



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE REDES  
INALÁMBRICAS WIFI UTILIZANDO PROTOCOLO TDMA DE UBIQUITI  
Y NSTREME DE MIKROTIK**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Electrónico

**AUTORES: LUIS MIGUEL ORDÓÑEZ GUERRERO  
ROBINSON ROMALDO ALVARADO CANTOS  
TUTOR: ING. PABLO ECHEVERRÍA ÁVILA MSC.**

Guayaquil – Ecuador

2021

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Luis Miguel Ordóñez Guerrero con documento de identificación N° 0927828376 y Robinson Romaldo Alvarado Cantos con documento de identificación N° 0927160598; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 5 de noviembre del año 2021

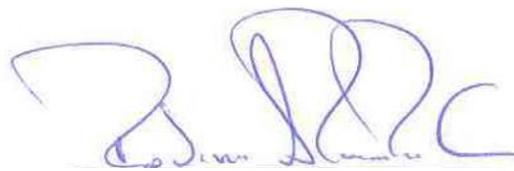
Atentamente,



---

Luis Miguel Ordóñez Guerrero

0927828376



---

Robinson Romaldo Alvarado Cantos

0927160598

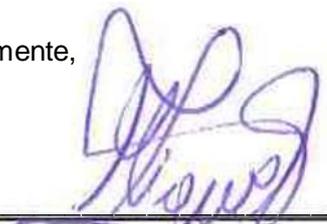
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Luis Miguel Ordóñez Guerrero con documento de identificación N° 0927828376 y Robinson Romaldo Alvarado Cantos con documento de identificación N° 0927160598, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto de investigación: “Diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas Wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

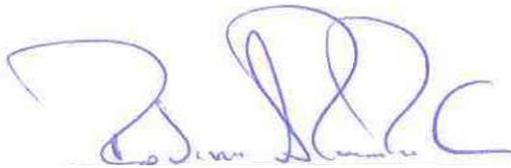
Guayaquil, 5 de noviembre del año 2021

Atentamente,



Luis Miguel Ordóñez Guerrero

0927828376



Robinson Romaldo Alvarado Cantos

0927160598

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pablo Echeverría Ávila con documento de identificación N° 0916893357, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE REDES INALÁMBRICAS WIFI UTILIZANDO PROTOCOLO TDMA DE UBIQUITI Y NSTREME DE MIKROTIK, realizado por Luis Miguel Ordóñez Guerrero con documento de identificación N° 0927828376 y Robinson Romaldo Alvarado Cantos con documento de identificación N° 0927160598, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción tesis que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 5 de noviembre del año 2021

Atentamente,



---

Ing. Pablo Echeverría Ávila, MSc  
0916893357

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, quién por su misericordia soy salvo y me regaló una madre única dicha de llamarla mujer virtuosa, aunque ya no está con nosotros en la tierra, pero siempre estará en mi corazón.

Y también mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y mis profesores de la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarme conocimiento y confiar en mí, permitiéndome usar los laboratorios cuando tenía que terminar alguna práctica o investigación y que contribuyeron con mi formación profesional.

**LUIS MIGUEL ORDÓÑEZ GUERRERO**

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, a sus directivos, administradores, docentes y a mi director de tesis el Ing. Pablo Echeverría Ávila por guiarme por el camino del conocimiento, entregándome herramientas que permitan mi crecimiento constante, mi superación y mi éxito.

Agradezco a todos mis familiares los cuales los llevo siempre presente con mucho cariño y respeto.

**ROBINSON ROMALDO ALVARADO CANTOS**

## RESUMEN DEL PROYECTO

<b>Año</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Tutor de Proyecto de titulación</b>	<b>Proyecto de titulación</b>
2021	Luis Miguel Ordóñez Guerrero y Robinson Romaldo Alvarado Cantos	Ing. Pablo Echeverría Ávila MSc	Diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas Wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik

El presente proyecto de tesis está diseñado para cubrir la falta de prácticas enfocadas a las redes inalámbricas de banda ancha con los alumnos de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, específicamente se pretende reforzar los conocimientos teóricos mediante la práctica a través de este banco de pruebas que pretende complementar estudios en materias como comunicaciones digitales, antenas, propagación, redes inalámbricas y medios de transmisión.

De acuerdo con la problemática detectada ante la necesidad que tienen los estudiantes en poner en práctica los conocimientos adquiridos en el tema de redes inalámbricas, se plantea el diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas para que puedan poner en práctica los conocimientos acerca de los protocolos inalámbricos como Nstreme de Mikrotik y TDMA de Ubiquiti. En los cuales los estudiantes sabrán reconocer y utilizar los diferentes tipos de antenas de las marcas Mikrotik y Ubiquiti.

Por tal motivo, se realizó el proyecto de titulación “Diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik” , el mismo que podrá ser utilizado por los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones y carreras afines que pertenecen a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, permitiendo adquirir mayor experiencia en el campo técnico laboral y aplicando el uso de antenas inalámbricas de las marcas Ubiquiti y Mikrotik para el aprendizaje en el diseño , configuración e instalación de radios enlaces y redes inalámbricas.

El banco de pruebas va a contar con diez prácticas profesionales, que serán utilizadas en los laboratorios para prácticas de enlace con diferentes marcas de antenas y frecuencia a usar. Las prácticas del banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI son las siguientes: Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth. Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware. Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware. Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA. Configurar enlace PtP WDS con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme. Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti. Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik. Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti. Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue. Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.

## ABSTRACT

Year	Students	Degree Project Tutor	Technical Degree Project
2021	Luis Miguel Ordóñez Guerrero y Robinson Romaldo Alvarado Cantos	Ing. Pablo Echeverría Ávila MSc	Design and implementation of Wi-Fi wireless network test bench using Ubiquiti TDMA protocol and Mikrotik Nstreme

This thesis project is designed to cover the lack of practices focused on wireless broadband networks with students of the telecommunications engineering career of the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil, specifically aims to strengthen theoretical knowledge through practice through this test bed that aims to complement studies in subjects such as digital communications, antennas, propagation, wireless networks, and transmission media.

In accordance with the problem detected in the face of the need for students to implement the knowledge acquired in the topic of wireless networks, the design and implementation of a wireless network test bench is proposed so that they can implement knowledge about wireless protocols such as Mikrotik Nstreme and Ubiquiti TDMA. In which students will be able to recognize and use the different types of antennas of the Mikrotik and Ubiquiti brands.

For this reason, the degree project "Design and implementation of WIFI wireless network test bench was carried out using TDMA protocol of Ubiquiti and Nstreme de Mikrotik", the same that can be used by students of the engineering career in telecommunications and related careers belonging to the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil, allowing greater experience in the technical field of work and applying the use of wireless antennas of the Ubiquiti and Mikrotik brands to learning in the design, configuration and installation of radio links and wireless networks.

The test bench will have ten professional practices, which will be used in laboratories for liaison practices with different brands of antennas and frequency to use. The practices of the WIFI wireless network test bench are as follows: Simulate PtP links with Ubiquiti Airlink and Google

Earth. Enter the Mikrotik interface through the Winbox app and firmware update. Enter the Ubiquiti interface via browser and firmware update. Configure point-to-point PtP (bridge mode) link with Ubiquiti using TDMA protocol. Configure WDS PtP binding with Mikrotik using Nstreme protocol. Use Site Survey tools and configure PtmP (multipoint point) bindings with Ubiquiti. Use Site Survey tools and configure WDS PtmP binding with Mikrotik. Configure Router and SOHO Mode with Mikrotik and Ubiquiti. Configure Mikrotik generalities with VLAN, DHCP, and simple Queue. Configure network security with Mikrotik and Ubiquiti.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN DEL PROYECTO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE FIGURA .....	xvi
ÍNDICE DE TABLA.....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
1. El problema .....	1
1.1. Descripción del problema .....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Importancia y alcance.....	2
1.4. Delimitación .....	2
1.4.1. Delimitación temporal .....	2
1.4.2. Delimitación espacial .....	3
1.4.3. Delimitación académica .....	3
1.5. Beneficiarios de la propuesta.....	3
1.6. Propuesta de solución .....	4
1.7. Innovación e impacto del proyecto .....	5
1.8. Objetivos de la investigación .....	5
1.8.1. Objetivo general .....	5
1.8.2. Objetivos específicos .....	5
2. Fundamentos teóricos .....	7
2.1. Redes inalámbricas .....	7
2.1.1. Funcionamiento de las redes inalámbricas .....	7

2.1.2.	¿Qué se necesita para construir una red inalámbrica? .....	9
2.1.3.	Modos de funcionamiento inalámbrico .....	10
2.1.4.	Tipos de señales inalámbricas .....	11
2.1.5.	Tipos de redes inalámbricas .....	12
2.1.6.	Ventajas y desventajas .....	14
2.2.	Espectro radioeléctrico .....	15
2.3.	Propagación de las Ondas de Radio .....	16
2.3.1.	Ondas terrestres o de superficie .....	17
2.3.2.	Ondas reflejadas o ionosféricas .....	17
2.3.3.	Ondas directas o espaciales .....	17
2.3.4.	Grupo de frecuencias .....	18
2.4.	Uso del espectro radioeléctrico .....	18
2.4.1.	Asignación del ERE .....	18
2.4.2.	Necesidades futuras del ERE .....	19
2.5.	Frecuencias de bandas no licenciadas .....	19
2.5.1.	Principales características .....	20
2.6.	Antenas sectoriales.....	22
2.6.1.	Características .....	23
2.6.2.	Aplicaciones .....	24
2.7.	Antenas omnidireccionales .....	25
2.7.1.	Funcionamiento .....	25
2.7.2.	Estándares, velocidad y frecuencia de la antena omnidireccional .....	26
2.7.3.	Características .....	27
2.7.4.	Factor dBi en antenas omnidireccionales .....	27
2.7.5.	Partes que la componen.....	28
2.8.	Parámetros de radiación de antenas .....	29
2.8.1.	Diagrama de radiación.....	29
2.8.2.	Ancho de banda .....	30
2.8.3.	Ganancia .....	30
2.8.4.	Eficiencia.....	30

2.8.5.	Anchura de haz .....	30
2.8.6.	Impedancia de entrada .....	31
2.8.7.	Polarización .....	31
2.8.8.	Relación delante/atrás .....	31
2.8.9.	Resistencia de radiación.....	32
2.9.	Zona de Fresnel .....	32
2.9.1.	Generalidades .....	34
2.10.	Parámetros de un radioenlace.....	35
2.11.	Ecuación del radioenlace .....	37
2.12.	Pérdida en el espacio libre .....	38
2.12.1.	Cálculo de Lfs .....	38
2.12.2.	Cálculo de pérdida.....	39
2.12.3.	Zonas de Fresnel.....	40
2.12.4.	Primera zona de Fresnel.....	41
2.12.5.	Línea de vista.....	41
2.12.6.	Alcance de un radioenlace .....	42
2.12.7.	Multitrayectoria .....	43
2.13.	Modo de propagación en el espacio libre .....	44
2.14.	Radioenlace punto a punto .....	46
2.15.	Radioenlaces punto a multipunto.....	48
2.15.1.	Multidrop.....	49
2.15.2.	Multipunto .....	50
2.16.	Elementos para un radioenlace .....	50
2.16.1.	Mástil .....	52
2.16.2.	Clasificación .....	52
2.17.	Cable UTP CAT 6 para exteriores .....	53
2.17.1.	Características .....	54
2.17.2.	¿Para qué se utiliza un cable de datos? .....	55
2.17.3.	¿Cómo hacer nuestro propio cable de datos?.....	55
2.18.	POE .....	55

2.18.1.	Componentes de POE .....	56
2.18.2.	El Inyector de alimentación.....	57
2.18.3.	Unidad terminal o splitter .....	57
2.18.4.	Ejemplos de conexiones POE .....	58
2.18.5.	Inyector PoE.....	58
2.18.6.	Switch PoE .....	58
2.18.7.	Inyector pasivo PoE sin opción PoE .....	58
2.17.	Mikrotik.....	59
2.17.1.	Funcionamiento .....	59
2.18.	Ubiquiti .....	60
3.	Marco metodológico .....	61
3.1.	Tipo de investigación .....	61
3.2.	Diseño de investigación.....	61
3.3.	Metodología de investigación .....	61
3.4.	Título de la propuesta .....	62
3.5.	Descripción de la propuesta.....	62
4.	Análisis de resultados .....	73
5.	Análisis de resultados .....	89
5.1.	Práctica #1: Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth. ....	89
5.2.	Práctica #2: Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware. ....	89
5.3.	Práctica #3: Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware. ....	90
5.4.	Práctica #4: Configurar enlace punto a punto PTP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA. ....	90
5.5.	Práctica #5: Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme. ....	90
5.6.	Práctica #6: Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti. ....	91
5.7.	Práctica #7: Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik.....	91
5.8.	Práctica #8: Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti. ....	91

5.9. Práctica #9: Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue.	92
5.10. Práctica #10: Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti. ....	92
6. Conclusiones .....	93
7. Recomendaciones .....	95
Bibliografía .....	96
Anexos .....	101

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 2.1 Funcionamiento de las redes inalámbricas .....	8
Figura 2.2 Funcionamiento de las redes inalámbricas .....	9
Figura 2.3 Construcción de una red inalámbrica .....	10
Figura 2.4 Modos de funcionamiento inalámbrico .....	11
Figura 2.5 Tipos de señales .....	12
Figura 2.6 Redes inalámbricas según su alcance .....	13
Figura 2.7 Redes Inalámbricas según su rango de frecuencia .....	14
Figura 2.8 Espectro radioeléctrico .....	16
Figura 2.9 Propagación de las ondas de radio .....	18
Figura 2.10 Frecuencias de bandas no licenciadas .....	20
Figura 2.11 Principales características de las frecuencias de bandas no licenciadas .....	22
Figura 2.12 Antenas sectoriales .....	23
Figura 2.13 Modelo típico de radiación de una antena de sectorial .....	24
Figura 2.14 Antena sectorial (Zcmayoristas.com, 2021) .....	24
Figura 2.15 Antenas omnidireccionales .....	25
Figura 2.16 Partes de la antena omnidireccional .....	28
Figura 2.17 Zona de Fresnel .....	33
Figura 2.18 Generalidades de la zona de Fresnel .....	35
Figura 2.19 Pérdida en el espacio libre .....	38
Figura 2.20 Cálculo de pérdida .....	39
Figura 2.21 Zonas de Fresnel .....	40
Figura 2.22 Zona de Fresnel .....	40
Figura 2.23 Línea de vista .....	42
Figura 2.24 Alcance de un radioenlace .....	42
Figura 2.25 Multitrayectoria .....	43
Figura 2.26 Radioenlace punto a punto .....	47
Figura 2.27 Ceragon Networks .....	48
Figura 2.28 Radioenlaces punto a multipunto .....	49

Figura 2.29 Multidrop .....	49
Figura 2.30 Multipunto .....	50
Figura 2.31 Elementos para un radioenlace .....	51
Figura 2.32 Mástil arriostrados.....	52
Figura 2.33 Mástil apuntalado .....	52
Figura 2.34 Mástil autosoportados .....	53
Figura 2.35 Cable UTP CAT 6 para exteriores .....	54
Figura 2.36 POE.....	56
Figura 2.37 Inyector PoE .....	58
Figura 2.38 Switch PoE .....	58
Figura 2.39 Inyector pasivo PoE para cámaras sin opción PoE .....	58
Figura 2.40 Mikrotik.....	59
Figura 2.41 Ubiquiti.....	60
Figura 3.1 Diagrama de red de bando de pruebas con Ubiquiti .....	63
Figura 3.2 Diagrama de red de banco de pruebas con Mikrotik .....	65
Figura 3.3 Banco de pruebas Mikrotik Metal 5 .....	67
Figura 4.1 Armado del banco de pruebas .....	73
Figura 4.2 Pedestal 1 con equipos Ubiquiti .....	74
Figura 4.3 Test de prueba de cables cat 6 para pedestal 1. ....	75
Figura 4.4 Armado de pedestal 2 con equipos Ubiquiti .....	75
Figura 4.5 Desembalaje de equipos Mikrotik.....	76
Figura 4.6 Armado de antena LHG5 .....	76
Figura 4.7 Armado de pedestal 3.....	77
Figura 4.8 Conexión de POEs .....	77
Figura 4.9 Conexión de cables en POEs .....	78
Figura 4.10 Energización de banco de pruebas .....	78
Figura 4.11 Construcción de cables Cat6 .....	79
Figura 4.12 Crimpado de cables cat6.....	79
Figura 4.13 Construcción de cables para más pedestales.....	80
Figura 4.14 Comprobación con test UTP .....	80

Figura 4.15 Armado de pedestal 4 .....	81
Figura 4.16 Configuración de equipos Mikrotik .....	81
Figura 4.17 Revisiones de equipos Mikrotik .....	82
Figura 4.18 Revisión de equipos SXT .....	82
Figura 4.19 Configuración de equipos SXT .....	83
Figura 4.20 Configuración de equipos Ubiquiti.....	83
Figura 4.21 Equipos Mikrotik.....	84
Figura 4.22 Switch 3Com .....	84
Figura 4.23 Antena Mikrotik LHG5 .....	85
Figura 4.24 NanoStation M2 .....	85
Figura 4.25 NanoStation Loco M2 .....	86
Figura 4.26 Mikrotik Metal 5 con antena sectorial .....	86
Figura 4.27 Router D-Link y Switch Cisco .....	87
Figura 4.28 POE Ubiquiti .....	87
Figura 4.29 Switch Nexxt.....	88

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 3.1 Distribución de lps equipos Ubiquiti – pedestal 1 .....	64
Tabla 3.2 Distribución de lps equipos Ubiquiti – pedestal 2.....	64
Tabla 3.3 Distribución de lps equipos Mikrotik – pedestal 3 .....	66
Tabla 3.4 Distribución de lps de equipos Mikrotik – pedestal 4 .....	66
Tabla 3.5 Distribución de lps de equipos Mikrotik – pedestal 5 .....	67

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto de titulación tiene como objetivo principal el diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik, para esto se realizará la implementación de cuatro módulos con tres antenas cada módulo con el fin de realizar prácticas estudiantiles enfocadas en las redes inalámbricas de banda ancha, con el propósito de poner en práctica los conocimientos teóricos obtenidos en materias como redes inalámbricas y medios de transmisión de estudiantes de la carrera de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, en vista de que hoy en día las empresas de telecomunicaciones requieren contratar personal calificado específicamente en las redes inalámbricas de banda ancha.

Actualmente en la gran mayoría de las empresas tecnológicas tanto públicas y privadas están en la búsqueda de profesionales jóvenes con alto conocimientos y experiencia en el área técnica, por esa razón se implementará diez prácticas de laboratorio usando los cuatro módulos y aprovechando las antenas de las marcas Ubiquiti y Mikrotik ya que estas son las marcas más usadas en el mercado local.

El proyecto estará listo para ser utilizado por los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones y afines que pertenecen a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil bajo la dirección de un docente. El propósito es reforzar y fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes en clases referentes a las telecomunicaciones.

Se propone diseñar un banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik, y su respectiva implementación mediante equipos nuevos que brinden garantía de servicios, seguridad en la conexión y eficiencia, para ser utilizado en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

## **1. El problema**

### **1.1. Descripción del problema**

Los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil al culminar sus estudios no complementan sus conocimientos teóricos vistos en materias como redes inalámbricas, medios de transmisión y antenas, por tal motivo hay vacíos en conocimientos prácticos y la realidad en el campo laboral es diferente.

Las marcas más vendidas en el mercado local para la comercialización de servicios de banda ancha en el Ecuador son Ubiquiti y Mikrotik, es por esto por lo que los futuros ingenieros en telecomunicaciones deben conocer como configurar y diseñar redes inalámbricas de banda ancha utilizando estas marcas líderes.

Para solucionar el problema, se ha planteado este trabajo de investigación en el cual mediante diez prácticas enfocadas a redes inalámbricas con Ubiquiti y Mikrotik se pretende reforzar los conocimientos de manera práctica en el campo de las redes inalámbricas.

### **1.2. Antecedentes**

Actualmente en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se ha implementado un nuevo laboratorio de telecomunicaciones que está ubicado en el 4to piso del edificio E, en este laboratorio se observó una opción de mejorar en la implementación de nuevos equipos de radio enlace.

Por esta razón se plantea realizar un banco de pruebas conformada por antenas de las marcas Mikrotik y Ubiquiti para los estudiantes que están cursando los últimos semestres de estudio en la carrera de ingeniería en telecomunicaciones y carreras afines. Con este proyecto el estudiante puede configurar y simular el comportamiento de enlaces punto a punto y multipunto con herramientas y aplicativos de la misma marca.

Permitiendo a los estudiantes ganar experiencia, destrezas y conocimiento en el diseño e implementación de redes inalámbricas para que lo puedan aplicar en el ámbito laboral.

### **1.3. Importancia y alcance**

El proyecto de titulación se enfoca en el aprendizaje teórico y práctico mediante el uso del banco de pruebas para que los estudiantes de la carrera de telecomunicaciones y carreras afines de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil puedan aplicar las teorías dadas en clase, siendo esto fundamental para su desarrollo profesional.

Al contar con un banco de pruebas, el estudiante podrá desarrollar habilidad y destreza durante el desarrollo de las prácticas realizadas, generando confianza y seguridad en la configuración y análisis de equipos de radio enlace en el campo laboral.

El alcance del proyecto de titulación a desarrollar consiste en realizar un “diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik” para reforzar los conocimientos adquiridos mediante módulos de entrenamiento con equipos de marcas muy reconocida a nivel nacional.

Familiarizar al estudiante de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil a identificar y configurar enlaces punto a punto y multipunto utilizando herramientas de Ubiquiti y Mikrotik.

### **1.4. Delimitación**

#### **1.4.1. Delimitación temporal**

La implementación del presente proyecto de titulación finalizará en el mes de octubre del año 2021.

#### **1.4.2. Delimitación espacial**

El proyecto de titulación será desarrollado para las instalaciones del laboratorio de telecomunicaciones de la carrera ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, que se encuentra ubicada en la Av. Domingo Comín y callejón Chambers.

#### **1.4.3. Delimitación académica**

Se realizará un análisis de la tesis “Diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik”, para convertirla en un banco de pruebas donde se use estos tipos de antena.

Para el banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik se va a disponer en el laboratorio de telecomunicaciones.

Para el desarrollo del estudio se pondrá en práctica conocimientos obtenidos en las siguientes materias: comunicaciones digitales, antenas, propagación, redes inalámbricas y medios de transmisión.

