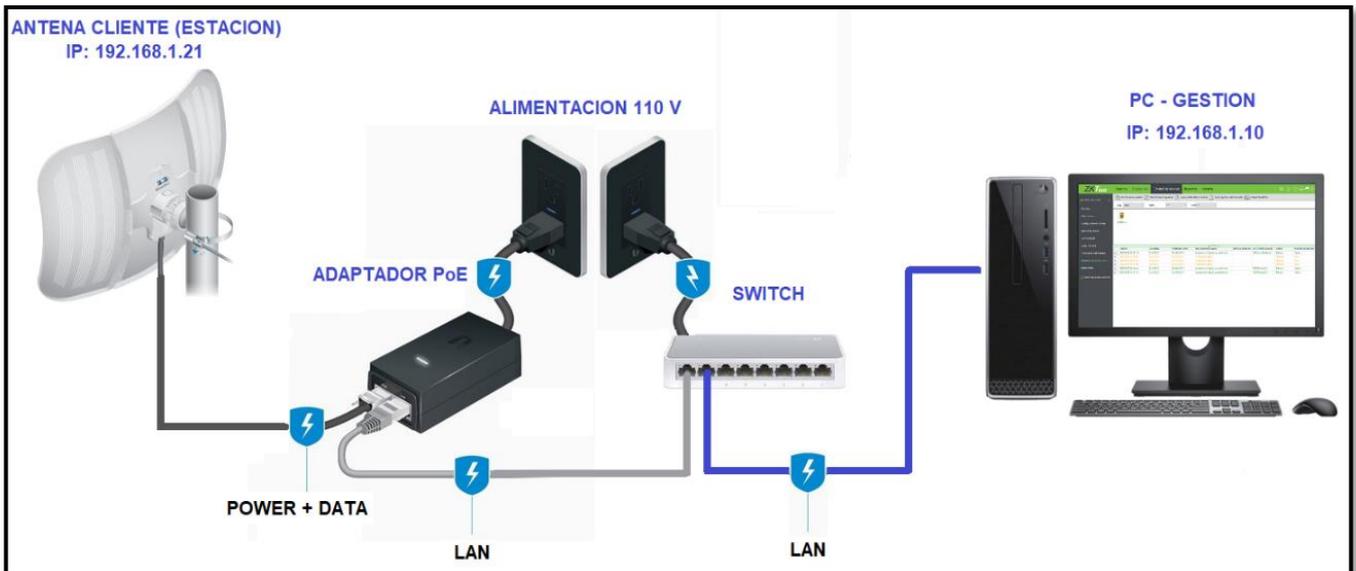
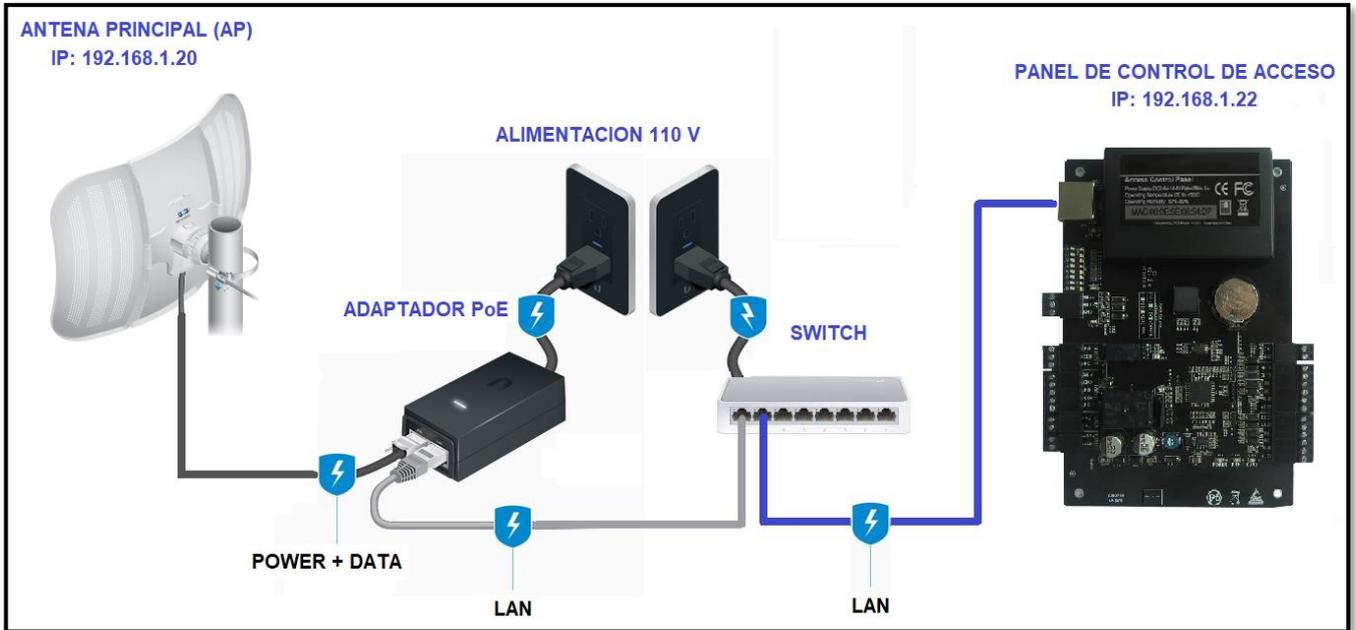
## Anexo 3

### Diagrama de conexión entre panel de accesos y antenas RFID



## ANEXO 4

### DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ANTENAS Y PANEL DE ACCESOS A LA RED



ANEXO 5

CARTA DE AUSPICIO



**CABILDO COMUNITARIO DE GUÁPULO**

Oficio Nro.CCG-PR-2022-148-O  
Quito, DM, 22 de julio 2022

**Asunto:** Proyecto de tesis

Señores

**DEPARTAMENTO DE TRABAJOS DE TITULACION**

**UNIVERSIDAD ISRAEL**

**CARRERA DE MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES**

Presente.