#### **1.5. Beneficiarios de la propuesta**

La realización de este proyecto refuerza los conocimientos obtenidos en el estudio de las nuevas tecnologías inalámbricas de banda ancha que necesita poseer el futuro profesional de la carrera de telecomunicaciones, con la finalidad de ampliar los conocimientos y mejorar el desarrollo de las habilidades como estudiante de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

## 1.6. Propuesta de solución

El presente tema tiene como finalidad el diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik, los que a su vez contarán con un manual de prácticas de laboratorio. Las diez prácticas se citan a continuación:

- 1) Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth.
- 2) Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware.
- 3) Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware.
- 4) Configurar de enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA.
- 5) Configurar enlace PtP WDS con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme.
- 6) Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti.
- 7) Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik.
- 8) Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti.
- 9) Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue.
- 10) Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.

## **1.7. Innovación e impacto del proyecto**

En esta tesis se propone realizar el diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik. El cual consta de un manual de diez prácticas de laboratorio donde se utilizarán equipos comerciales líderes en el mercado de las redes inalámbricas en el Ecuador, como lo son Ubiquiti y Mikrotik, por tal motivo tiene un alto impacto a nivel de beneficio para sociedad y empresas que requieran contratar ingenieros con altas capacidades para el diseño e implementación de redes inalámbricas.

## **1.8. Objetivos de la investigación**

### **1.8.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un banco de pruebas de redes inalámbricas wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik para el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

### **1.8.2. Objetivos específicos**

- Diseñar un banco de pruebas mediante antenas Ubiquiti y Mikrotik.
- Realizar diez prácticas para recibir y analizar señales de redes inalámbricas wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik.
- Realizar un manual de práctica del funcionamiento de las antenas.
- Realizar prácticas de enlaces punto a punto, punto multipunto y WISP (ISP Inalámbrico).

- Realizar pruebas de enlace en el banco de pruebas.
- Desarrollar la guía de práctica de laboratorio para el docente y el alumno. La cantidad de práctica que se estiman para este banco son diez, enfocadas a la parte de Telecomunicaciones, reconocimiento de conexiones como PtP y PtmP, equipos y elementos de control.
- Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: Antenas, PoE, Router, switch, etc.
- Realizar las conexiones de los equipos para el análisis que intervendrán en el banco de prueba dinámico como son: transmisión y recepción de señales WIFI.

## **2. Fundamentos teóricos**

### **2.1. Redes inalámbricas**

En informática y telecomunicaciones, se define como red Inalámbrica a un tipo de conexión entre sistemas informáticos (es decir, entre ordenadores) que se realiza mediante diversas ondas del espectro electromagnético.

Es decir, es una conexión de nodo y no requiere ningún tipo de cableado ni equipo cableado, ya que la transmisión y recepción de la recolección de información se realiza por medio de puertos especializados. Este tipo de tecnología representa un gran salto con respecto a los métodos tradicionales. (Concepto de red, 2021)

La red inalámbrica permite que los diferentes dispositivos remotos que se encuentran en un determinado espacio se conecten sin problema, ya sea que estos dispositivos se encuentren a escasos metros o a varios kilómetros de distancia. Todos estos pueden pasar cables o instalar conectores sin desconectar la pared. Esto provoca que el manejo de la tecnología pase a ser popular y se extienda muy velozmente. (Salazar, 2021)

En una red inalámbrica, no existe una conexión física entre el remitente y el receptor de información a través de un cable, pero la red se encuentra conectada a través de diferentes ondas de radio o microondas para conservar la comunicación.

Esencialmente, consisten en AP (puntos de acceso inalámbricos) que se enlazan a la mayoría de los demás dispositivos inalámbricos que se encuentren en la red. El AP generalmente es un enrutador. (Redesinalambricas.es, 2021)

#### **2.1.1. Funcionamiento de las redes inalámbricas**

Podemos explicar el funcionamiento de conectar varios ordenadores a través de una red inalámbrica de la siguiente forma.

Las computadoras usan datos binarios, que es información codificada con 2 bits, 0 y 1, los datos binarios se codificarán (convertirán) en la frecuencia de ondas de radio y se enviarán a través de la antena.

La conversión de datos binarios en datos en forma de señales de radio se logra mediante una tarjeta llamada tarjeta Ethernet, que ha sido adoptada por casi todas las computadoras modernas.



Figura 2.1 Funcionamiento de las redes inalámbricas  
(Redesinalambricas.es, 2021)

La antena se conecta al puerto designado de la tarjeta Ethernet para enviar información, y el conector de puerto es del tipo RJ45. Una vez que los datos se envían a través de la antena como una señal de radio, la computadora receptora usará la antena para recogerlos y su tarjeta Ethernet decodificará la señal nuevamente en datos binarios para que la computadora receptora los entienda.

Tanto la computadora que envía la información como la computadora que recibe la información deben tener una antena receptora para la información y una tarjeta Ethernet para decodificar la señal de radio en datos binarios. También necesitamos instalar un programa en la computadora para gestionar el envío y recepción de la recolección de diferentes datos para otorgar información a través de la red. Ya podemos utilizar redes inalámbricas para enviar y recolectar información de manera inalámbrica sin necesidad de cables.

Si queremos conectar nuestra red u otras redes (como enlazarnos a el Internet), requerimos de un dispositivo llamado router inalámbrico. El router debe estar conectado a la nueva red a

la que queremos conectarnos. Suponiendo que es Internet, puede ser una conexión inalámbrica o por cable. Si queremos enviar información a otro dispositivo en otra red, la información llegará al router desde nuestra red, y lo que hace este dispositivo es recibir la información en ondas de radio por medio de su antena y codificarla en otros datos capaz de navegar por la red de conexión entre dos redes. Esta unión puede ser por cable o incluso también inalámbrica (Redesinalambricas.es, 2021).



Figura 2.2 Funcionamiento de las redes inalámbricas  
(Redesinalambricas.es, 2021)

### 2.1.2. ¿Qué se necesita para construir una red inalámbrica?

- Computadoras, teléfonos inteligentes, televisores, etc., que son los diferentes dispositivos que se pueden enlazar directamente a Internet.
- Dispositivos con capacidades de red inalámbrica: la mayoría de los dispositivos más nuevos de hoy tendrán capacidades inalámbricas integradas, ya sea 802.11b / g, 802.11b / g / n o incluso 802.11ac.
- Una tarjeta Ethernet que suele estar integrada en la mayoría de los ordenadores.
- Software que son utilizados para enviar datos y administrar la red.

- Si desea conectarse a Internet, también debe conectar el router inalámbrico o el punto de acceso al puerto de la tarjeta Ethernet de una de las computadoras (llamado servidor) a través de un conector tipo RJ 45 (Redesinalambricas.es, 2021).

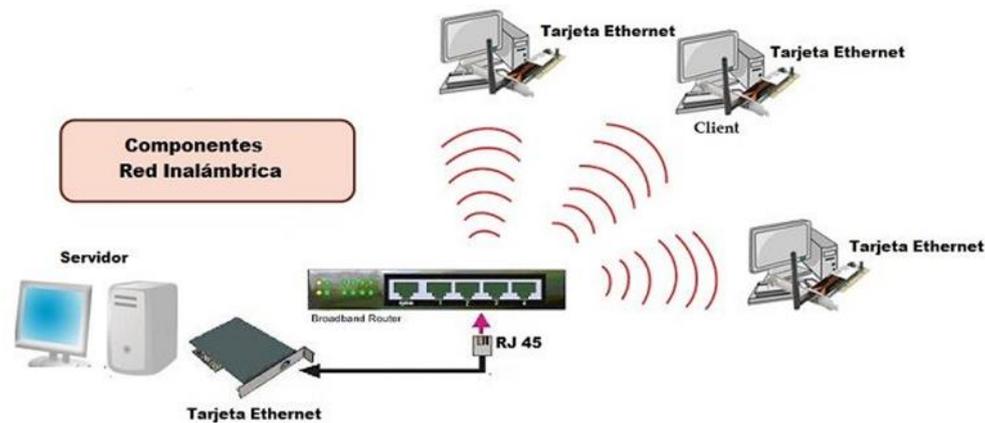


Figura 2.3 Construcción de una red inalámbrica  
(Redesinalambricas.es, 2021)

### 2.1.3. Modos de funcionamiento inalámbrico

El estándar IEEE 802.11 especifica dos tipos de funcionamiento: Modo de Infraestructura y Modo Ad Hoc.

Una gran parte de las redes funcionan en Modo Infraestructura porque así es como funcionan las redes Wi-Fi. La mayoría de los dispositivos de la red logran transmitirse a través de un único punto de acceso (generalmente un enrutador inalámbrico).

Por ejemplo, supongamos que tenemos dos computadoras portátiles una al lado de la otra y todas están conectadas a la misma red inalámbrica. Incluso si están muy cerca, no se comunican directamente entre sí, los dos portátiles se comunican indirectamente a través del mismo punto de acceso inalámbrico de la red a la que pertenecen.

Envían el paquete de datos a un único punto de acceso, que puede ser un router inalámbrico, y luego envían el paquete de datos a otra computadora portátil desde ese access point.

El Modo de Infraestructura requiere un punto de acceso central en el que se encuentran conectados la mayoría de los dispositivos. El Modo Ad Hoc también se denomina modo "punto a punto". Las redes Ad Hoc no requieren puntos de acceso centralizados.

A diferencia de los dispositivos en la red inalámbrica se conectan directamente entre sí.



Figura 2.4 Modos de funcionamiento inalámbrico  
(Redesinalambricas.es, 2021)

El modo de infraestructura es ideal si está configurando una red más permanente.

Los enrutadores inalámbricos que actúan como puntos de acceso suelen tener radios y antenas de mayor potencia, por lo que pueden cubrir un área más amplia. El modo Ad Hoc se usa generalmente para redes temporales (Redesinalambricas.es, 2021).

#### 2.1.4. Tipos de señales inalámbricas

Existen dos tipos de señales Wi-Fi, según la frecuencia que utilicen:

- **2,4 GHz:** es la frecuencia de la señal inalámbrica más utilizada, con la frecuencia de transmisión más baja. Muchos dispositivos lo utilizan, por lo que la señal puede

volverse más saturada e interferir entre sí. Puede atravesar paredes y ventanas muy bien.

- **5 GHz:** Esta tecnología de alta frecuencia la utilizan menos dispositivos y, en ocasiones, puede alcanzar velocidades más altas debido a la menor frecuencia de aglomeración. Pero no puede atravesar paredes y ventanas y señales de banda de 2,4 GHz, por lo que el rango de la tecnología de 5 GHz suele ser más corto. (Redesinalambricas.es, 2021)

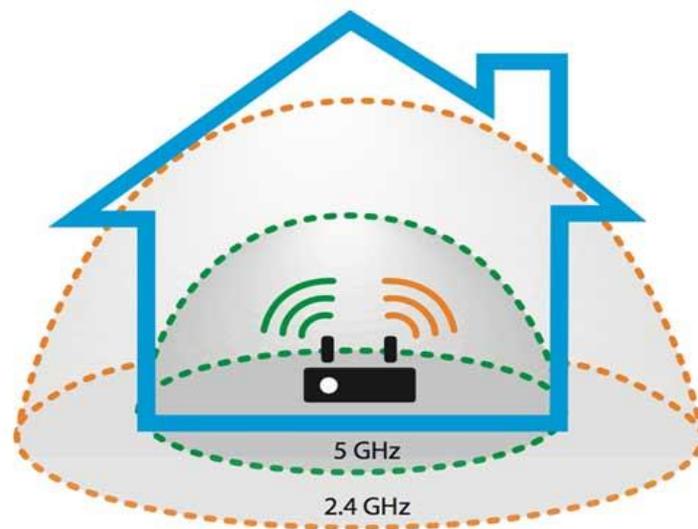


Figura 2.5 Tipos de señales  
(Comofriki.com, 2021)

### 2.1.5. Tipos de redes inalámbricas

Las redes inalámbricas se pueden clasificar según dos estándares diferentes:

Según su alcance: su clasificación es similar a las redes cableadas:

- **WPAN:** (Wireless Personal Area Network o Red Inalámbrica de Área Personal), Su alcance máximo es de 10 metros, por lo que se puede utilizar hasta para uno o dos usuarios juntos. Estos tipos de tecnologías incluyen Bluetooth, ZigBee, etc.

- **WLAN:** (Wireless Local Area Network o Red Inalámbrica de Área Local), Estándar de comunicación en el que se basa la tecnología Wifi, puede alcanzar mayores distancias basándose en repetidores y utilizar ondas de radio para interconectar varios tipos de dispositivos.
- **WMAN:** (Wireless Metropolitan Area Network o Red Inalámbrica de Área Metropolitana), esta red de larga distancia puede cubrir 20 kilómetros.
- **WWAN:** (Wireless Wide Area Network o Red Inalámbrica de Área Amplia), utiliza teléfonos móviles y tecnología de microondas para transmitir datos a largas distancias. Algunos de sus tipos de tecnologías son GPRS, EDGE, GSM, 3G, 4G o 5G.

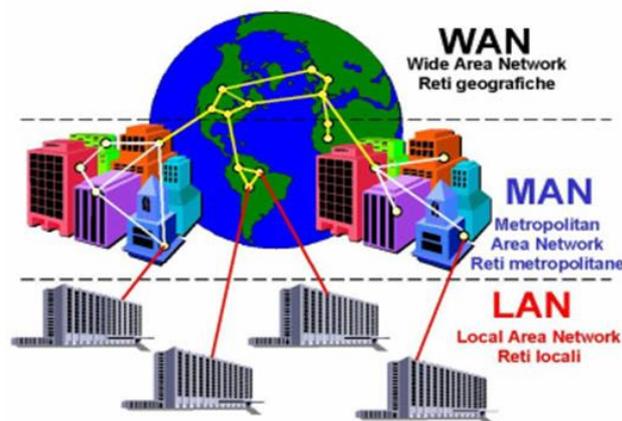


Figura 2.6 Redes inalámbricas según su alcance  
(Weebly.com, 2021)

Según su rango de frecuencia: según qué parte del espectro electromagnético utilizemos para transmitir, podemos distinguir:

- **Microondas terrestres:** Usando una antena parabólica con un diámetro de aproximadamente 3 metros, es posible transmitir señales de microondas en el rango de varios kilómetros con un rango de frecuencia de 1 a 300 GHz.

- **Microondas satelitales:** Opera basándose en el enlace entre dos o más estaciones base a través de la intermediación de satélites suspendidos en la atmósfera. Cada satélite tiene su propia banda de frecuencia específica, pero el alcance es mayor y la velocidad es mayor.
- **Infrarrojos:** Utiliza un modulador de luz infrarroja incoherente. Cuando se alinea directamente o se refleja en una superficie adecuada, el rango de velocidad de transmisión de los datos puede llegar a ser desde los 300 GHz a 384 THz. Sin embargo, no puede atravesar la pared.
- **Ondas de radio:** Utiliza ondas de varias frecuencias (AM, FM, HF, VHF, UHF, etc.) para transmitir y recibir señales de información. Puede lograr una alta eficiencia en una distancia corta incluso en la pared, pero pierde a lo largo que el receptor comienza a tener movimiento. (Concepto.de/red, 2021)



Figura 2.7 Redes Inalámbricas según su rango de frecuencia  
(Pinterest.com.mx, 2021)

### 2.1.6. Ventajas y desventajas

Las ventajas de las redes inalámbricas se pueden resumir en:

- **Ahorro de materiales:** Debido a que no se necesitan miles de metros de cableado y controladores de tierra, se puede intercambiar información.

- Comunicación más ágil: Porque es posible conectar piezas en movimiento o en lugares remotos a la red.
- Multiplicidad de conexiones: Porque varios dispositivos pueden cumplir con la misma señal inalámbrica al mismo tiempo.

Por otro lado, las redes inalámbricas cuentan con las siguientes desventajas:

- Necesitan mayor seguridad: Dado que la señal es incontrolable y gratuita, cualquiera puede contestarla.
- Son susceptibles a interferencias: De otras señales en el mismo canal de transmisión, o de ruido continuo de baja frecuencia, antenas, equipos de microondas o incluso ciertos tipos de metales.
- La transmisión es más complicada: Debido a la necesidad de dispositivos y equipos esenciales para controlar la transmisión, el equipo receptor necesita tener suficiente potencia para conseguir una señal constante y continua (Concepto.de/red, 2021).

## **2.2. Espectro radioeléctrico**

El espectro radioeléctrico es un medio físico a través del cual se pueden propagar las ondas electromagnéticas (OEM) que hacen posible las telecomunicaciones. Las frecuencias que componen este espectro soportan una amplia gama de usos comerciales, personales, industriales, científicos, médicos y culturales para uso público y privado, y cada vez son más significativos para el progreso económico y social del país.

El espectro radioeléctrico (ERE) es la base del campo de las comunicaciones inalámbricas. Es un recurso intangible, por lo que su definición puede resultar un poco complicada. Poder escuchar la radio, comunicarnos a través de las fronteras en unos pocos segundos, usar nuestros teléfonos inteligentes (o Smartphone) para responder correos electrónicos y otras acciones que muchas personas en el mundo hoy consideran rutinarias, todas requieren el espectro de radio. (ERE) para funcionar. El actual desarrollo tecnológico que nos rodea crece

a partir de este recurso, que se puede calificar de limitado, compartido y escaso (lie.fing.edu.uy, 2021).

La comunicación por radio es una comunicación inalámbrica que utiliza ondas de radiofrecuencia que constituyen el espectro de radiofrecuencia. Por ello, también se lo conoce como ondas de radio. Entre las comunicaciones por radio, los satélites se utilizan para comunicarse entre aviones, teléfonos móviles y entre radio (FM, AM y otras bandas de frecuencia) y TV.

Entre las dos transmisiones por estaciones de radio y televisión se denominan radiodifusión. Las estaciones de radiodifusión a su vez se denominan servicios de transmisión de sonido y por último las estaciones de televisión se denominan servicios de transmisión de televisión, sin embargo, generalmente los describimos a ellos como "radio" y "tele"(García, 2014).

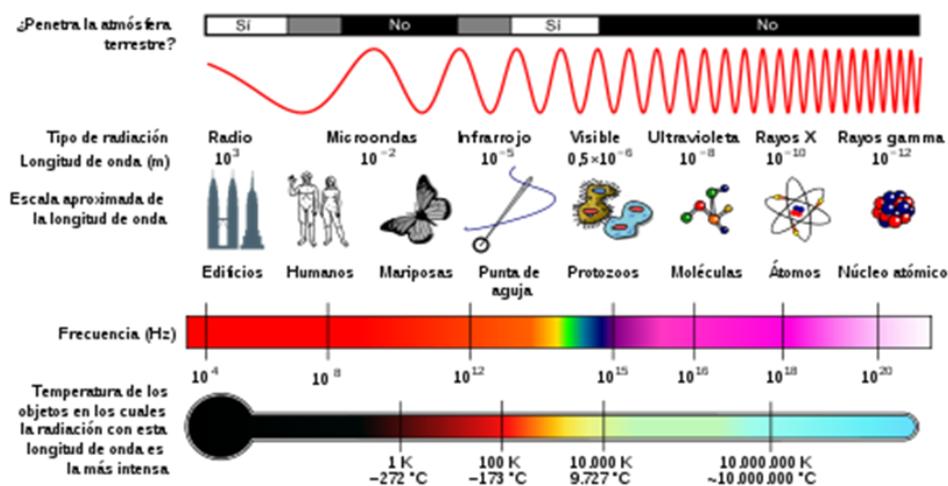


Figura 2.8 Espectro radioeléctrico

Fuente: (Educacion.es, 2021)

### 2.3. Propagación de las Ondas de Radio

El primordial descubrimiento de Hertz es que las ondas de radio logran "propagarse" de un punto a otro sin cables. Estudios posteriores ratificaron que se propagan de diferentes formas según la frecuencia o la longitud de onda. Por ejemplo, aquellos con frecuencias bajas no

seguirán la misma ruta que aquellos con frecuencias altas o muy altas. Estas ondas se dividen en tres formas de propagación:

### **2.3.1. Ondas terrestres o de superficie**

Estas ondas se adhieren parcialmente a la corteza y la superficie de la tierra. Debido a que está demasiado cerca del suelo, sus características afectan en gran medida su modo de propagación. Viajan incómodamente en suelos secos (como los desiertos) y viajan distancias más largas en terrenos húmedos porque proporciona una mejor conductividad.

### **2.3.2. Ondas reflejadas o ionosféricas**

Existen otras ondas que quieren escapar de la tierra y de la atmósfera. Pero se encuentran con una protección, donde esa misma capa se llama ionosfera. Por sus características, actúa como un espejo y las refleja devolviéndolas a la tierra. Pero las ondas rebeldes lo intentan de nuevo y se elevaron de nuevo, y la ionosfera las rebota. De esta manera, las ondas ionosféricas se propagan en el rango de 3 a 30 MHz. Son ondas cortas, y su uso principal es para estaciones de radio internacionales de largo alcance y radioaficionados.

La ionosfera se encuentra entre 60 y 400 kilómetros de la corteza terrestre. Dependiendo de la hora del día y las condiciones atmosféricas, sus características pueden cambiar drásticamente. Esto hace que esta comunicación por radio sea muy diferente según el tiempo dentro del año o la hora del día.

### **2.3.3. Ondas directas o espaciales**

Las ondas de alta frecuencia se propagan con longitudes de onda estrechamente pequeñas. Efectúan su marcha en línea recta "a simple vista". Una gran desventaja es cuando algo interfiere con la visión, asimismo debe interferir con las ondas. Suelen ser muy propensos a

los obstáculos. Inclusive la gran curvatura de la tierra puede provocar una pérdida de señal. (García, 2014)

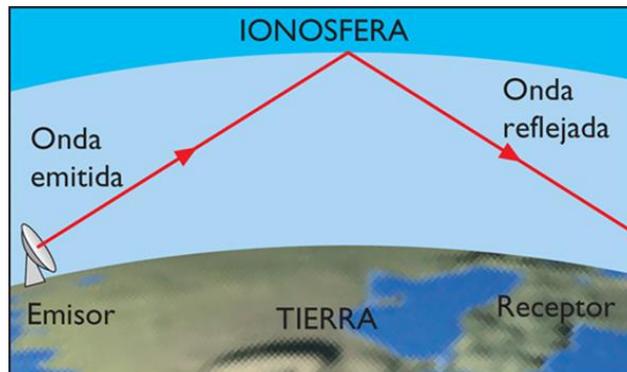


Figura 2.9 Propagación de las ondas de radio  
(Droides, 2021)

#### 2.3.4. Grupo de frecuencias

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) ha definido nueve grupos de diferentes frecuencias que se vinculan con las necesidades de cada servicio.