De nuestra consideración:

Por medio del presente documento deseamos manifestar nuestro apoyo y auspicio, así como brindar todas las facilidades y recursos necesarios al ing. Luis Alfredo Belduma Cuenca con CI: 1727039255 para la realización de su proyecto de tesis cuyo tema de **"Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guapulo"** el mismo que será de gran valor para el Barrio Guapulo

Por la atención a la presente comunicación anticipamos nuestros agradecimientos.

Atentamente

Jaime Prado Castro  
**PRESIDENTE DEL CABILDO**

CC 1703674935  
Teléf.: +593 98 770 9026  
Email: [jpviejo@yahoo.com](mailto:jpviejo@yahoo.com)

## ANEXO 6

### ACTA DE ENTREGA DEL PROYECTO

#### ACTA DE ENTREGA – RECEPCION

En la ciudad de Quito a los 06 días del mes agosto de del año 2022, comparecen a la celebración de la presente Acta Entrega Recepción, por parte del Ing. Luis Belduma y por otra parte del Sr. Jaime Prado (presidente del Cabildo de Guápulo).

#### ENTREGA

A la suscripción de la presente acta el Ing. Luis Belduma entrega lo detallado a continuación:

#### Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guápulo

Item	Descripción	Cantidad
1	Antenas LiteBean M5 Modelo LBE M5-23	2
2	Antenas RFID AccesPro PRO6RF	2
3	Panel de control de Accesos Zkteco C3-100	1
4	Switch TPLINK 8 puertos	2
5	TAG Vehicular	100
6	Servicios para instalación y configuración	1

#### ACEPTACIÓN DE ENTREGA

#### RECIBE:

Área/proyecto	Nombre	Firma
Presidente del Cabildo de Guápulo	Jaime Prado c.	

#### ENTREGA POR:

Área/proyecto	Nombre	Firma
Proyecto de titulación Universidad Israel	Ing. Luis Belduma	

## ANEXO 7

### VALIDACIÓN DEL PROYECTO POR ESPECIALISTAS



Yo, **Oscar Andrés Piedra Chillagana**, con C.I. **1717779852**, en mi calidad de validador de la propuesta del proyecto titulado: **Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guápulo**.

Elaborado por el Ing. **Luis Alfredo Belduma Cuenca**, con C.I. **1727039255**, estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones, mención gestión de las telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 29 de agosto de 2022

Ing. **Oscar Andrés Piedra Chillagana**, Msc

C.I: 1717779852

Registro SENESCYT: 1079-15-1396272 / 1051-2019-2066568

#### Instrumento para validación de la propuesta

##### Datos de especialista.

**Nombres y Apellidos:** Oscar Piedra

**Años de experiencia:** 6

**Título Académico:** Ing. en Electrónica, Automatización y Control / Magister en Telemática

**Cargo:** Jefe de Proyectos

Valore cada criterio propuesto colocando una X, tomando en cuenta los criterios de evaluación.

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

CRITERIOS	EVALUACIÓN SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo
Impacto				X	
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad				X	
Calidad Técnica				X	
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Yo, **Ing. Hugo Fernando Navarrete Cuadrado**, con C.I **1716829898**, en mi calidad de validador de la propuesta del proyecto titulado: **Radioenlace de microondas para control de acceso vehicular en un sector de Guápulo**.

Elaborado por el **Ing. Luis Alfredo Belduma Cuenca**, con C.I **1727039255**, estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones, mención gestión de las telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 07 de septiembre de 2022

**Ing. Hugo Fernando Navarrete Cuadrado, Msc.**  
 C.I: 1716829898  
 Registro SENESCYT: 1040-2016-1661020 / 7241170115

**Instrumento para validación de la propuesta**

**Datos de especialista.**

**Nombres y Apellidos:** Fernando Navarrete  
**Años de experiencia:** 10  
**Título Académico:** ING. EN REDES Y TELECOMUNICACIONES / MASTER EN DIRECCION DE EMPRESAS  
**Cargo:** Gerente de Proyectos

Valore cada criterio propuesto colocando una X, tomando en cuenta los criterios de evaluación.

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización				X	
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Yo, **Freddy Eduardo León Cruz**, con C.I. 1708966054, en mi calidad de validador de la propuesta del proyecto titulado: **RADIOENLACE DE MICROONDAS PARA CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN UN SECTOR DE GUÁPULO.**

Elaborado por el Ing. **Luis Alfredo Belduma Cuenca**, con C.I. 1727039255, estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones, mención gestión de las telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 07 de septiembre de 2022

Ing. **Freddy Eduardo León Cruz**, Msc.  
C.I: 1708966054

Registro SENESCYT: 1001-02-229161 / 1038-10-709897

**Instrumento para validación de la propuesta**

**Datos de especialista.**

**Nombres y Apellidos:** Freddy León

**Años de experiencia:** 14

**Título Académico:** Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones / Magister Administración con Mención en Marketing

**Cargo:** Ingeniero de Proyectos – Gerente de Preventa

Valore cada criterio propuesto colocando una X, tomando en cuenta los criterios de evaluación.

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo
Impacto				X	
Aplicabilidad					X
Conceptualización				X	
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad				X	
Pertinencia					X