### 2.4. Uso del espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es utilizado para una gran cantidad de servicios. Es parte esencial del espectro electromagnético de 1 Hz a 3000 GHz y se usa para casi todos los tipos de comunicación moderna. Se asignan distintas partes del espectro radioeléctrico a diversas tecnologías y aplicaciones radioeléctricas.

#### 2.4.1. Asignación del ERE

Aunque existen grandes diferencias entre los diferentes países, los sistemas de comunicaciones móviles actuales logran acceder a un ancho de banda cerca de 400-1000

MHz de todo el espectro de radio dedicado. Básicamente, gran parte del espectro que puede ser realizable para la radiocomunicación móvil actual se ha determinado a distintos servicios de radiocomunicación. Por ejemplo, las ondas de radio están realmente muy atareadas.

El espectro determinado se reparte alrededor de la frecuencia entre 450 MHz y 3,6 GHz. También, cerca de 500 MHz de espectro compartido están disponibles para uso a corta distancia por parte de usuarios que no necesitan una licencia u obtener una licencia de control remoto. (Universidadviu.com, 2021)

#### **2.4.2. Necesidades futuras del ERE**

Por cada segundo se impulsa un nuevo contrato de banda ancha móvil, y el espectro de radio es un procedimiento indispensable para hacer frente a este enorme aumento del tráfico móvil. Los terminales conectados para el 2021 llegarán a ser más de 15 mil millones, entre dispositivos que enlazan unas máquinas con otras y aparatos electrónicos de consumo.

Comenzando el 2020, se requerirá espectro de radio adicional para resguardar el crecimiento esperado en la distribución de video móvil y el uso generalizado esperado de 5G, como servicios inteligentes con métodos de transporte conectados y TV en vivo. Control remoto ubicuo y a gran escala de máquinas pesadas y drones, cirugía remota o interrelación humana con el IOT (como monitorear o tocar Internet). (Universidadviu.com, 2021)

#### **2.5. Frecuencias de bandas no licenciadas**

Las bandas de frecuencia sin licencia o de uso gratuito son bandas de frecuencia que se pueden usar sin un permiso especial de la autoridad competente o la agencia reguladora de telecomunicaciones. Alrededor del mundo, 2,4 GHz y 5 GHz son las bandas de frecuencia de uso gratuito, existiendo cambios y limitaciones en varios países / regiones. Se sabe que dichas frecuencias han sido usadas por el estándar Wifi 802.11, y al ser gratuitas, podemos difundir puntos de acceso en hogares, oficinas, comercios, etc.

La frecuencia de 5 GHz también se emplea principalmente para diferentes aplicaciones, emitiendo un gran ancho de banda a una distancia que normalmente puede alcanzar a los 10 o 20 kilómetros, incluso puede ser mayor si se utilizan dispositivos y antenas adecuados. Las aplicaciones que generalmente utilizan enlaces de este tipo de frecuencias están: el acceso a Internet, la transmisión de video IP, la interconexión de oficinas, la sincronización de señales de tráfico e incluso movilidad de vehículos. (Comunicacionesinalambricashoy.com, 2016)



Figura 2.10 Frecuencias de bandas no licenciadas  
(Mialojamiento.es, 2021)

### 2.5.1. Principales características

La frecuencia suele ser independiente de la tecnología, es decir, los fabricantes suelen utilizar su independiente protocolo de transmisión, no obstante, para la frecuencia de banda ancha en exteriores a 5 GHz se emplean tecnologías muy semejantes con características similares. Enumero algunos de ellos a continuación:

- **Ancho del canal:** Es el ancho que se usa en Wifi, es el que más cambia porque no depende del estándar. Dado que la red está completamente controlada por el propietario, se puede utilizar diferentes tipos de ancho de canal el cual se puede utilizar y mezclar en diferentes enlaces. Si el canal es más grande, más información puede trasladar, pero también sufre más interrupciones. Si se emplea una tecnología estándar como Wi-Fi, el canal con el cual se transmite tiene que ser fijo, puesto que el propietario de la red no regula los dispositivos que se enlazan.

- **Tecnología TDD:** La gran parte de los fabricantes (si no en su mayoría todos los fabricantes que utilizan dicha frecuencia) emplean la división de tiempo, lo que quiere decir, poseen un solo transceptor, parte del tiempo envía y la otra parte recibe. Esto hace que el tiempo de espera sea un poco alto, de distribución de unos escasos milisegundos, lo cual también puede emplear el tiempo de transmisión de manera más eficiente y adaptar el tiempo de emisión a la cantidad de tráfico enviado o recibido.
- **Modulación:** Una vez más, la modulación suele ser estándar. Se pueden adaptar automáticamente varias posibles modulaciones de las condiciones del enlace. Las modulaciones más elevadas, como son 256QAM, nos proporcionan la propagación de más datos, pero siendo más susceptibles a las interferencias y las señales recibidas, lo cual lleva a que las modulaciones más elevadas simplemente funcionan en una distancia sumamente corta. Los distintos modos de modulación se adaptan automáticamente y se puede establecer un enlace estable a grandes velocidades posibles. En caso de deslices, perturbaciones o variaciones atmosféricas, la velocidad disminuirá transitoriamente.
- **Seguridad:** Es indispensablemente importante en la comunicación. Cualquier persona puede usar bandas sin licencia y siguen siendo seguras. Los fabricantes de dispositivos de radio deberían manejar protocolos de seguridad y componentes de cifrado para transmitir información.
- **Antena, tipo y cantidad:** Para ampliar la rapidez de transmisión, se utiliza una antena MIMO, que puede comunicar múltiples flujos de datos en el mismo canal. Lo que es más significativo es evitar interferencias cuando se utiliza la antena como indicador en la medida de lo posible. Las antenas direccionales receptan todos los canales que están emitiendo a los equipos cercanos. Con solo apuntar la antena al dispositivo que queremos recibir, se pueden evadir las interferencias, las retransmisiones y los errores en el enlace. Algunos dispositivos poseen dos antenas y dos radios, una para transmitir y otra para recibir, para que puedan obtener más ancho de banda. Lo cual tiene el costo de utilizar más frecuencias. Los dispositivos frecuentan funcionar con normalidad, pero es dificultoso conseguir dos frecuencias que trabajen regularmente sin interrupciones. Cuando se obtiene el resultado de ningún modo duplicará el ancho

de banda, porque la comunicación dual continuamente traerá otros tipos de inconvenientes, reduciendo así el ancho de banda.

- **Aplicaciones:** El rango de aplicación es muy amplio, desde la instalación segura con video IP, sensores de movimiento y alarmas, incluso la transferencia de datos y la conexión a Internet. Dependiendo de la aplicación y los requisitos, es conveniente utilizar dispositivos de alta disposición, de mejor calidad.

Mediante el empleo de bandas de frecuencia sin autorización, podemos transmitir de manera flexible información sobre nuestros proyectos y una gran abundancia de aplicaciones. Por consiguiente, al costo de control de esta tecnología y su acogimiento generalizada, se ha dado apertura a nuevos productos y nuevas aplicaciones que no consideran la transmisión por radio. En cuanto más dificultoso sea el invento, más compleja será su ejecución. Si las condiciones son las adecuadas, la transmisión de radio puede funcionar bien por primera vez, pero si la instalación es incorrecta o las condiciones no son buenas, es posible que necesite expertos y equipos avanzados para realizar la sintonización (Comunicacionesinalambricashoy.com, 2016).



Figura 2.11 Principales características de las frecuencias de bandas no licenciadas

(Comunicacionesinalambricashoy.com, 2016)

## 2.6. Antenas sectoriales

Las antenas sectoriales logran proporcionar una extensa apertura horizontal de 60° a 180°. Siendo ideales para proveer cobertura sectorial.

Asimismo, logramos usar un arreglo de 3 antenas para cubrir el plano horizontal de 360°, obteniendo así una mayor eficiencia que usando una sola antena omnidireccional. (Wifisafe.com, 2021)



Figura 2.12 Antenas sectoriales  
(Wifisafe.com, 2021)

### 2.6.1. Características

- Se utiliza para puntos de acceso y para servir enlaces de punto multipunto (PtmP).
- Por lo general, se puede usar polarización vertical, pero también están disponibles con polarización horizontal.
- La ganancia típica es de 10 a 19 dBi.
- Adecuado para áreas grandes con una densidad alta de conexiones.
- Ancho de haz horizontal aproximadamente entre 30-120°.
- En cuanto al ángulo de inclinación, debe instalarse con cuidado

- Algunas antenas sectoriales permiten el uso de reflectores para modificar el patrón de radiación

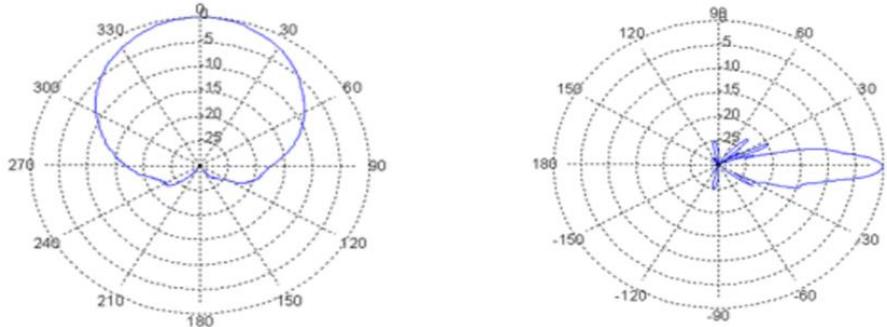


Figura 2.13 Modelo típico de radiación de una antena de sectorial  
(ltrainonline.org, 2021)

## 2.6.2. Aplicaciones

- Nos permite colocar múltiples puntos de acceso en una torre, proporcionando así más ancho de banda.
- Le permite aislar áreas de nivel superior Ruido de RF y puede separar enlaces de larga y corta distancia (estabilidad).



Figura 2.14 Antena sectorial  
(Zcmayoristas.com, 2021)

## 2.7. Antenas omnidireccionales

La antena omnidireccional se caracteriza porque, irradia potencia uniformemente en todas las direcciones.

La antena tiene una estructura teórica y se puede utilizar para determinar la ganancia de la antena. Otro uso es para determinar la potencia efectiva radiada en sistemas de radiofrecuencia, generalmente en transmisores y receptores de telecomunicaciones.

De hecho, las antenas omnidireccionales deben entenderse como aquellas antenas que suministran radiación uniforme en un único plano de referencia. Generalmente, el plano de radiación uniforme es un plano paralelo a la superficie.

Técnicamente, la ganancia de una antena es la eficiencia de la antena multiplicada por la directividad ( $D$ ), generalmente expresada en decibelios. (Okdiario.com, 2021)



Figura 2.15 Antenas omnidireccionales

(Okdiario.com, 2021)

### 2.7.1. Funcionamiento

- La antena omnidireccional está interconectada de forma remota con el equipo que transmite señales inalámbricas (Wifi / WLAN) y está ubicada en el área que necesita ser cubierta.

- Los teléfonos inteligentes, netbooks, laptops, PDA, tabletas y distintos dispositivos inalámbricos utilizan la conectividad proporcionada por las antenas omnidireccionales para solicitar acceso a los router inalámbricos (también conocidos como puntos de acceso).
- La antena omnidireccional se comporta como una ramificación pasiva de un terminal que difunde una red inalámbrica. Su función no es de amplificación importante y solo son usadas en situaciones en las que se requiere la transmisión de señales.
- La antena omnidireccional fue diseñada concretamente para enlazar a equipos con antenas móviles. De lo contrario, es imposible conectarse a ellos.
- La transmisión inalámbrica se basa en ondas de radio de una frecuencia específica. Pueden traspasar muros, aunque de le dificultan los obstáculos en el camino porque le hará perder su poder y reducir su cobertura.
- Además, tiene una base magnética, cuya base permite dejar fijo la antena sobre una superficie metálica. También hay un cable de señal, debido a este dispositivo, la señal se puede enviar mediante la antena y el conector del dispositivo que irradia las señales inalámbricas.
- Finalmente, incluye conectores que permiten la interconexión de cables de antena omnidireccionales con equipos que emite señales inalámbricas. (Okdiario.com, 2021)

### **2.7.2. Estándares, velocidad y frecuencia de la antena omnidireccional**

- **2.4 GHz:** La frecuencia por defecto más usada en la antena omnidireccional es en realidad compatible con todos los dispositivos inalámbricos y puede superar obstáculos fácilmente, pero es la frecuencia saturada actual y es susceptible a interrupciones.

- **5.0 GHz:** Consiente en generar velocidades de transmisión más altas y, siendo compatibles con equipos de nueva generación, no se han presentado saturaciones como es en el caso de la frecuencia de 2,5 GHz, sin embargo, supera obstáculos y posee un alcance relativamente corto.
- **Doble banda (2.4 G/ 5 G):** Un dispositivo compatible tanto con 2,4 GHz y 5GHz.

### 2.7.3. Características

- Actúa como una amplificación pasiva del equipo de la red inalámbrica de transmisión porque no posee una función de amplificación importante y solo se usa para la transmisión de señales.
- Está diseñado para conectar dispositivos con antenas móviles, porque de lo contrario no se pueden conectar.
- La tecnología de transmisión inalámbrica se basa en ondas de radio de una frecuencia específica, las cuales pueden penetrar paredes (sin embargo, entre cada obstáculo, la señal se debilitará y la cobertura se reducirá), por lo que la antena omnidireccional se coloca en la ubicación estratégica por motivos de redirección donde la señal no existe o es débil.
- Omnidireccional envía y recibe los paquetes de datos en todas direcciones y sentidos posibles.

### 2.7.4. Factor dBi en antenas omnidireccionales

Las características más significativas de una antena omnidireccional es la ganancia, que su unidad de medida es decibelios isotrópicos (dBi), lo que muestra que la señal está irradiando de alguna manera porque todos los puntos están cerca de la antena (sin obstáculos).,

recibiendo la misma amplitud de señal. En la actualidad, la unidad de medida está oscilando entre 4 dBi y 7 dBi (lo cual no significa que la potencia y el rango de la señal aumenten).

### 2.7.5. Partes que la componen

1. **Soporte de antena:** Estructura capaz de soportar la antena y se encarga de transmitir y recibir señales inalámbricas.
2. **Base magnética:** Es la que permite tener fija la antena en una superficie metálica.
3. **Cable de señal:** transmite señales que van desde la antena y hacia el conector del equipo de extensión de señal inalámbrica.
4. **Conector:** permite la interconexión de cables de antena omnidireccionales con equipos que distribuyen señales inalámbricas. (Informaticamoderna.com, 2021)

#### Partes de una antena InDoor

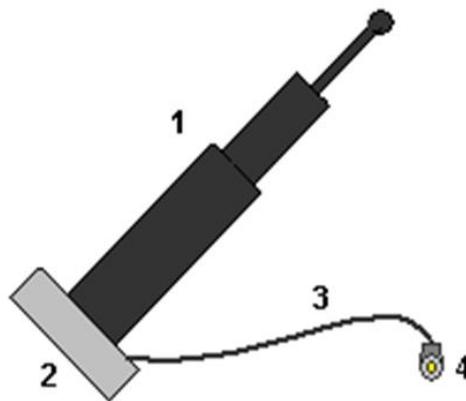


Figura 2.16 Partes de la antena omnidireccional  
(Informaticamoderna.com, 2021)

## 2.8. Parámetros de radiación de antenas

La antena se caracteriza por la siguiente serie de parámetros:

### 2.8.1. Diagrama de radiación

Representación gráfica que componen las características de radiación de la antena que cambian con la trayectoria. Según el patrón de radiación, se puede clasificar las clases de antena en general y concretar la directividad de las antenas. En el patrón de radiación, obtenemos delimitar un patrón de polos común para representar la radiación de la antena con la polaridad requerida y realizar una polarización cruzada del patrón de radiación con la polaridad opuesta.

Los patrones de radiación más destacados e importantes son:

- Dirección de apuntamiento: Es de las radiaciones más grandes. Direccionalidad y ganancia.
- Lóbulo principal: Es el límite angular alrededor de la máxima dirección de radiación.
- Lóbulo Secundario: Son la parte restante del máximo relativo, y su valor es menor que el del lóbulo principal.
- Ancho del haz: Este es el rango angular del patrón de radiación del haz en una dirección 3dB por debajo del valor final. Es decir, la dirección en la que reduce la potencia radiada lo cual se reduce a la mitad.
- Relación de adelante hacia atrás (FBR): Es el cociente entre el máximo total de radiación y el valor que existe en la misma dirección y en la dirección opuesta, en dB.

### **2.8.2. Ancho de banda**

Se lo conoce como el rango de frecuencia "satisfactorio" para el funcionamiento de la antena. Esto generalmente se obtiene entre puntos de potencia media, sin embargo, a veces se lo describe con cambios en la impedancia de entrada de la antena. Directividad:

La directividad (D) de una antena se conceptualiza como la relación que existe entre la intensidad de radiación de la antena en la dirección máxima y la intensidad de radiación de una antena isótropa que irradia con la misma potencia total.

### **2.8.3. Ganancia**

Se define como la conexión entre la densidad de potencia que irradia una cierta distancia en una dirección y la densidad de potencia que irradia la misma distancia desde una antena isométrica con la misma potencia de salida.

### **2.8.4. Eficiencia**

Se define como la relación que existe entre la ganancia y la directividad. Es complementado con la relación entre la potencia radiada y la potencia entregada a la antena.

### **2.8.5. Anchura de haz**

Siendo un parámetro de radiación y está relacionado con el diagrama de radiación. El ancho del haz se puede establecer en -3dB, es decir, el rango angular donde la densidad de potencia de radiación es semejante a la medianía de la máxima potencia (en la dirección de radiación principal). Asimismo, se define el ancho del haz entre los dos ceros adyacentes más grandes, donde cero es la separación angular del haz principal del patrón de radiación.

### **2.8.6. Impedancia de entrada**

Es la impedancia de la antena en sus terminales. Es la conexión entre el voltaje de entrada y la corriente. La impedancia es un dígito ininteligible. La porción real de la impedancia es llamada resistencia de la antena y la porción imaginaria es la reactancia. La resistencia de la antena es la sumatoria de la resistencia a la radiación y la resistencia a la pérdida. Cuando se cancela la reactancia de entrada, estas antenas se denominan resonancia.

### **2.8.7. Polarización**

La antena genera un campo electromagnético radiado. La polarización electromagnética se define como una cierta dirección, es decir, que cambia con el tiempo, siguiendo la geometría del extremo del vector de campo eléctrico. La polarización puede adoptar diferentes direcciones (horizontal, vertical, + 45°, -45°). La polarización circular o polarización elíptica puede estar a la derecha o la izquierda (derecha o izquierda), dependiendo de la dirección de rotación del campo magnético (observado lejos de la antena).

### **2.8.8. Relación delante/atrás**

Se define como la igualdad entre la potencia radiada máxima en la dirección geométrica y la potencia radiada en la dirección opuesta.

Cuando esta conexión se refleja en un gráfico escalado en dB, la relación F/B (delantera/trasera) se refleja en la diferencia en dB entre el nivel de radiación máximo y el nivel de radiación de 180 grados. Es particularmente valioso cuando la interrupción hacia atrás es fundamental para elegir qué antena usar.

### 2.8.9. Resistencia de radiación

Se provee energía a la antena, una parte de la antena irradiará y la otra parte se convertirá en combustión a través de la disipación de calor. Cuando se trata de resistencia a la radiación, hay que tener en cuenta que es difícil medirlo directamente.

Si llegamos a reemplazar la antena con una resistencia de radiación, la antena podrá hacer su trabajo, es decir, disipar exactamente la misma potencia que irradia la antena. La resistencia a la radiación es muy semejante a la relación de la potencia de radiación de la antena fragmentada por el cuadrado de su corriente de punto de alimentación.

$$R_r = \frac{P}{i^2}$$

Siendo:

- $R_r$  es la resistencia de radiación medida en Ohms
- $P$  es la potencia radiada por la antena medida en Watts
- $i$  es la corriente de la antena en el punto de alimentación medida en Amperes

### 2.9. Zona de Fresnel

La zona de Fresnel es denominada volumen de espacio entre el transmisor y el receptor de ondas electromagnéticas, ondas electromagnéticas, etc. Por tanto, el desplazamiento de fase de las ondas no superará los 180°.

Por tanto, para los rayos que conectan el transmisor y el receptor en línea recta, aparece una fase mínima. Fije el valor de fase a cero, y la zona inicial de Fresnel se extenderá hasta que se alcance una fase de los 180°, en forma de esferoide. La segunda área puede cubrir un cambio de fase de hasta 360° y es el segundo elipsoide que abarca la primera área. La zona

superior se obtiene de la misma forma. Se considera que el obstáculo máximo permitido sin obstáculos es el 40% de la zona inicial de Fresnel.

Lo máximo de la tasa de bloqueo que se recomienda es del 20%. Para la comunicación por radio, para depender del factor K (conocido como curvatura de la tierra), se considera que para  $K = 4/3$ , la zona inicial de Fresnel debe estar 100% despejada, y para  $K = 2/3$ , debe estar despejada en un 60%. de la zona inicial de Fresnel (Mundotelecomunicaciones.com, 2021).

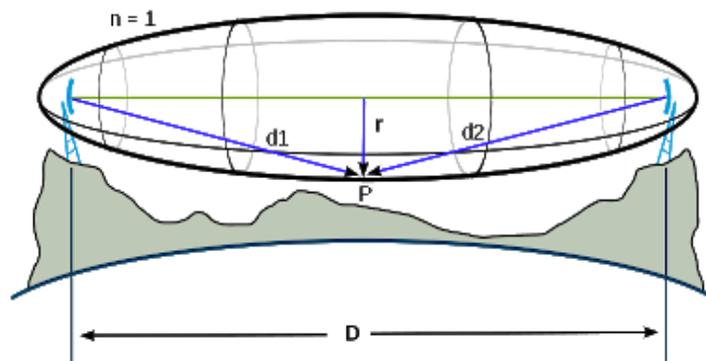


Figura 2.17 Zona de Fresnel

Fuente: (Mundotelecomunicaciones.com, 2021)

Para establecer la zona de Fresnel, lo primero que se realiza es determinar la visión de la línea de RF, lo cual es solo una línea recta que conecta el foco de la antena transmisora y la antena receptora. El método general para calcular la zona de Fresnel es:

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

Donde:

- $r_n$  equivale al radio de la  $n$ -ésima zona de Fresnel medido en metros.
- $d_1$  equivale a la distancia desde el transmisor al objeto medido en metros.

- $d_2$  equivale a la distancia desde el objeto al receptor medido en metros.
- $\lambda$  es longitud de onda de la señal transmitida medido en metros.

Empleando este método, asumiendo que dos objetos están ubicados en el punto central, conociendo la distancia que existe entre las dos antenas y la frecuencia de sus señales transmitidas, se puede obtener el radio de la primera zona de Fresnel ( $r_1$  en la fórmula anterior). En unidades SI:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Donde:

- $r_1$  es el radio medido en metros.
- $D$  es la distancia medida en kilómetros.
- $f$  es la frecuencia de la transmisión en Gigahercios.

### 2.9.1. Generalidades

- La zona de Fresnel es una de una serie de regiones elípticas concéntricas de gran diámetro polar entre y alrededor de la antena transmisora y el sistema de antena receptora.
- Se utiliza para comprender y calcular el concepto de fuerza de propagación de ondas entre transmisor y receptor.
- La primera área es el espacio elíptico a través del cual pasa la señal de la línea de visión.

- La segunda área rodea la primera área, pero no incluye la primera área. En este caso, la forma de onda capturada por el receptor estará desfasada más de  $90^\circ$ , pero menos de  $270^\circ$ .
- La tercera área rodea la segunda área, y la onda desviada capturada por el receptor tendrá un efecto similar al de la onda de la primera área. La onda sinusoidal tendrá un cambio de fase superior a  $270^\circ$ , pero inferior a  $450^\circ$  (idealmente un cambio de fase de  $360^\circ$ ) (Covarrubias, 2021).

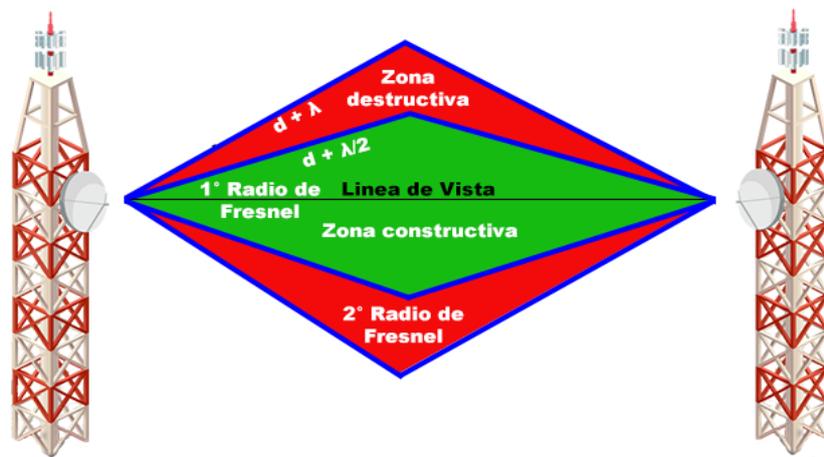


Figura 2.18 Generalidades de la zona de Fresnel

(Todotelco.com, 2021)

## 2.10. Parámetros de un radioenlace

- $P_t$  (dBm) es la potencia de transmisión medidos en decibelios-milivatio
- $L_{tt}$   $L_{tr}$  (dB) son las pérdidas en los acopladores (transmisor y receptor) medidos en decibelios.
- $G_t$   $G_r$  (dB)son las ganancias de las antenas medidos en decibelios.

- $L_b$  (dB) es la pérdida básica de propagación medidos en decibelios.
- $P_r$  (dBm) es la potencia recibida en la entrada del receptor medidos en decibelios-milivatio.

Balance del enlace:  $P_r$  (dBm) =  $P_t$  (dBm) -  $L_{tt}$ (dB) +  $G_t$  (dB) -  $L_b$  (dB) +  $G_r$  (dB) -  $L_{tr}$ (dB)

Si varía  $L_b$  también varía la potencia recibida (desvanecimientos). Uso del control automático de ganancia.

- $F_r$  (dB): Factor de ruido del receptor.
- $n_0$  (W/Hz): Densidad espectral de ruido.

En la entrada del receptor la densidad espectral de ruido equivalente es:  $n_0 = k \cdot T_0 \cdot f_r$ , siendo:

- $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  W/(Hz K) Constante de Boltzmann
- $T_0 = 290$  K Temperatura de referencia.

En unidades logarítmicas  $kT_0 = -174$  dBm/Hz.

- $P_{eb}$ : Probabilidad de error en un bit. Normalmente se obtiene en función de  $E_b / N_0$  o bien de C/N.
- $e_b$ : Energía recibida por bit. Producto de la potencia recibida por el periodo de bit;  $e_b = p_r \cdot T_b$
- $c$ : Potencia de señal. Equivale a  $p_r$  si el punto de medida es el mismo.
- $n$ : Potencia total de ruido. Se obtiene como  $n_0 \cdot BT$ .

- B<sub>T</sub>: Ancho de banda de transmisión.

### 2.11. Ecuación del radioenlace

Al calcular el radioenlace, se debe considerar que es un cálculo teórico, por lo que puede estar sesgado debido a la influencia de muchos factores (por ejemplo, apuntamiento de antena, reflexión, interferencia dañina, etc.). Este proceso es útil en la fase de diseño inicial del enlace inalámbrico, pero en la siguiente fase de instalación, es necesario realizar las inspecciones, mediciones y ajustes adecuados para asegurar el funcionamiento normal del sistema.

Aunque este valor depende de la distancia, la frecuencia y el tipo de sistema, generalmente está diseñado para permitir que el enlace de radio obtenga un margen de pérdida de aproximadamente 5-6 dB (Ecured.cu, 2021a).

Teniendo en cuenta la curvatura de la tierra, la forma de diseñar enlaces de radio terrestres es tener condiciones de visibilidad directa en cada tramo. Hay cuatro influencias y significados relacionados en la transmisión de señales de radio (Coimbraweb.com, 2021).

1. Pérdida en el espacio libre: El comando de radio malgasta potencia inclusive cuando está en línea recta, porque se extiende sobre un área más grande del espacio cuando está lejos del transmisor.
2. Zonas de Fresnel: Las ondas de radio se propagan mediante grandes áreas con forma de cigarro, no solo en líneas rectas.
3. Línea de vista: La exposición de ondas de radio varía de la definición de luz.
4. Multitrayectoria: Las ondas de radio encuentran varias formas de llegar al receptor.

## 2.12. Pérdida en el espacio libre

La onda de radio disminuye su potencia incluso en cuando trabaja en línea recta, debido a que la onda de radio está lejos del transmisor, se propagará en un área espacial más grande.

La pérdida de espacio libre (Lfs) es capaz de medir la dispersión de energía de la energía del espacio libre sin obstrucciones en el espacio libre sin obstrucciones.

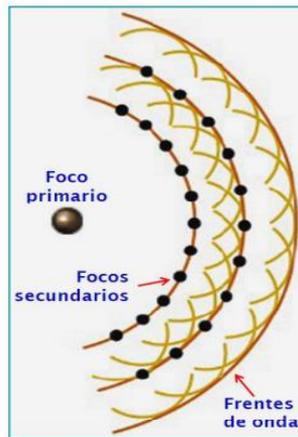


Figura 2.19 Pérdida en el espacio libre  
(Coimbraweb.com, 2021)

### 2.12.1. Cálculo de Lfs

En primer lugar, se determina la potencia de atenuación acogida en el radioenlace, es necesario considerar la antena transmisora y la antena receptora y el espacio que las aleja, para obtener la ecuación de transmisión de Friis en el espacio libre.

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{G_T G_R \lambda^2}{16 \pi^2 r^2} \quad L_{f_s}(dB) = 10 \log \frac{P_T [w]}{P_R(\omega)}$$

- $P_R$  es la potencia recibida medido en watts.
- $P_T$  es la potencia transmitida medido en watts.

- $G_T$  es la ganancia de la antena transmisora.
- $G_R$  es la ganancia de la antena receptora.
- $\lambda$  es la longitud de onda, medidas en metros
- $r$  es la distancia radial entre antenas medidas en metros

### 2.12.2. Cálculo de pérdida

$$L_{fs}(dB) = 10 \log \frac{P_T [w]}{P_R(\omega)}$$

$$L_{fs}(dB) = 92,4 + 20 \log r (km) + 20 \log f (GHz) - G_T (dBi) - G_R (dBi)$$

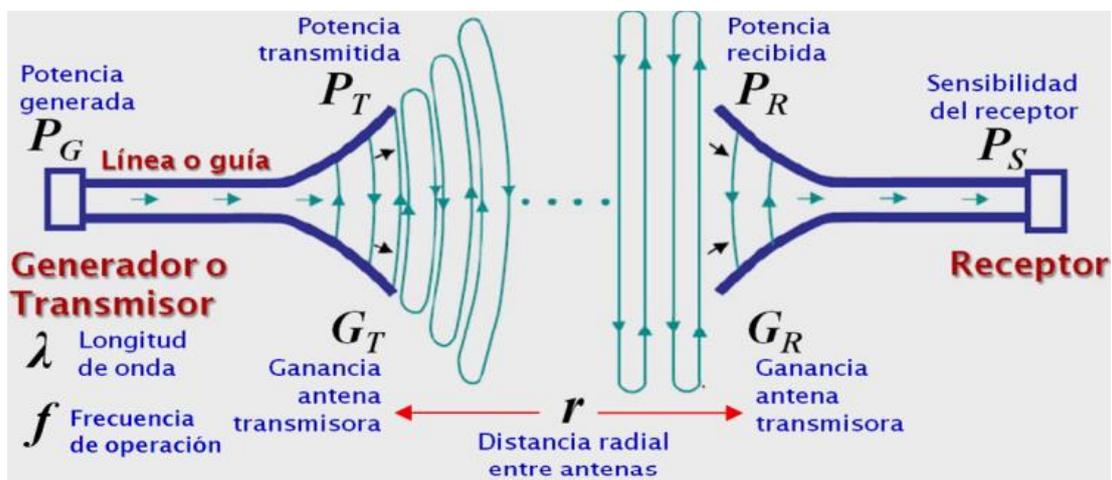


Figura 2.20 Cálculo de pérdida  
(Coimbraweb.com, 2021)

### 2.12.3. Zonas de Fresnel

Según Huygens, los puntos que no encuentran en dirección de los ejes que existen entre A y B, sino que también radian hacia la potencia de B, lo que quiere decir, las ondas viajan de forma elipsoide en forma de resolución.

Esta es la Zona de Fresnel.

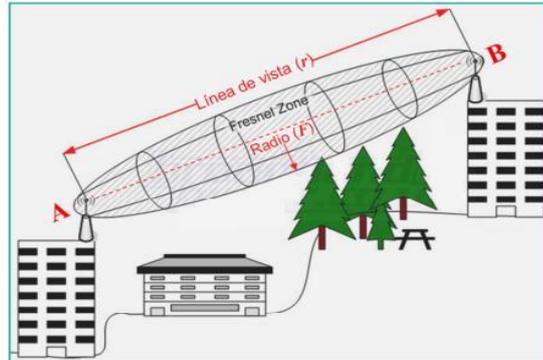


Figura 2.21 Zonas de Fresnel  
(Coimbraweb.com, 2021)

La teoría de Huygens-Fresnel prueba que si la etapa en el camino exacto es  $0^\circ$ , la inicial región se extenderá hasta que la etapa alcance  $180^\circ$  ( $\lambda / 2$ ), y la segunda región alcanzará  $360^\circ$  ( $\lambda$ ), y La primera área cubrirá hasta que la etapa llega a  $180$  ( $\lambda / 2$ ), la segunda área llegue hasta  $360$  ( $\lambda$ ), y es el segundo elipsoide que abarca el primero.

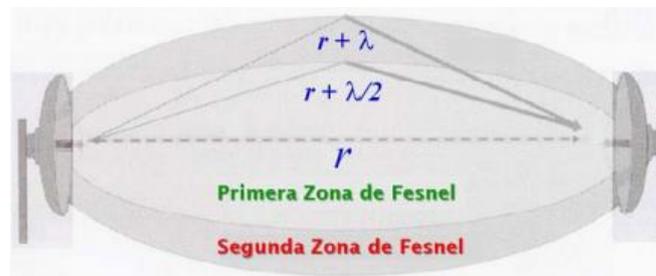


Figura 2.22 Zona de Fresnel  
(Coimbraweb.com, 2021)

#### 2.12.4. Primera zona de Fresnel

Se utiliza el radio  $F_1$  de cualquier zona del elipsoide de la zona inicial de Fresnel. La fórmula es la siguiente:

$$F_1(m) = 17,32 \sqrt{\frac{r_1(km) r_2(km)}{r(km) f(GHz)}}$$

- $F_1$  es el radio de la primera zona de Fresnel medido en metros.
- $r_1, r_2$  es la distancia de las antenas al obstáculo medido en kilómetros.
- $r$  es la distancia entre antenas medido en kilómetros.
- $f$  es la frecuencia de operación del sistema medidos en gigahertz.

#### 2.12.5. Línea de vista

La luz visible tiene para la vista un significado sencillo de entender y demostrar, pero en el caso de los enlaces de radio, las cosas se complican más porque no son visibles.

Por lo general, debe existir una línea de visión (óptica), la distancia máxima es limitada A través de la curvatura de la tierra. Además, debe haber un "pequeño espacio aproximado", Definido por la zona de Fresnel.

Se considera la altura de la antena que se transmite la señal y la geometría de la tierra, obteniendo lo siguiente:



Figura 2.23 Línea de vista  
(Coimbraweb.com, 2021)

Al horizonte óptico:

$$r_1(km) = 3,57\sqrt{h_1(m)}$$

Al horizonte de radio:

$$r_1(km) = 3,57\sqrt{Kh_1(m)}$$

- $r_1$  es la distancia del transmisor al horizonte medido en kilómetros.
- $h_1$  es la altura de la antena transmisora medido en metros.
- $k = \frac{4}{3}$  es el factor de corrección.

#### 2.12.6. Alcance de un radioenlace

Al incluir la altura de la antena receptora en el cálculo, la distancia se puede derivar. La distancia máxima que existe entre el transmisor y el receptor en un terreno plano.

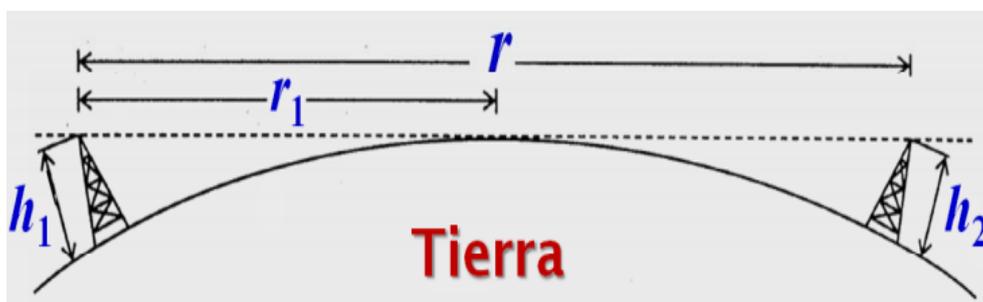


Figura 2.24 Alcance de un radioenlace  
(Coimbraweb.com, 2021)

$$r_1(km) = 3,57\sqrt{h_1(m)}$$

$$r(km) = r_1(km) + r_2(km)$$

$$r(km) = \sqrt{17h_1(m)} + \sqrt{17h_2(m)}$$

Donde:

- $r$  es la distancia máxima entre antenas medida en kilómetros.
- $h_1$  es la altura de la antena transmisora medido en metros.
- $h_2$  es la altura de la antena receptora medida en metros.

### 2.12.7. Multitrayectoria

Las ondas de radio pueden alcanzar A través de múltiples receptores La trayectoria del reflejo. Los Retrasos, interferencias y Modificación parcial de la señal puede causar problemas de recepción.(Coimbraweb.com, 2021)

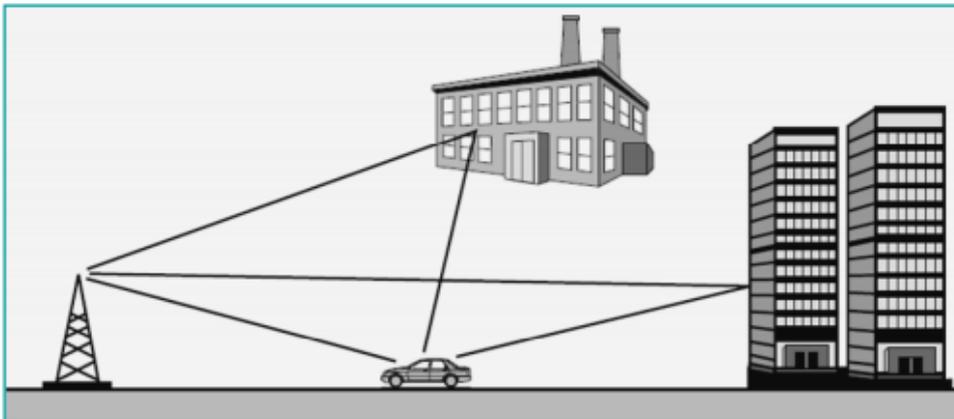


Figura 2.25 Multitrayectoria  
(Coimbraweb.com, 2021)

### 2.13. Modo de propagación en el espacio libre

En el espacio libre, la energía irradiada por la antena omnidireccional se extenderá a toda el área de la esfera.

Cuando existe una línea de visión clara entre el transmisor y el receptor, se suele utilizar un modelo de propagación en el espacio libre el cual predice la intensidad que es capaz de emitir de la señal.

Como la mayoría que la potencia recibida se atenuará a medida que la distancia entre el transmisor y el receptor aumente hasta una cierta separación de potencia. (bibing.us.es, 2021)

La distancia de transmisión  $d$  viene dada por la ecuación de Friis:

$$P_r(d) = \frac{p_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

Donde:

- $p_r(d)$  siendo la potencia recibida; la cual es función de la separación T-R (transmisor receptor)
- $p_t$  siendo la potencia transmitida
- $G_t$  siendo la ganancia de antena transmisora
- $G_r$  siendo la ganancia de la antena receptora
- $\lambda$  siendo la longitud de onda en metros
- $d$  siendo la distancia de separación de T-R en metros
- $L$  siendo las pérdidas del sistema no achacables a la propagación

La Fórmula de la ganancia de la antena es la siguiente:

$$P_r(d) = \frac{(4\pi)^2 A_e}{\lambda^2}$$

La apertura efectiva ( $A_e$ ) está relacionada con la dimensión física de la antena y con la frecuencia de la portadora mediante la siguiente formula:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega_c}$$

Donde  $f$  es la frecuencia de la portadora medido en hertzios, y  $\omega_c$  es la frecuencia de una portadora medido en radianes por segundo,  $c$  es la velocidad de la luz dado en metros por segundo.

Los valores de  $P_t$  y  $P_r$  se expresarán en la misma unidad, mientras que  $G_t$  y  $G_r$

La pérdida de ruta indica la cantidad de atenuación de la señal. Valor positivo, en decibelios, y definido como la separación entre la potencia radiada Eficaz y gana potencia. Puede incluir o no incluir el resultado de ganancia de la antena. Son cantidades adimensionales.

La pérdida  $L$  generalmente se debe a la atenuación. Línea de transmisión, pérdida de filtro y pérdida de antena Sistema de comunicación. Cuando  $L = 1$ , simboliza que no existe pérdida en el sistema.

La pérdida de ruta indica la cantidad de atenuación de la señal. Valor positivo, en decibelios, y definido como la separación entre la potencia radiada Eficaz y gana potencia. Puede incluir o no incluir el resultado de ganancia de la antena; la ecuación es la siguiente:

$$PL = 10 \log\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = -10 \log\left(\frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi^2)d^2}\right)$$

Cuando la ganancia de las antenas es rechazada, se obtiene que contiene una ganancia unitaria y la ecuación pasa a ser:

$$PL = 10 \log\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = -10 \log\left(\frac{\lambda^2}{(4\pi^2)d^2}\right)$$

La ecuación de Friis demuestra que la potencia de la señal que se recibe se atenúa según el cuadrado del trayecto que existe entre el transmisor y el receptor, lo que significa que se reduce en 20 dB / década.

Al conocer la potencia recibida a la distancia de referencia  $d_0$ , se puede usar la fórmula siguiente que sirve para evaluar la potencia recibida a una cierta trayectoria Más lejano:

$$P_r(d) = P_r(d_0) + 20 \log\left(\frac{d_0}{d}\right)$$

La ecuación siguiente se expresa como la perdida de trayecto:

$$PL(d) = PL(d_0) + 20 \log\left(\frac{d_0}{d}\right) (PLFS)$$

La ecuación de Friis es simplemente válida para la predicción de  $P_r$  conocida como el valor  $d$  de la superficie lejano de la antena transmisora. El área de Fraunhofer de la antena transmisora se explica como el recorrido que excede la distancia  $d_f$ , que está relacionada con el tamaño máximo de la apertura numérica de la antena transmisora y la longitud de onda de la portadora. La fórmula para calcular la distancia Fraunhofer es:

$$d_f = \frac{2D^2}{\lambda}$$

donde  $D$  equivale a la dimensión física mayor de la antena.(bibing.us.es, 2021)

## 2.14. Radioenlace punto a punto

Un radioenlace (también conocido como servicio fijo) es un medio de comunicación entre puntos que se encuentran fijos en la superficie de la tierra que permite la conexión mediante

ondas electromagnéticas entre dispositivos de telecomunicaciones, lo que tiene muchas ventajas.

Se trata de un medio muy seguro cuyo rendimiento es lograr satisfacer las limitaciones de la infinidad de los proyectos con requisitos de larga distancia, evitando así el alto coste de instalación de cualquier medio de arranque.



Figura 2.26 Radioenlace punto a punto  
(Alora-soluciones.es, 2021)

Estos enlaces de radio realizan una transmisión full-dúplex con duplexación de frecuencia. Lo que quiere decir, envían dos superposiciones moduladas al mismo tiempo, una para enviar y una distinta para recibir, y utilizan el espectro electromagnético entre 6 GHz y 86 GHz.

Dado a que debe ubicarse en una posición más alta, es fundamental saber la topografía del área, la altura y la colocación de los obstáculos que puedan encontrarse en el camino.

En comparación con otros sistemas cableados, los enlaces de radio tienen algunas ventajas, como:

- El monto de la inversión es bajo.
- Instalación instantánea y simple.
- Exceden las irregularidades del terreno y otorgan cambiar la posición del transceptor.

Uno de los factores a considerar es las anomalías atmosféricas, porque al operar a frecuencias de microondas, la lluvia y otros hidrometeoros afectarán la dispersión de ondas electromagnéticas. Por ello, a la hora de diseñar un sistema, debemos estudiar a fondo la atenuación que provocan estos fenómenos.

Si desea aprovechar los servicios proporcionados por el enlace de radio, asegúrese de cooperar con una empresa profesional en el campo (por ejemplo, Ceragon Networks, el fabricante líder mundial que se especializa en enlaces de radio con licencia).



Figura 2.27 Ceragon Networks  
(Alora-soluciones.es, 2021)

Los productos de Ceragon Networks brindan servicios de video, voz y datos confiables y de alta calidad con las capacidades de transmisión necesarias. Además, en comparación con la arquitectura tradicional, permite el uso de bandas de frecuencia más altas, aumenta la capacidad, aumenta el tramo de distancia y reduce el tamaño de la antena. Permitiendo reducir enormemente la inversión en gastos de capital y gastos operativos.(Alora-soluciones.es, 2021).

### **2.15. Radioenlaces punto a multipunto**

En el enlace punto a multipunto, existe una parte central que es capaz de comunicarse con una gran variedad de otros puntos remotos. Por lo general, significa que la transmisión es solo

entre el punto central y el punto remoto, y apunte desde ellos al punto central; no existe comunicación entre mandos a distancia.

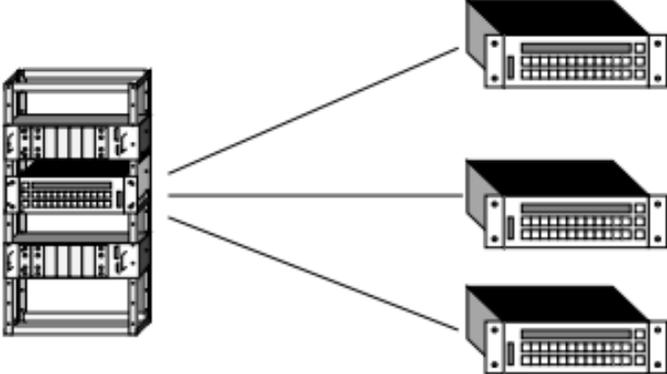


Figura 2.28 Radioenlaces punto a multipunto  
(Cika.com, 2021)

Esta topología suele implicar una comunicación semidúplex, aunque en algunos casos se suele utilizar un enlace desde un punto central al resto de los sitios remotos y se utiliza una conexión diferente y compartida por los sitios remotos, por lo que el sitio central y los sitios remotos pueden hablar al mismo tiempo.

**2.15.1. Multidrop**

El término multipunto se aplica a enlaces unidireccionales, donde El transmisor es capaz de comunicarse con varios receptores que están a lo largo de él.

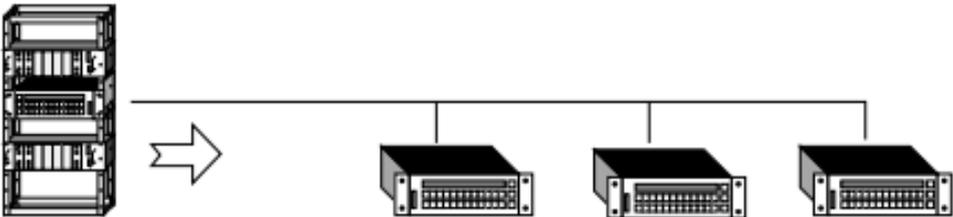


Figura 2.29 Multidrop  
(Cika.com, 2021)

### 2.15.2. Multipunto

El término "multipunto" se aplica a conexiones que conectan múltiples elementos al mismo medio para que puedan verse si es necesario, por ejemplo, buses RS-485 o Ethernet con cables coaxiales. La diferencia fundamental de la transmisión multipunto es que cada elemento se puede recibir y enviar, es decir, hay múltiples transmisores conectados en el medio.

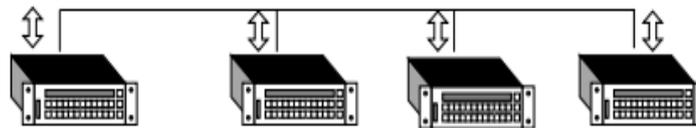


Figura 2.30 Multipunto  
(Cika.com, 2021)

Las conexiones multipunto suelen tener capacidad de difusión física, es decir, todos los elementos pueden ser alcanzados por un mensaje (Cika.com, 2021).

### 2.16. Elementos para un radioenlace

La base del enlace de radio es la transmisión de la comunicación a través de ondas de radio que permite que los datos se transmitan entre dos ubicaciones que están a varios metros o decenas de kilómetros de distancia.

El sistema de radioenlace consta de 4 elementos esenciales:

- Un transmisor
- Un receptor
- Dos líneas de transmisión

- Dos antenas

El transmisor es capaz de generar una señal de microondas de cierta frecuencia y potencia, la modula y luego la introduce en una línea de transmisión (generalmente un cable coaxial), logra a la antena y luego transmite la señal al espacio libre.

El receptor de la antena es apuntado al transmisor el cual recolecta la energía de la señal emitida y luego la transmite por medio de la línea de transmisión conectada al receptor, donde demodula y procesa el receptor para interpretar la información.

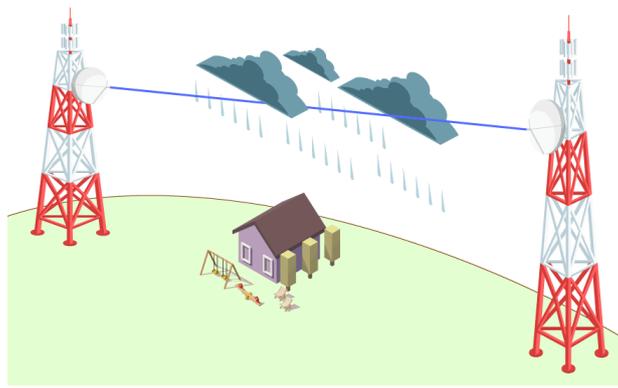


Figura 2.31 Elementos para un radioenlace  
(Medium.com, 2021)

La distancia de trabajo depende de la frecuencia, el tamaño de la antena y la capacidad del enlace que existe en la antena. En un enlace de radio de alto rendimiento, debe haber una línea de visión clara (línea de visión) entre las dos antenas para que se pueda establecer la comunicación.

Si la frecuencia es mayor, mayor será la dimensión de transportar datos, y menor es el será tamaño de la antena que se requiera, pero cuanto se necesite más energía, será malo el alcance.(Medium.com, 2021)

### 2.16.1. Mástil

Es de estructura pequeña, fácil de instalar y de costo bajo, por lo que son una gran elección para la instalación en zonas altas, como el techo de un edificio; debe Utilizado para cargas medias, reduciendo así el número de antenas.(Gob.mx/cms, 2021)

### 2.16.2. Clasificación

- **Mástiles arriostrados:** su estabilidad también depende del contrapeso aplicado por la pluma La base resulta de los cables (soportes) conectados a mástiles de diferentes alturas.

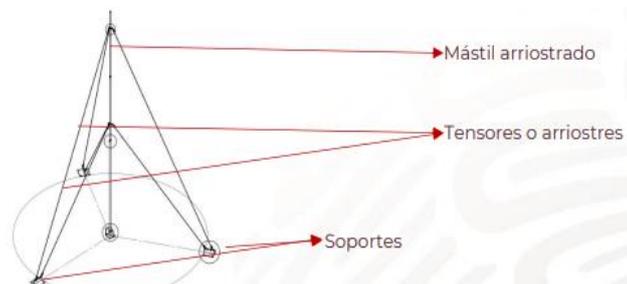


Figura 2.32 Mástil arriostrados  
(Gob.mx/cms, 2021)

- **Mástiles apuntalados:** Dependen de la base del mástil, también su estabilidad está bien proporcionada por materiales resistentes que soportan distintas alturas de mástil. Estos La estructura varía de 7 a 18 metros.



Figura 2.33 Mástil apuntalado  
(Gob.mx/cms, 2021)

- **Mástil autosoportados:** La estabilidad que tiene es aplicado por el contrapeso de su base. La altura del mástil (ningún tipo de anclaje debe proporcionar estabilidad o estabilidad parcial) Mecánica, química o cola).

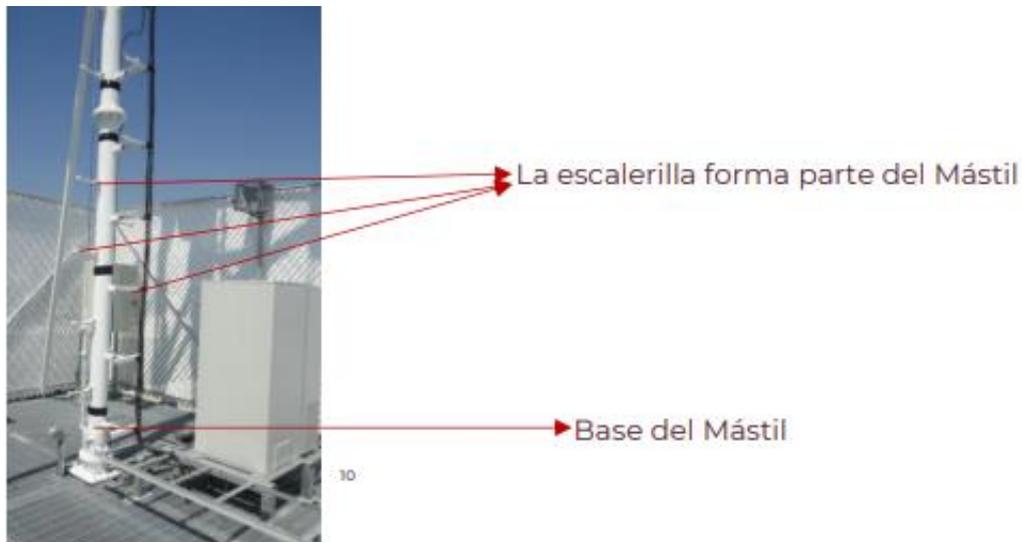


Figura 2.34 Mástil autosoportados  
(Gov.mx/cms, 2021)

Es importante que estos diseños mexicanos estén firmados por expertos. Generalmente llamado DRO y /o experto estructural, puede garantizar la seguridad y conformidad del diseño. La torre que se va a construir.(Gov.mx/cms, 2021)

### 2.17. Cable UTP CAT 6 para exteriores

El cable de datos para exteriores UTPCAT6 es un cable de categoría 6 que consta de un conductor de cobre interno, una fuerte capa de aislamiento de polietileno de alta densidad y una cubierta negra de HDPE.

El cable de datos es muy adecuado para la instalación al aire libre de la red de datos de alta velocidad, como la conexión a Internet, la instalación de la cámara de vigilancia balums y el sistema de control de acceso de video y guarda de puerta, porque su capa protectora de PE puede evitar el mal tiempo.(Tdtprofesional.com, 2021)

### 2.17.1. Características

- Cable trenzado de 4 pares sin apantallar.
- Separador de polietileno para aumentar NEXT, ELFEXT y Ancho de banda RL.
- Conductor interno sólido AWG23.
- Cumple con los estándares TIA/EIA 568-A y EN50173.
- Cubierta HDPE negro.
- Empaquetado en reel-in-box.
- Marcado de longitud.
- Rendimiento garantizado a 350 MHz.
- Cordón de rasgado para facilitar el pelado.



Figura 2.35 Cable UTP CAT 6 para exteriores  
(ds3comunicaciones.com, 2021)

### **2.17.2. ¿Para qué se utiliza un cable de datos?**

El cable de datos UTPCAT6 se puede utilizar para varias instalaciones. El cable se puede utilizar para instalar redes de datos al aire libre (como una conexión a Internet), instalar circuitos de videovigilancia balums o instalar teléfonos de puerta o videoporteros. Si el cable UTP interior se instala en el exterior, el cable se deteriorará con el tiempo y deberá reemplazarse.

### **2.17.3. ¿Cómo hacer nuestro propio cable de datos?**

Para conectar el cable de datos, necesitamos usar el cable correspondiente, conector RJ45 de categoría 6, alicates de engarzar para fijar el conector al cable y alicates pelacables para el cable de datos.(Tdtprofesional.com, 2021)

## **2.18. POE**

Power over Ethernet (también conocido como PoE) es una tecnología que integra la energía en las bases de la LAN estándar. Permitiendo el uso del cable de la conexión de red para mantener los equipos de red (conmutadores, puntos de acceso, enrutadores, teléfonos o cámaras IP, etc.).

Una de la tecnología que contiene PoE es erradicar la necesidad de usar él toma corriente donde se encuentra el dispositivo alimentado y facilita la aplicación del sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) para garantizarse de un funcionamiento 24 horas al día los 7 días de la semana.

PoE se rige por un estándar llamado IEEE 802.3af, y su diseño no reduce el rendimiento de la transmisión de datos en toda la red, ni reduce la trayectoria de la red.

Una vez que se identifica el terminal compatible, la energía proporcionada a través de la infraestructura LAN se activará automáticamente y se bloquearán los dispositivos

preexistentes incompatibles. Esta función permite a los usuarios mezclar de forma libre y segura dispositivos antiguos en la red con dispositivos compatibles para el PoE.

En la actualidad, existen diferentes equipos de red en el mercado que admiten esta tecnología, como son los conmutadores o hubs.

Para poner en funcionamiento un PoE en una red sin dispositivos que admitan directamente PoE, la unidad básica (con conectores RJ45) generalmente se usa con un adaptador de corriente para recolectar energía, y la unidad terminal (también con conectores RJ45) se usa con el cable de alimentación.

En métodos de seguridad, la tecnología PoE se ha aplicado a los dispositivos de seguridad (como cámaras IP), por lo que el CCTV se puede organizar y simplemente instalar, porque esto puede reducir los costos de cableado, y solo es necesario usar un cable para la conexión a cada cámara.

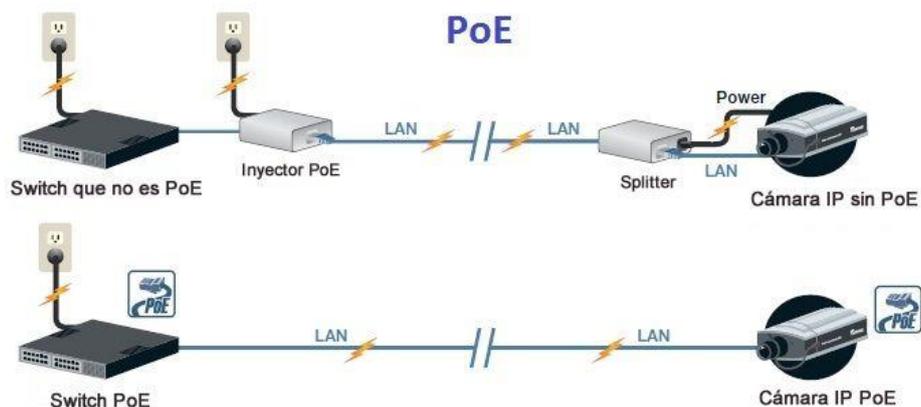


Figura 2.36 POE  
(Tecnoseguro.com, 2021)

### 2.18.1. Componentes de POE

El kit PoE está compuesto por 2 elementos

### **2.18.2. El Inyector de alimentación**

Es el encargado de aportar la energía suficiente para todo el kit. Es conectado a una toma de corriente por medio de un cable de alimentación incluido, y un cable UTP (cable de red) el cual es el encargado de recibir los datos del conmutador se conecta a través del puerto Ethernet. Por lo tanto, solo tenemos un cable de red para transmitir voltaje y datos al otro extremo, el terminal o divisor.

La entrada de estos dispositivos suele estar entre 100V-AC 240V, la salida (a través del cable de red) está entre 15V y 48V, y la eficiencia es desde 70% y 90%. Existen casos donde también puede prevenir cortocircuitos, sobrecargas y picos de voltaje. En interior, aquellos con humedad relativa entre 5% y 90% son capaces de aguantar temperaturas de 0°C a 60°C, y temperaturas de -10°C a 70°C, aunque estos parámetros varían según el modelo.

### **2.18.3. Unidad terminal o splitter**

La unidad terminal es la que recibe la señal combinada de la unidad base y la vuelve a separar en electricidad y datos. Durante el proceso, también opera como un transformador que proporciona la tensión adecuada, por lo que hay que fijarse en la tensión que ejerce el dispositivo a conectarse, pues depende del dispositivo a conectarse, pueden ser de 5V / 2A, 7.5V. /1.5A y 12V / 1er.

Al comprar un divisor PoE, se recomienda verificar varios parámetros diferentes, como el amperaje ya sea admitido o la potencia en vatios, para que no ocurran accidentes o un rendimiento deficiente.(empretel.com.mx, 2021)

#### 2.18.4. Ejemplos de conexiones POE

#### 2.18.5. Inyector PoE

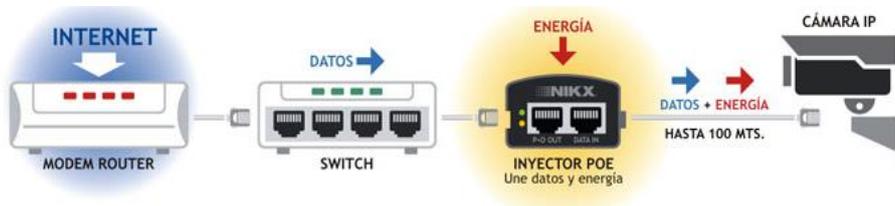


Figura 2.37 Inyector PoE  
(empretel.com.mx, 2021)

#### 2.18.6. Switch PoE



Figura 2.38 Switch PoE  
(empretel.com.mx, 2021)

#### 2.18.7. Inyector pasivo PoE sin opción PoE

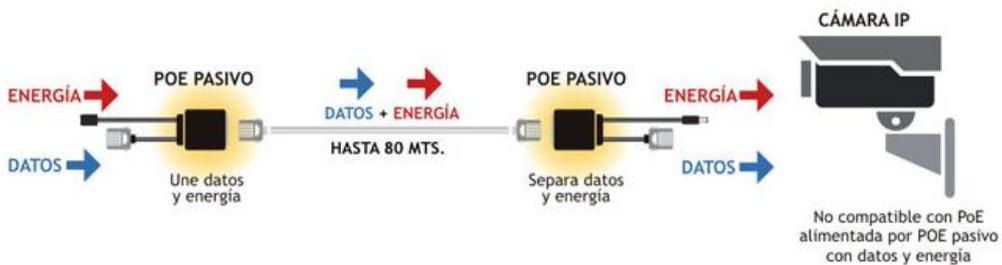


Figura 2.39 Inyector pasivo PoE para cámaras sin opción PoE  
(empretel.com.mx, 2021)

## 2.17. Mikrotik

Mikrotik es un fabricante de enrutadores de hardware y software. Utilizado en redes de todos los tamaños en todo el mundo. La empresa se estableció en Letonia en el norte de Europa en 1995 y actualmente cuenta con miles de personal técnico que respaldan la marca en todo el mundo.

Una característica distintiva de Mikrotik es su sistema operativo. RouterOS constituye a un sistema operativo independientemente soportado en el kernel de Linux 2.6, potente y capacitado de elaborar cualquier configuración de red. (Cqnetcr.com, 2021)



Figura 2.40 Mikrotik  
(Wilsonlandia.net, 2021)

### 2.17.1. Funcionamiento

RouterOS es basado en el kernel de Linux. Tiene funciones modernas para soluciones de administración de redes y enrutamiento de nivel de operador. Es muy sencilla de utilizar, con una facilidad de aprendizaje.

Mikrotik lo respalda mediante foros de consulta en la red y portales de base de teorías, que brindan una diversidad de aplicaciones prácticas y modelos de configuración.

Para la gestión de RouterOS se utiliza esencialmente una material llamada Winbox, que cuenta con un archivo único ejecutable para el sistema operativo de Windows. Además, se puede entrar a la configuración por medio de una interfaz web llamada WebFig. Existe una API que les proporciona gestionar dispositivos Mikrotik utilizando aplicaciones de terceros.(Wilsonlandia.net, 2021)

## 2.18. Ubiquiti

Ubiquiti Networks es una compañía de tecnología multinacional establecida en 2003. La compañía tiene su sede en Silicon Valley y se dedican en la elaboración de dispositivos inalámbricos, centrándose en mercados desatendidos y mercados emergentes.(Ecured.cu, 2021b)



Figura 2.41 Ubiquiti  
(Americacomunicaciones.com, 2021)

### **3. Marco metodológico**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo explicativa ya que se centra en determinar las causas y consecuencias para el fortalecimiento de los conocimientos en el campo de las redes inalámbricas de banda ancha en los estudiantes de la carrera de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Las variables en esta investigación es de tipo cuantitativa ya que se obtendrá resultados mediante las evaluaciones apegadas a las rúbricas de las diez prácticas propuestas en este trabajo.

#### **3.2. Diseño de investigación**

El trabajo de investigación está diseñado con un conjunto de técnicas de aprendizaje enfocadas en las redes inalámbricas las cuales basadas en diez prácticas de laboratorio enfocan al estudiante la experimentación y el desarrollo de sus conocimientos mediante el banco de pruebas inalámbricos de Mikrotik y Ubiquiti.

#### **3.3. Metodología de investigación**

La metodología de investigación es de tipo deductiva ya que va de lo general a lo particular con el desarrollo de cada práctica propuesta en esta investigación aplicando el desarrollo y experimentación con antenas Mikrotik y Ubiquiti, y desarrollando destrezas que permitan potencializar sus conocimientos en el campo de las redes inalámbricas de banda ancha.

### **3.4. Título de la propuesta**

Diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas Wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y Nstreme de Mikrotik

### **3.5. Descripción de la propuesta**

En este capítulo describen los elementos que conforman el banco de pruebas de Mikrotik y Ubiquiti, así como también un resumen de las diez prácticas para el diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y NSTREM de Mikrotik. En la sección de anexos se detallan las prácticas en su totalidad.

El banco de pruebas va a contar con diez prácticas profesionales, que serán utilizadas en los laboratorios para prácticas de enlace con diferentes marcas de antenas y frecuencias a usar.

Las prácticas del banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI son las siguientes:

1. Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth.
2. Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware.
3. Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware.
4. Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA.
5. Configurar enlace PtP WDS con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme.
6. Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti.
7. Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik.

8. Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti.
9. Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue.
10. Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti

A continuación, se muestra un diagrama de red del banco de pruebas Ubiquiti.

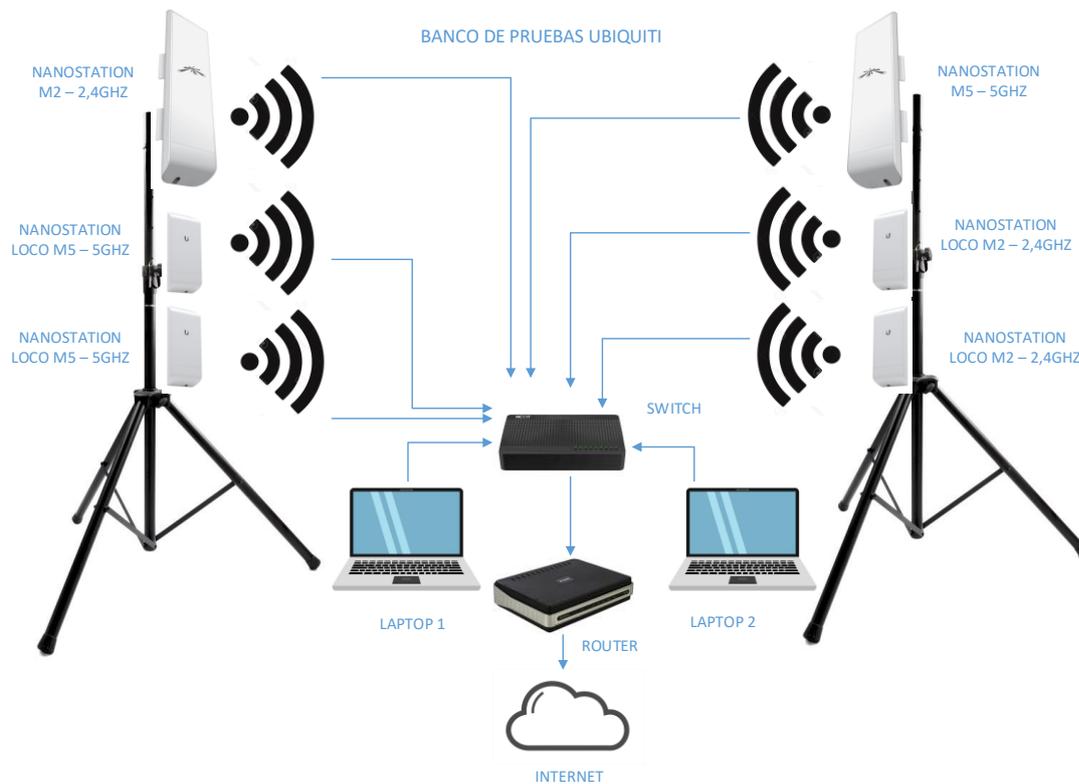


Figura 3.1 Diagrama de red de bando de pruebas con Ubiquiti

Como se puede observar en la gráfica 3.1 el banco de pruebas Ubiquiti consta de diferentes modelos de equipos Ubiquiti los cuales se detallan a continuación:

- 1 NanoStation M5 de 5 GHz.
- 1 NanoStation M2 de 2,4 GHz.

- 2 NanoStation Loco M5 de 5 GHz.
- 2 NanoStation Loco M2 de 2,4 GHz

Estos equipos se conectan mediante sus respectivos POEs al switch y router de la red LAN 192.168.200.x /24 a continuación se detallan las ips de cada uno de los equipos Ubiquiti.

Tabla 3.1 Distribución de Ips equipos Ubiquiti – pedestal 1

<b>Pedestal 1</b>	<b>IP</b>	<b>Gateway</b>	<b>Máscara</b>
<b>Nano Station M5</b>	192.168.200.2	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>Nano Station Loco M5</b>	192.168.200.50	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>Nano Station Loco M2</b>	192.168.200.41	192.168.200.1	255.255.255.0

Tabla 3.2 Distribución de Ips equipos Ubiquiti – pedestal 2

<b>Pedestal 2</b>	<b>IP</b>	<b>Gateway</b>	<b>Máscara</b>
<b>Nano Station M5</b>	192.168.200.51	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>Nano Station Loco M5</b>	192.168.200.3	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>Nano Station Loco M2</b>	192.168.200.40	192.168.200.1	255.255.255.0

Como se puede observar en la distribución de ips de los equipos Mikrotik se tiene la red 192.168.200.x / 24 para cada uno de los elementos de red. Se realiza todo en la red 192.168.200.x / 24 debido a que hay un router el cual creará esta red para la interconexión de los equipos.

Cabe indicar que se está trabajando en dos bandas de frecuencias libres como lo es la banda de 2,4 GHz y de 5 GHz.

Cada uno de los equipos Ubiquiti se conectan con cable categoría 6, desde sus respectivos POEs a la red LAN del banco de pruebas.

A continuación, se muestra un diagrama de red del banco de pruebas Mikrotik

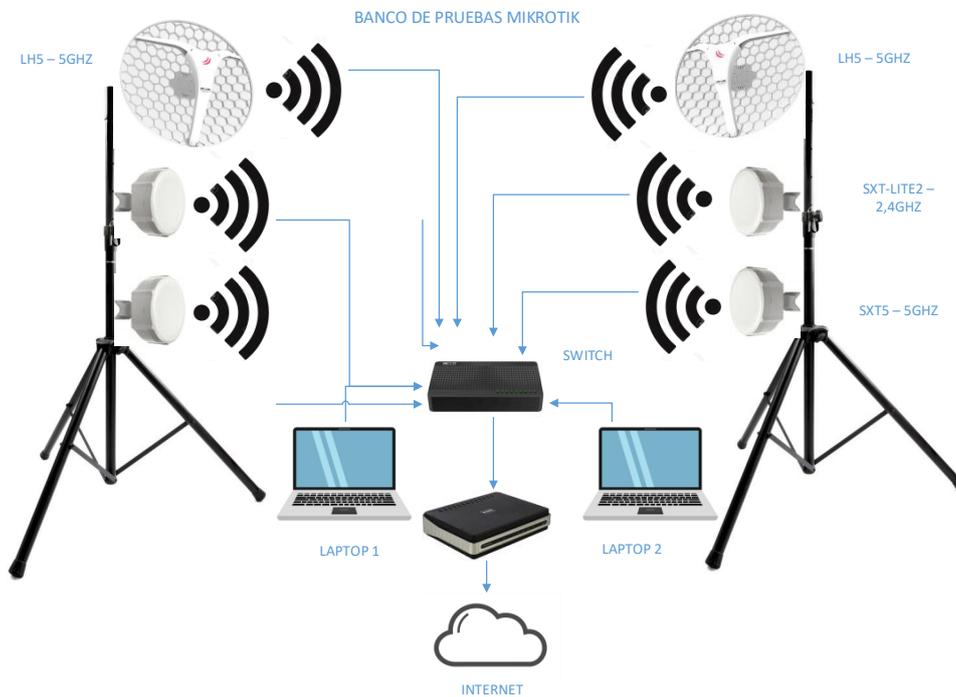


Figura 3.2 Diagrama de red de banco de pruebas con Mikrotik

Como se puede observar en la gráfica 3.2 el banco de pruebas Mikrotik consta de diferentes modelos de equipos Mikrotik los cuales se detallan a continuación:

- 2 LHG HP5 de 5 GHz.
- 2 SXT Lite 5 de 5 GHz.
- 2 SXT Lite 2 de 2,4 GHz.

Estos equipos se conectan mediante sus respectivos POEs al switch y router de la red LAN 192.168.200.x /24 a continuación se detallan las ips de cada uno de los equipos Mikrotik.

Tabla 3.3 Distribución de Ips equipos Mikrotik – pedestal 3

<b>Pedestal 3</b>	<b>IP</b>	<b>Gateway</b>	<b>Máscara</b>
<b>LHG HP5</b>	192.168.200.100	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>SXT Lite 2</b>	192.168.200.150	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>SXT Lite 5</b>	192.168.200.200	192.168.200.1	255.255.255.0

Tabla 3.4 Distribución de Ips de equipos Mikrotik – pedestal 4

<b>Pedestal 4</b>	<b>IP</b>	<b>Gateway</b>	<b>Máscara</b>
<b>LHG HP5</b>	192.168.200.101	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>SXT Lite 2</b>	192.168.200.151	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>SXT Lite 5</b>	192.168.200.201	192.168.200.1	255.255.255.0

Como se puede observar en la distribución de ips de los equipos Mikrotik se tiene la red 192.168.200.x / 24 para cada uno de los elementos de red. Se realiza todo en la red 192.168.200.x / 24 debido a que hay un router el cual creará esta red para la interconexión de los equipos.

Cabe indicar que se está trabajando en dos bandas de frecuencias libres como lo es la banda de 2,4 GHz y de 5 GHz.

Cada uno de los equipos Mikrotik se conectan con cable categoría 6, desde sus respectivos POEs a la red LAN del banco de pruebas.

A continuación, se muestra un segundo banco de prácticas con Mikrotik que consiste en los siguientes elementos de red.

- 1 Metal 5 de 5 GHz.
- 1 antena sectorial de 5 GHz.
- 3 Mikrotik HAP Lite de 2,4 GHz.

Tabla 3.5 Distribución de Ips de equipos Mikrotik – pedestal 5

Pedestal 5	IP	Gateway	Mascara
<b>Metal 5</b>	192.168.200.210	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>HAP Lite 2</b>	192.168.200.211	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>HAP Lite 2</b>	192.168.200.212	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>HAP Lite 2</b>	192.168.200.1	192.168.10.1	255.255.255.0

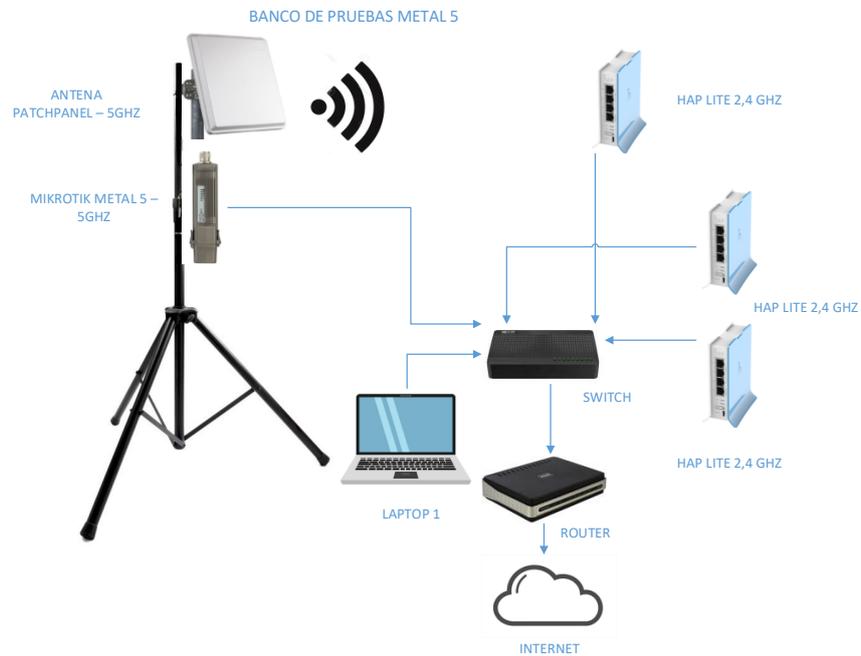


Figura 3.3 Banco de pruebas Mikrotik Metal 5

Con los bancos de pruebas propuestos se crean diez prácticas para el desarrollo de radioenlaces y redes inalámbricas con Mikrotik y Ubiquiti, a continuación, se realiza un resumen de las diez prácticas con sus respectivos objetivos generales y específicos:

**Práctica #1:** Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth.

**Objetivo general:** Aprender el uso de Airlink y Google Earth para la simulación de radioenlace punto a punto con Ubiquiti.

**Objetivos específicos:**

- Diseñar radioenlace PtP utilizando la herramienta de simulación Airlink de Ubiquiti.
- Visualizar zona de Fresnel del radioenlace y analizar parámetros.
- Visualizar el radioenlace PtP mediante Google Earth.

**Práctica #2:** Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware.

**Objetivo general:** Dar a conocer al estudiante las características más utilizadas para la configuración de los productos Mikrotik, así como también la actualización del sistema RouterOS.

**Objetivos específicos:**

- Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: antenas, PoE, Router, Switch, etc.
- Aprender a ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox.
- Aprender a configurar la actualización de firmware.

**Práctica #3:** Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware.

**Objetivo general:** Dar a conocer al estudiante las características más utilizadas para la configuración de los productos Ubiquiti, así como también la actualización del sistema AirOS.

**Objetivos específicos:**

- Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: antenas, PoE, Router, Switch, etc.
- Aprender a configurar las antenas Ubiquiti vía browser.
- Actualización del firmware.

**Práctica #4:** Configurar enlace punto a punto PTP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA.

**Objetivo general:** Comprender la configuración básica para establecer un radioenlace punto a punto utilizando equipos Ubiquiti.

**Objetivos específicos:**

- Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: antenas, PoE, Router, Switch, etc.
- Aprender a configurar las antenas Ubiquiti vía browser.
- Comprender los elementos básicos de programación PtP para la Tx y Rx de señales con equipos Ubiquiti.
- Actualización del firmware.
- Variar la potencia de salida y observar los cambios resultantes.

**Práctica #5:** Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme.

**Objetivo general:** Introducir al estudiante a desarrollar las configuraciones básicas de Mikrotik para crear redes inalámbricas y redes punto a punto.

**Objetivos específicos:**

- Aprender a configurar los parámetros básicos de una Red WLAN con Mikrotik.
- Conceptos teóricos y prácticos de Mikrotik.
- Configurar Mikrotik para redes PtP con protocolo Nstreme.

**Práctica #6:** Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti.

**Objetivo general:** Utilizar herramientas de site survey para una correcta configuración de un radioenlace punto a punto o punto multipunto.

**Objetivos específicos:**

- Utilizar las herramientas de site survey para un correcto radioenlace.
- Configurar con las mejores prácticas utilizando herramientas de configuración y test de Ubiquiti.
- Realizar configuración de radioenlace punto multipunto con Ubiquiti.

**Práctica #7:** Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik.

**Objetivo general:** Conocer las herramientas de site survey para una correcta configuración de enlaces PtmP WDS con Mikrotik.

**Objetivos específicos:**

- Utilizar las distintas herramientas que trae RouterOS para la realización de Site Survey en redes inalámbricas.
- Creación de radio enlaces punto a multipunto utilizando equipos Mikrotik.
- Utilizar protocolo Nstreme de Mikrotik con enlace PtmP.

**Práctica #8:** Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti.

**Objetivo general:** Configurar modo router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti.

**Objetivos específicos:**

- Dar a conocer fundamentos básicos de ruteo utilizando los equipos en modo Router y Router SOHO con Mikrotik.
- Dar a conocer fundamentos básicos de ruteo utilizando los equipos en modo Router y Router SOHO con Ubiquiti.
- Utilizar rutas estáticas en un enlace inalámbrico.

**Práctica #9:** Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue.

**Objetivo general:** Conocer las configuraciones generales de Mikrotik con VLAN, DHCP, y simple Queue.

**Objetivos específicos:**

- Aprender a configurar VLAN con Mikrotik.

- Aprender a configurar DHCP con Mikrotik.
- Aprender a configurar simple Queue con Mikrotik.

**Práctica #10:** Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.

**Objetivo general:** Conocer las configuraciones de seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.

**Objetivos específicos:**

- Configurar seguridades con Mikrotik.
- Configurar seguridades con Ubiquiti.
- Configuraciones de firewall con Mikrotik.

#### 4. Análisis de resultados

En este capítulo se detalla cómo se realizó la construcción del banco de pruebas con Mikrotik y Ubiquiti y los resultados obtenidos con el desarrollo de las diez prácticas propuestas en el banco de prácticas de Ubiquiti y Mikrotik.

Como se puede observar en las siguientes gráficas, se realiza la instalación de las antenas Mikrotik y Ubiquiti en pedestales los cuales se aseguran las antenas con amarras y se colocan los cables UTP categoría 6 en cada uno de los equipos para la energización y conexión de la red mediante el mismo cable UTP.



Figura 4.1 Armado del banco de pruebas

Las antenas Mikrotik y Ubiquiti se ubicaron en diferentes pedestales para la realización de cada una de las prácticas propuestas.

Los pedestales propuestos son de fácil colocación y armado para que los estudiantes puedan movilizar los bancos de pruebas dentro del laboratorio de telecomunicaciones.

Hay que tomar en cuenta que los cables UTP cat 6 se realizaron con conectores cat 6 y se testearon con el comprobador de cables UTP para una correcta conexión con los equipos.

Se utilizan 4 regletas para energizar todos los equipos mediante los POEs.

Para los cables se utiliza cinta velcro para una correcta fijación en cada uno de los bancos de pruebas.

También se realiza etiquetado de cada uno de los POEs y de las antenas.



Figura 4.2 Pedestal 1 con equipos Ubiquiti



Figura 4.3 Test de prueba de cables cat 6 para pedestal 1.



Figura 4.4 Armado de pedestal 2 con equipos Ubiquiti



Figura 4.5 Desembalaje de equipos Mikrotik



Figura 4.6 Armado de antena LHG5



Figura 4.7 Armado de pedestal 3



Figura 4.8 Conexión de POEs



Figura 4.9 Conexión de cables en POEs



Figura 4.10 Energización de banco de pruebas



Figura 4.11 Construcción de cables Cat6



Figura 4.12 Crimpado de cables cat6



Figura 4.13 Construcción de cables para más pedestales



Figura 4.14 Comprobación con test UTP.



Figura 4.15 Armado de pedestal 4

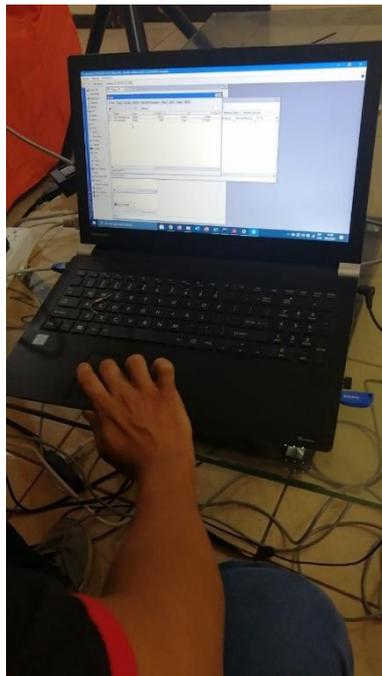


Figura 4.16 Configuración de equipos Mikrotik



Figura 4.17 Revisiones de equipos Mikrotik



Figura 4.18 Revisión de equipos SXT

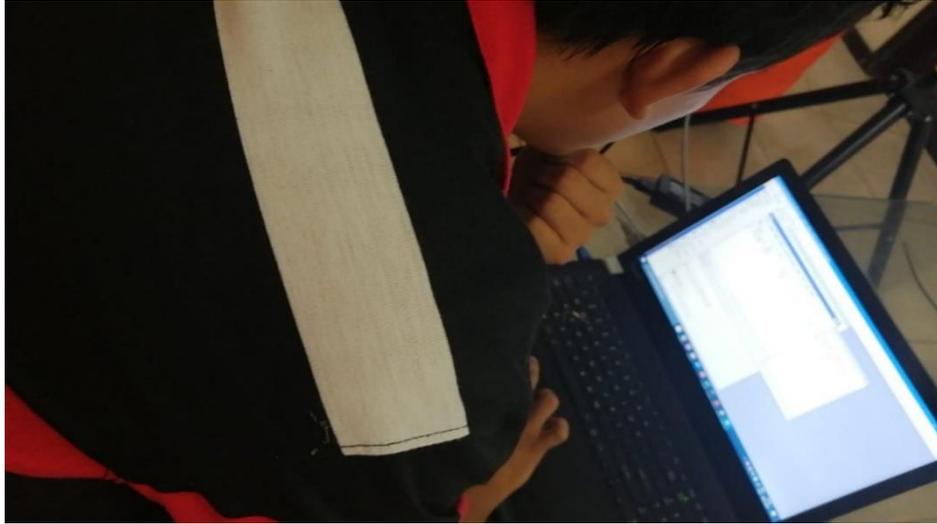


Figura 4.19 Configuración de equipos SXT

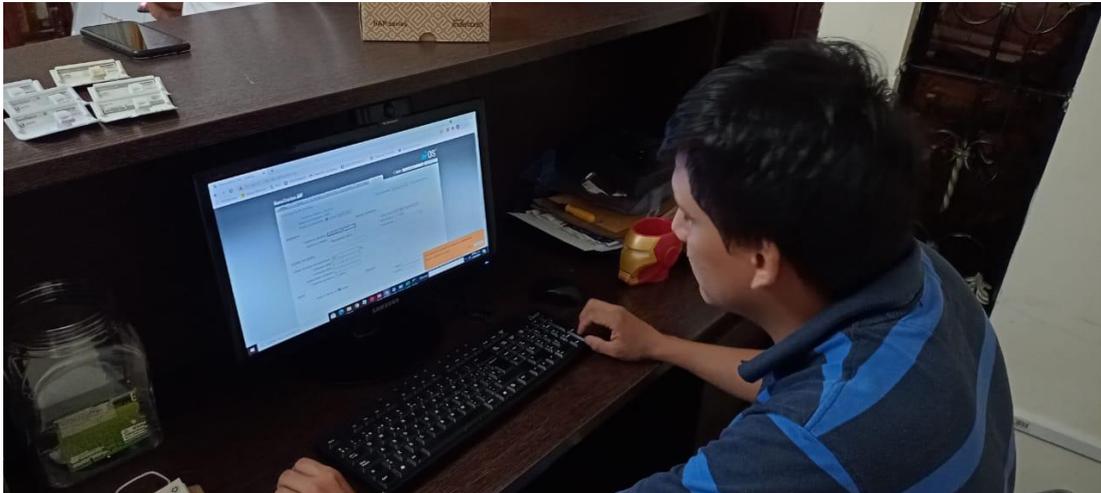


Figura 4.20 Configuración de equipos Ubiquiti

Se detallan gráficamente a continuación los equipos que componen los bancos de pruebas.



Figura 4.21 Equipos Mikrotik



Figura 4.22 Switch 3Com



Figura 4.23 Antena Mikrotik LHG5



Figura 4.24 NanoStation M2



Figura 4.25 NanoStation Loco M2



Figura 4.26 Mikrotik Metal 5 con antena sectorial



Figura 4.27 Router D-Link y Switch Cisco



Figura 4.28 POE Ubiquiti

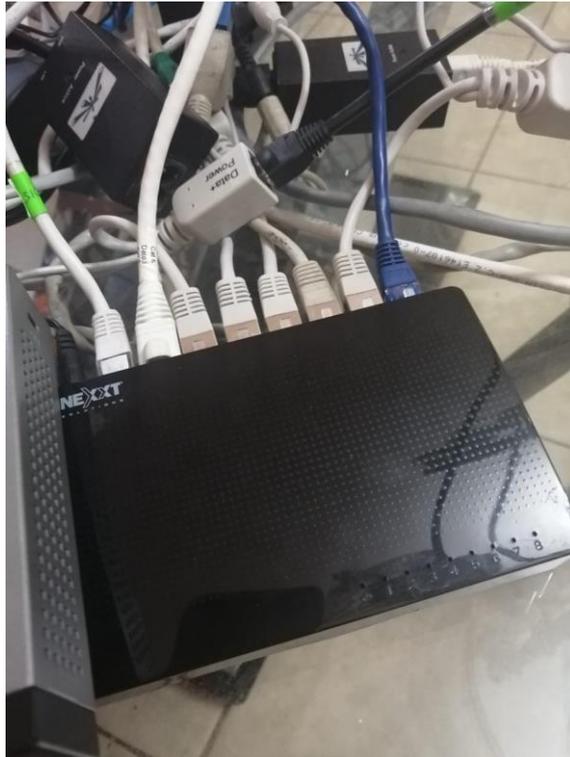


Figura 4.29 Switch Nexxt

## **5. Análisis de resultados**

Se detalla a continuación un resumen de los resultados obtenidos al ejecutar cada una de las prácticas. Cabe mencionar que el procedimiento en detalle de cada práctica se encuentra en la sección de Anexos.

### **5.1. Práctica #1: Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth.**

En esta práctica se realiza la simulación de enlaces punto a punto utilizando la herramienta web Airlink propietario de Ubiquiti, con este simulador se puede realizar estimaciones correctas para un radioenlace de larga distancia, en la cual se puede observar la zona de Fresnel, la potencia de transmisión y recepción de las antenas Ubiquiti, así como también se puede seleccionar el tipo de antenas adecuadas para el radioenlace que se necesite implementar. Se puede guardar la simulación en formato kmz el cual se puede abrir luego en Google Earth para una mejor visualización del enlace de larga distancia en diferentes perspectivas.

### **5.2. Práctica #2: Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware.**

En esta práctica se realiza el acceso a la interfaz de Mikrotik mediante la herramienta Winbox propietario de Mikrotik, cabe indicar que para acceder al equipo previamente se realiza reseteo de fábrica de los equipos y luego se realiza la actualización de firmware el cual es descargado en la página web de Mikrotik.

Hay que considerar los diferentes tipos de firmware el cual depende del modelo de equipo Mikrotik.

Esta práctica es introductoria al uso de los equipos Mikrotik.

### **5.3. Práctica #3: Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware.**

En esta práctica se realiza el acceso a la interfaz de Ubiquiti vía web, cabe indicar que para acceder al equipo previamente se realiza reseteo de fábrica de los equipos y luego se realiza la actualización de firmware el cual es descargado en la página web de Ubiquiti.

Hay que considerar los diferentes tipos de firmware el cual depende del modelo de equipo Ubiquiti.

Esta práctica es introductoria al uso de los equipos Ubiquiti.

### **5.4. Práctica #4: Configurar enlace punto a punto PTP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA.**

En esta práctica se realiza la configuración de un enlace punto a punto en modo bridge utilizando el protocolo AirMax el cual posee la tecnología de multiplexación TDMA.

Se realiza el apuntamiento de las antenas y se configura la red con la cual se va a trabajar para el acceso a los equipos.

Al realizar las configuraciones se selecciona los parámetros inalámbricos adecuados para el punto a punto, así como las configuraciones generales que conllevan la configuración de equipos Ubiquiti punto a punto en modo bridge.

### **5.5. Práctica #5: Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme.**

En esta práctica se realiza la configuración de un enlace punto a punto en modo bridge utilizando el protocolo Nstreme el cual es un protocolo propietario de Mikrotik.

Se realiza el apuntamiento de las antenas y se configura la red con la cual se va a trabajar para el acceso a los equipos.

Al realizar las configuraciones se selecciona los parámetros inalámbricos adecuados para el punto a punto, así como las configuraciones generales que conllevan la configuración de equipos Mikrotik punto a punto en modo bridge.

#### **5.6. Práctica #6: Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti.**

En esta práctica se pone en práctica el uso de herramientas site survey para el apuntamiento de enlaces punto a multipunto utilizando Ubiquiti.

Con esta práctica se hace una simulación de WISP (Proveedor inalámbrico de internet), cumpliendo con uno de los objetivos de este trabajo de investigación.

#### **5.7. Práctica #7: Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik.**

En esta práctica se pone en práctica el uso de herramientas site survey para el apuntamiento de enlaces punto a multipunto utilizando Mikrotik.

Con esta práctica se hace una simulación de WISP (Proveedor inalámbrico de internet), cumpliendo con uno de los objetivos de este trabajo de investigación.

#### **5.8. Práctica #8: Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti.**

En esta práctica se realiza la configuración de los equipos Mikrotik y Ubiquiti en otro modo de configuración de red el cual es el modo de red. Se aplican los conocimientos de modo router SOHO para la realización de esta práctica.

### **5.9. Práctica #9: Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue.**

En la práctica 9 se realizan configuraciones generales en los Mikrotik como configuración de VLANs, DHCP, y configuración de simple QUEUE, el cual corresponde a configuraciones de ancho de banda.

### **5.10. Práctica #10: Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.**

En la práctica 10 se realiza configuraciones generales de seguridad en los equipos Mikrotik y Ubiquiti, como aplicación de reglas de firewall y bloqueo de puertos, o bloqueo por Mac address.

## 6. Conclusiones

Las conclusiones de este proyecto de tesis fueron las siguientes:

- Se realizó la adquisición de equipamiento inalámbrico en Ubiquiti y Mikrotik para el armado de los bancos de pruebas inalámbricos WIFI, se dividen los bancos de pruebas por marcas.
- Para el diseño del banco de pruebas mediante antenas Ubiquiti y Mikrotik se utilizó equipos de última generación de configuración desde nivel básico hasta avanzado, ya que abarca prácticas de laboratorio de diferentes niveles de dificultad.
- Se cumplió con el objetivo de realizar diez prácticas para recibir y analizar señales de redes inalámbricas wifi utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y protocolo Nstreme de Mikrotik. Las prácticas PtP y PtmP aplican configuraciones abarcando los protocolos antes mencionados. Cabe indicar que estas configuraciones se pueden modificar y se puede utilizar el protocolo no propietario como Wifi IEEE 802.11.
- Se realizó un manual de práctica del funcionamiento de las antenas, en la cual se especifica como reiniciar el equipo, actualizar firmware y las configuraciones básicas para su uso.
- Se realizó prácticas de enlaces punto a punto, punto multipunto y WISP (ISP Inalámbrico), específicamente las prácticas de WISP corresponden a las prácticas punto a multipunto ya que son las utilizadas por los proveedores de internet inalámbrico para dar servicio de internet a larga distancia.
- Para el funcionamiento y configuración se realizó pruebas de enlace en el banco de pruebas tanto para Ubiquiti como para Mikrotik.
- Se desarrolló la guía de práctica de laboratorio para el docente y el alumno, utilizando el formato aprobado por la carrera de ingeniería electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

- Se realizó un análisis de cada uno de los equipos adquiridos para los bancos de pruebas Mikrotik y Ubiquiti, se revisan manuales y configuraciones en las wikis de los fabricantes.
- Con estas prácticas realizadas se validaron las conexiones de los equipos para el análisis que intervendrán en el banco de prueba dinámico como son: transmisión y recepción de señales WIFI.

## 7. Recomendaciones

Se recomienda que para futuras prácticas es necesario que el estudiante tome en cuenta lo siguiente:

- Para utilizar los bancos de pruebas los estudiantes pueden conectarse inalámbricamente mediante el router WIFI para poder acceder a las configuraciones de los equipos.
- Actualizar cada vez que se utilicen los equipos ya que constantemente las marcas Ubiquiti y Mikrotik liberan firmwares actualizados para evitar vulnerabilidades en los equipos.
- Para la realización de las prácticas desde cero se debe reiniciar de fábrica los equipos y realizar las instrucciones del manual de prácticas.
- Se recomienda que la Universidad Politécnica Salesiana pueda adquirir más bancos de pruebas inalámbricos no solo de la marca Ubiquiti y Mikrotik sino también de la marca Cambium Network.
- Al cambiar el direccionamiento planteado en este trabajo de investigación y manual de prácticas se debe revisar que no haga conflictos de ips en las redes donde se va a trabajar.
- Los cables que se usan en el banco de prácticas son de categoría 6 por lo tanto se debe verificar constantemente los cables con un comprador de cables UTP si es que se tiene problemas en las conexiones. De preferencia se recomienda utilizar cables certificados.

## Bibliografía

- Alora-soluciones.es. (2021). *¿Cuáles son las ventajas de los radioenlaces punto a punto?*  
<https://www.alora-soluciones.es/cuales-son-las-ventajas-de-los-radioenlaces-punto-a-punto/>
- Americacomunicaciones.com. (2021). *Ubiquiti archivos | América Comunicaciones.*  
<https://www.americacomunicaciones.com/producto/ubiquiti/>
- bibing.us.es. (2021). *Modelo de propagación en interiores.*  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen2%252F11-Capítulo6+-+Modelos+de+propagación+en+interiores.pdf>
- Cika.com. (2021). *Principios de comunicaciones de datos.*  
<https://www.cika.com/newsletter/archives/pp1.pdf>
- Coimbraweb.com. (2021). *Cálculo de radioenlace terrestre.*  
[http://www.coimbraweb.com/documentos/antenas/6.11\\_radioenlace.pdf](http://www.coimbraweb.com/documentos/antenas/6.11_radioenlace.pdf)
- Comofriki.com. (2021). *¿Cuál es la diferencia entre WiFi 2.4Ghz y 5 Ghz (y cual debería usar)? - ComoFriki.* <https://comofriki.com/diferencia-entre-wifi-2-4ghz-y-5-ghz/>
- Comunicacionesinalambricashoy.com. (2016). *Uso de Frecuencias no licenciadas - Blog de tecnología wireless.* <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/wireless/uso-de-frecuencias-no-licenciadas/>
- Concepto.de/red. (2021). *Red Inalámbrica - Qué es, tipos, ventajas, desventajas y ejemplos.*  
<https://concepto.de/red-inalambrica/>
- Covarrubias, N. (2021). *¿Que es la zona de Fresnel? | Base de Conocimiento.*  
<https://soporte.syscom.mx/es/articles/1455193-que-es-la-zona-de-fresnel>

Cqnetcr.com. (2021). *¿QUE ES MIKROTIK? | Tienda Blog*. <https://www.cqnetcr.com/blog/que-es-mikrotik/>

Droides, D. (2021). *Radiación electromagnética*.

ds3comunicaciones.com. (2021). *069-561/CMXT Rollo de 305 metros de cable Cat 6 de 23 AWG SFTP para exteriores chaqueta reforzada color negro, apantallado con foil de aluminio (blindado), marca VERTICAL*. <http://www.ds3comunicaciones.com/vertical/069-561-CMXT>

Ecured.cu. (2021a). *Cálculo de radioenlaces - EcuRed*. [https://www.ecured.cu/Cálculo\\_de\\_radioenlaces](https://www.ecured.cu/Cálculo_de_radioenlaces)

Ecured.cu. (2021b). *Ubiquiti - EcuRed*. <https://www.ecured.cu/Ubiquiti>

Educacion.es. (2021). *Espectro electromagnético y radioeléctrico*. <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena3/paginas/espectro.htm>

empretel.com.mx. (2021). *¿Qué es y cómo funciona un PoE? - EMPRETEL, S.A. DE C.V.* <http://empretel.com.mx/content/55-que-es-y-como-funciona-un-poe->

García, S. (2014). *14 – ¿Qué es el espectro radioeléctrico? – Radios Libres*. <https://radioslibres.net/14-que-es-el-espectro-radioelectrico/>

Gob.mx/cms. (2021). *Guía de infraestructura de telecomunicaciones*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483497/Gu\\_a\\_Infraestructura\\_Telecomunicaciones.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483497/Gu_a_Infraestructura_Telecomunicaciones.pdf)

ift.org.mx. (2021). *Espectro Radioeléctrico | Page 9 | Instituto Federal de Telecomunicaciones*. <http://www.ift.org.mx/secciones/espectro-radioelectrico?page=8>

lie.fing.edu.uy. (2021). *Espectro Radioeléctrico – EsOpo.*  
<https://iie.fing.edu.uy/proyectos/esopo/espectro-radioelectrico/>

Informaticamoderna.com. (2021). *Que es Antena Omnidireccional red Wi-Fi , características potencia* -informaticamoderna.com.  
[https://www.informaticamoderna.com/Antena\\_indoor.htm](https://www.informaticamoderna.com/Antena_indoor.htm)

ltrainonline.org. (2021). *Antenas y Cables.*  
[http://www.ltrainonline.org/ltrainonline/mmtk/wireless\\_es/files/08\\_es\\_antenas-y-cables\\_presentacion\\_v02.pdf](http://www.ltrainonline.org/ltrainonline/mmtk/wireless_es/files/08_es_antenas-y-cables_presentacion_v02.pdf)

Medina, D. (2021). *El espectro radioeléctrico | Telemediciones S.A.*  
<http://telemediciones.com/el-espectro-radioelectrico/>

Medium.com. (2021). *¿Qué es un radioenlace?. Un radioenlace es un sistema... | by JL Martinez | Medium.* <https://medium.com/@jlmartinez.es/qué-es-un-radioenlace-159ab9a66775>

Mialojamiento.es. (2021). *Red Wifi, claves para mejorar tu conexión - Jovinet Informática.*  
<http://s802269875.mialojamiento.es/2017/03/25/la-clave-una-buena-red-wifi/>

Mundotelecomunicaciones.com. (2021). *Zona de Fresnel ~ Mundo teleco.*  
<https://mundotelecomunicaciones1.blogspot.com/2014/10/zona-de-fresnel.html>

Okdiario.com. (2021). *Qué es una antena omnidireccional.*  
<https://okdiario.com/curiosidades/que-antena-omnidireccional-3265035>

Pinterest.com.mx. (2021). (850) *Pinterest.*  
<https://www.pinterest.com.mx/pin/436778863836502153/>

Redesinalambricas.es. (2021). *▷Redes Inalambricas Aprende Facil Todo Lo que Necesitas.*  
<https://www.redesinalambricas.es/>

Salazar, J. (2021). *REDES INALÁMBRICAS.* <http://www.techpedia.eu>

Sites.google.com. (2021). *Parámetros de una antena - Equipos de imagen.*  
<https://sites.google.com/site/equiposdeimagen/mfp/1-transmision-de-television/2-antenas-de-television/parmetros-de-una-antena>

Soporte.syscom.mx. (2021). *MikroTik - Características principales de RouterOS | Base de Conocimiento.* <https://soporte.syscom.mx/es/articles/2259977-mikrotik-caracteristicas-principales-de-routeros>

Tdtprofesional.com. (2021). *Cable UTP de cobre Cat 6 de exterior en color negro en bobina de 305m.* <https://www.tdtprofesional.com/es/cable-utp-cat-6e-tecatel-negro-exterior-cca-305m.html>

Tecnoseguro.com. (2021). *¿Qué es PoE?*  
<https://www.tecnoseguro.com/faqs/electronica/que-es-poe>

Todotelco.com. (2021). *Zonas de Fresnel - TODO TELCO.* <https://todotelco.com/zonas-de-fresnel/>

Universidadviu.com. (2021). *Algunas cosas acerca del espectro radioeléctrico | VIU.*  
<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/algunas-cosas-acerca-del-espectro-radioelectrico>

Weebly.com. (2021). *tipos de redes informáticas según su alcance - Home.*  
<https://788971628551974810.weebly.com/>

Wifisafe.com. (2021). *Distribuidor WiFi - ¿Qué es y para qué sirve una antena WiFi? | WifiSafe - WifiSafe.* <https://www.wifisafe.com/blog/antenas/>

Wilsonlandia.net. (2021). *¿Qué es MikroTik? ¿Es barato? ¿Para qué sirve? - Wilsonlandia.*  
<https://wilsonlandia.net/mikrotik/que-es-mikrotik-para-que-sirve/>

Wordpress.com. (2014). *Frecuencias Licenciadas Y no licenciadas en Ecuador* | JL.  
<https://badongeluis.wordpress.com/2014/05/18/frecuencias-licenciadas-y-no-licenciadas-en-ecuador/>

Zcmayoristas.com. (2021). *ANTENA SECTORIAL 19 DBI 120G 5GHZ*.  
<https://zcmayoristas.com/zcwebstore/radios-enlaces/148-antena-sectorial-19-dbi-120g-5ghz.html>

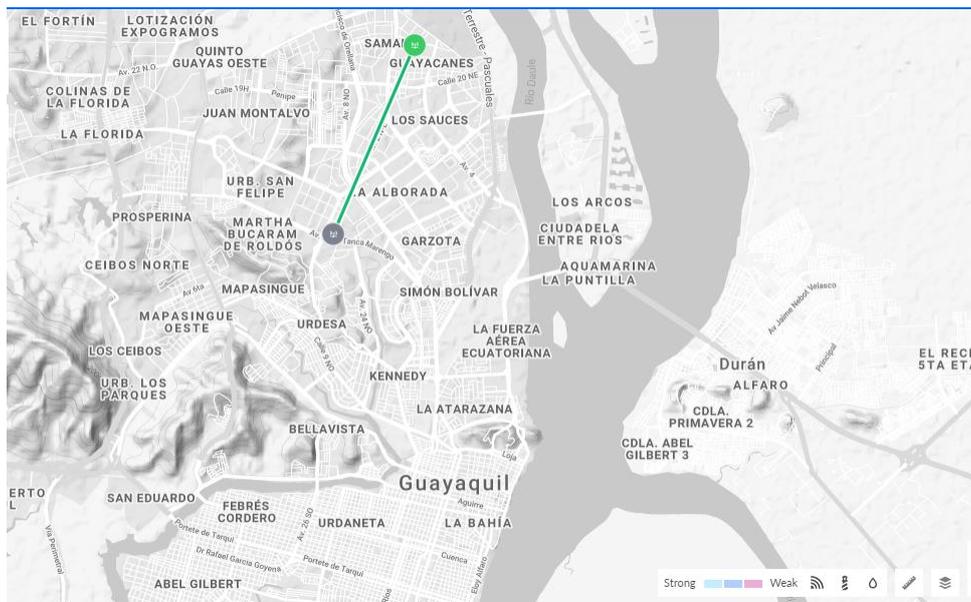
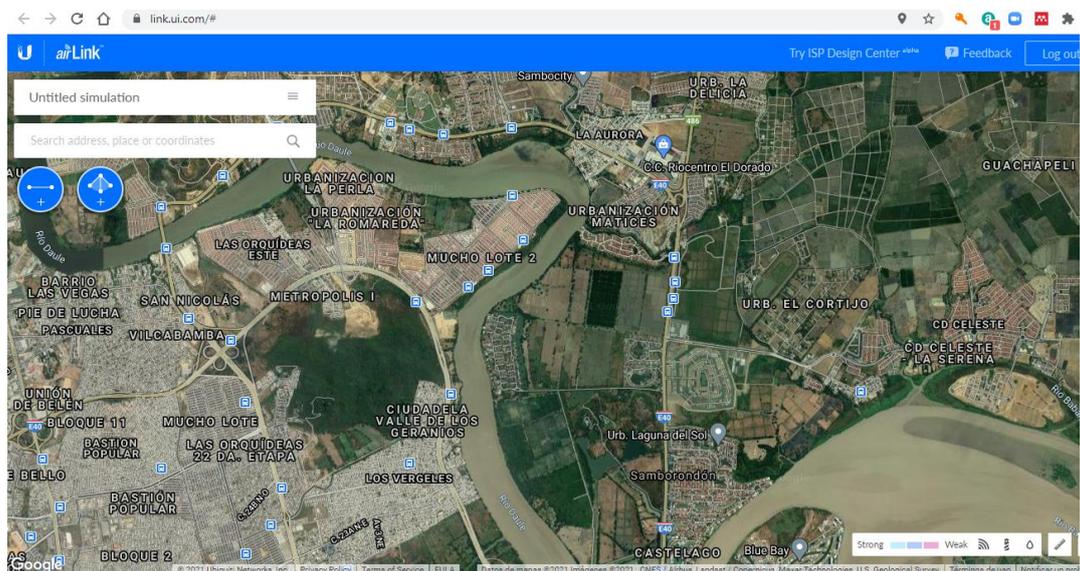
## Anexos

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>	
<b>CARRERA:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA		<b>ASIGNATURA:</b>	
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	1	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> Simular enlaces PtP con Airlink de Ubiquiti y Google Earth	
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>  Aprender el uso de Airlink y Google Earth para la simulación de radioenlace punto a punto con Ubiquiti.			
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar radioenlace PtP utilizando la herramienta de simulación Airlink de Ubiquiti.</li><li>• Visualizar zona de Fresnel del radioenlace y analizar parámetros.</li><li>• Visualizar el radioenlace PtP mediante Google Earth.</li></ul>			
<b>INSTRUCCIONES</b>		1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.	
		2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.	
		3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.	
		4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.	

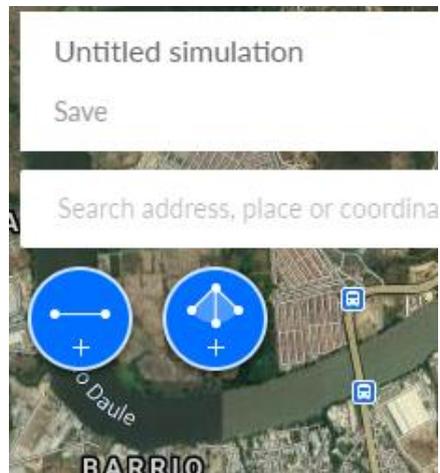
## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

### USO DE HERRAMIENTA AIRLINK

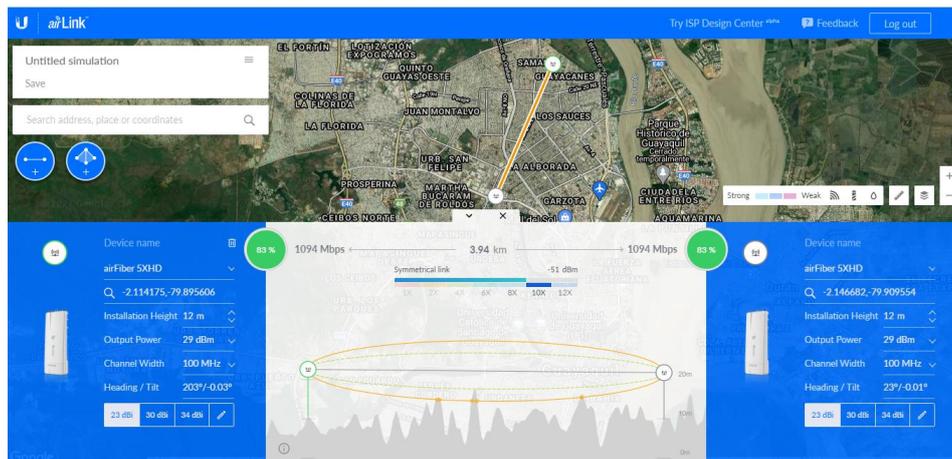
- 1) Utilizar el simulador de redes inalámbricas de Ubiquiti AIRLINK ingresando a la dirección: <https://link.ui.com/#>



- 2) Ingresar con usuario y contraseña para almacenar los trabajos en lo posterior. Seleccionar punto a punto.

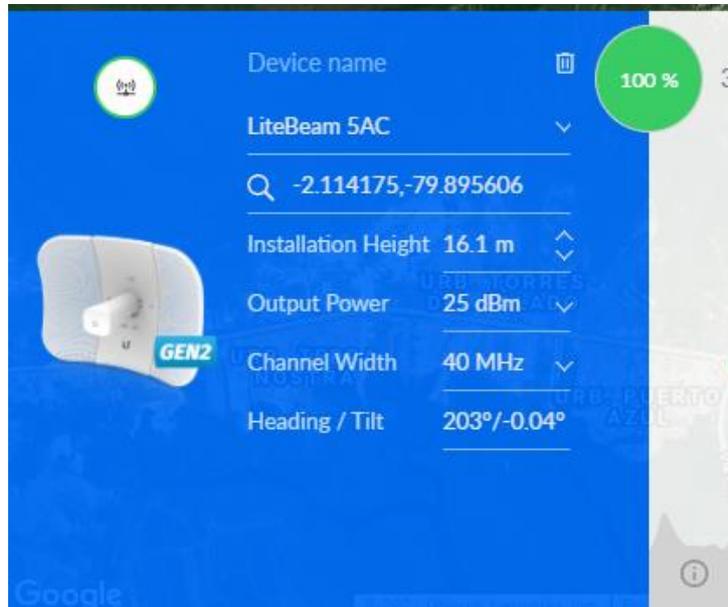


- 3) Ubicar en el mapa los puntos donde se quiera simular el PtP.

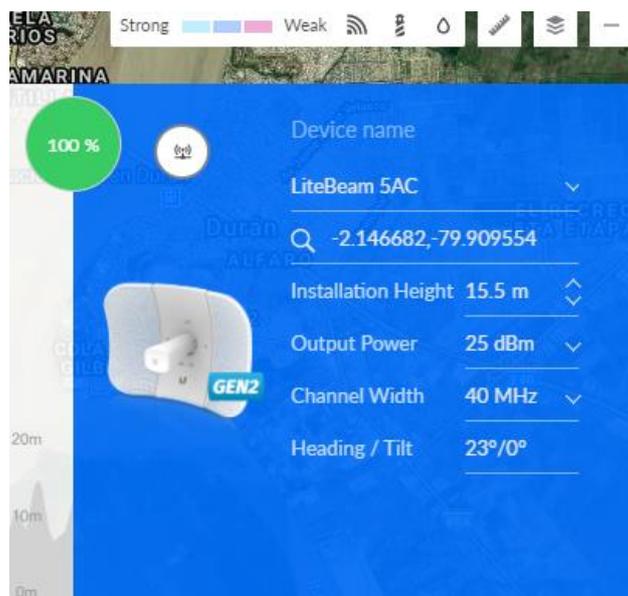


- 4) Tomar en cuenta que este simulador es para enlaces punto a punto, por lo tanto, una antena va a ser Access Point (Punto de Acceso) y la otra antena será Station (Estación).

- 5) Seleccionar la tecnología de las antenas Ubiquiti. Proceder a revisar los modelos y datasheet de las antenas previo a este paso. <https://www.ubnt.com/products/>

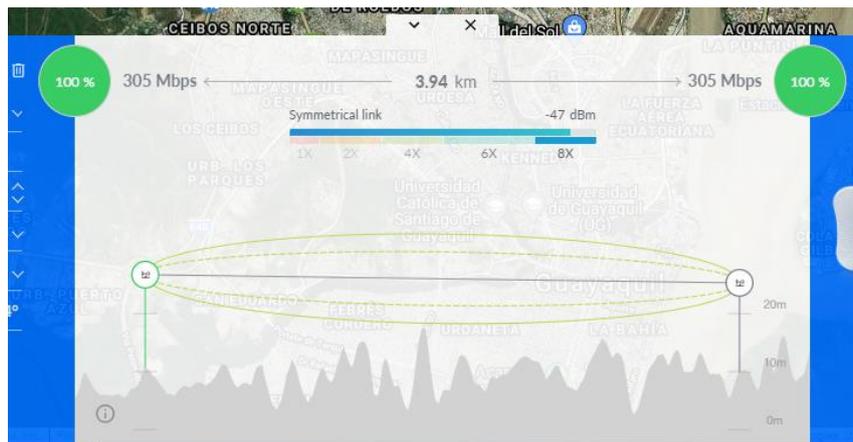


- 6) Setear la altura de la torre y la potencia de transmisión de las antenas.



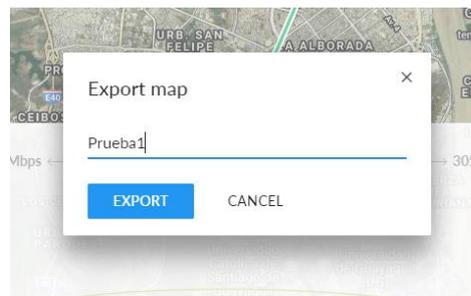
7) Setear las ganancias de las antenas Access Point y Station. En este paso se puede apreciar que el simulador va seleccionando automáticamente el modelo de antena que se adapta al requerimiento.

8) Analizar la Zona de Fresnel para determinar si hay una correcta línea de vista entre las dos antenas. Mediante este gráfico se puede determinar también si las potencias de las antenas son suficientes para el radioenlace. También se puede observar las obstrucciones que existen en el terreno del radioenlace, cabe indicar que las alturas y condiciones del terreno son fiables ya que son tomadas de Google Earth.



9) Observar mediante la línea de propagación que se pueda establecer las comunicaciones entre los dos puntos distantes. Los códigos de colores de la línea de propagación del radioenlace son los siguientes, verde – señal buena, naranja – señal pobre; rojo – señal mala.

10) Colocar nombre y guardar simulación en formato kmz – Export map

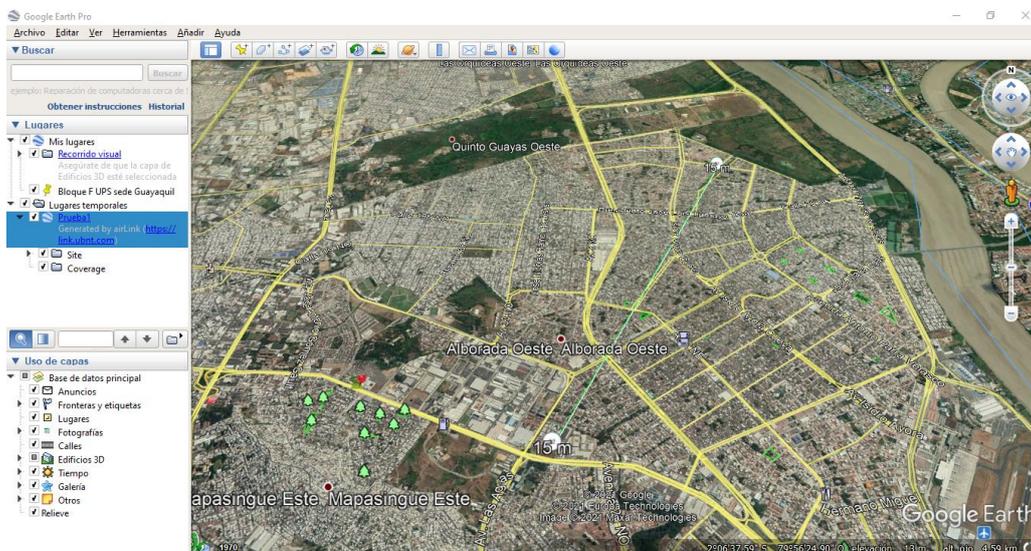


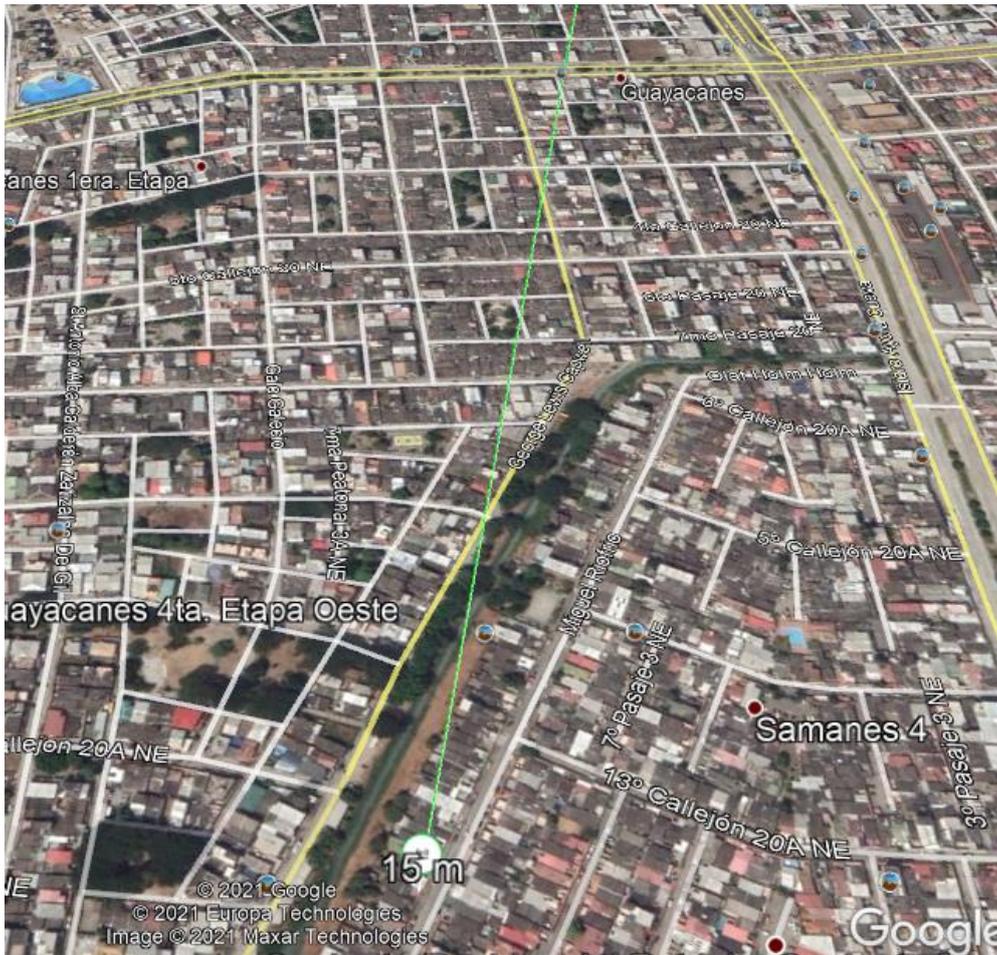
## Google Earth

Google Earth es un software informático que muestra un globo terrestre virtual que proporciona visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales.



11) Abrir archivo kmz con Google Earth y visualizar desde varias perspectivas el radioenlace realizado en Airlink.





**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Observaciones</b>
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

**PUNTAJE:**

**/10**

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

2

**TÍTULO PRÁCTICA:** Ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox y actualización firmware.

**OBJETIVO GENERAL:**

Dar a conocer al estudiante las características más utilizadas para la configuración de los productos Mikrotik, así como también la actualización del sistema RouterOS.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: antenas, PoE, Router, Switch, etc.
- Aprender a ingresar a la interfaz Mikrotik por medio del aplicativo Winbox.
- Aprender a configurar la actualización de firmware.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

## **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

### **Mikrotik**

Mikrotiks Ltd., también conocida como Mikrotik, se trata de una compañía que provee servicios tecnológicos tanto de hardware y software para la elaboración y desarrollo del área de redes. Funciona con un sistema operativo llamado RouterOS el cual transforma una PC o una placa Mikrotik RouterBOARD en un router dedicado. Mikrotik ofrece especialmente la venta de artículos de hardware para las redes como lo son routers conocidos como RouterBOARD y switches que se destacan por el software por el cual está compuesto, denominado tanto RouterOS y SwOS. En 1995 fue la creación de la compañía, aprovechando favorablemente el emporio de la tecnología inalámbrica.



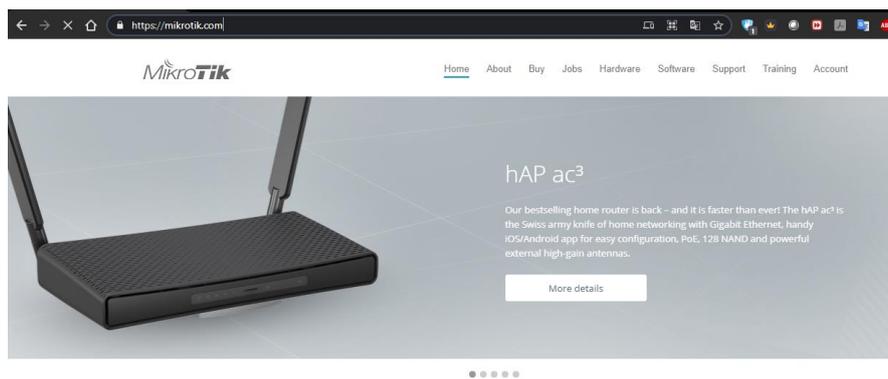
### **RouterOS**

RouterOS está creado con un sistema operativo basado en GNU/Linux que es capaz de implementar tareas que los NSP e ISP generalmente implementan, como por son BGP, IPv6, OSPF o MPLS.

RouterOS constituyen a un sistema versátil, el cual es soportado por la empresa de Mikrotik, a través de los diferentes foros que existen y como también de su Sitio Wiki, facilitando una extensa infinidad de prototipos de configuración.

La venta de RouterOS de la empresa Mikrotik, generalmente se enfoca a los proveedores pequeños y medianos que proveen el servicio de internet, los cuales proporcionan el servicio de banda ancha en áreas remotas.

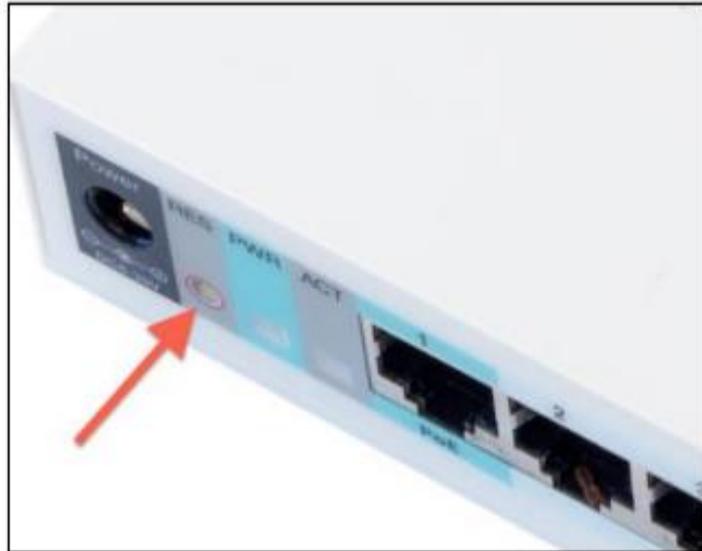
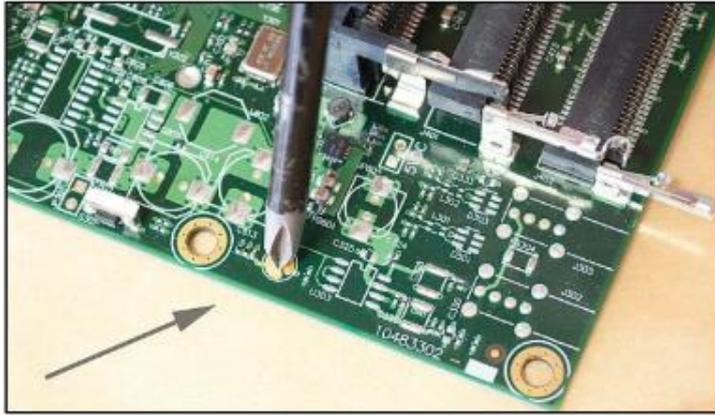
<https://mikrotik.com/>



WHAT'S NEW IN MIKROTIK?

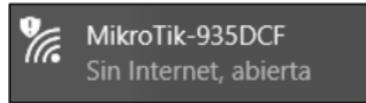
### Marco Procedimental

- 1) Energizar los equipos utilizando los adaptadores PoE o en su respectivo cargador de poder.
- 2) Se deberá realizar un reset por Hardware, los equipos Mikrotik suelen traer en sus carcasas un botón Reset o en su defecto una muesca como se muestra en la imagen que sirve de Reset al cortocircuitarla.

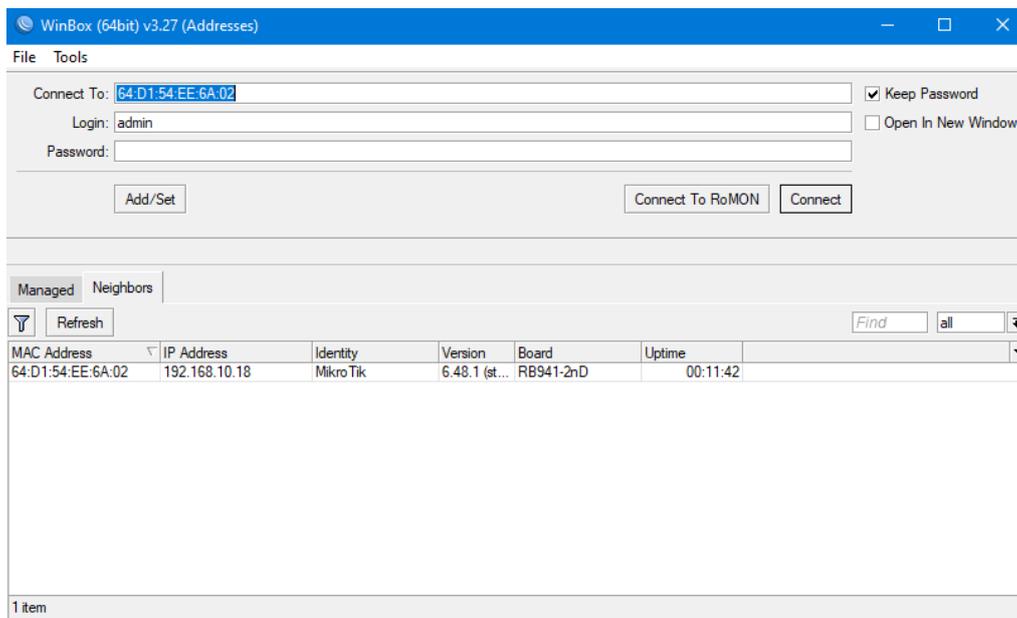


- 3) Desconectar los cables de red y de energía que se encuentren conectados al equipo, mantener presionado el botón Reset o con un destornillador u otro elemento metálico cortocircuitar la muesca, energizar el equipo esperar aproximadamente 10 segundos y dejar de presionar o cortocircuitar el botón Reset, esperar 10 segundos hasta que el equipo elimina la configuración y carga su configuración por defecto.

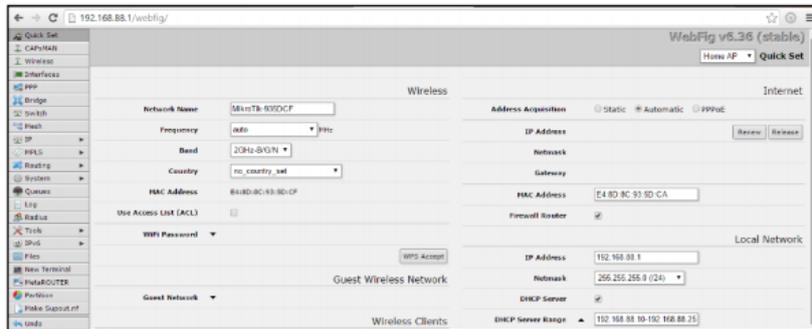
Con este procedimiento el equipo tomará sus valores de fábrica, el cual trae habilitado el puerto eth2 con un servidor DHCP e IP de gestión 192.168.88.1.



- 4) Conectar una PC al equipo Mikrotik, esperar que se le asigne una IP del rango 192.168.88.x y utilizar cualquiera de los siguientes métodos para ingresar al equipo.
  - Por medio del aplicativo Winbox



- Por URL a la IP 192.168.88.1



- Por Telnet o SSH a la IP 192.168.88.1, para esto se puede utilizar Putty.

```

-----
You can type "v" to see the exact commands that are used to add and remove
this default configuration, or you can view them later with
"/system default-configuration print" command.
To remove this default configuration type "r" or hit any other key to continue.
If you are connected using the above IP and you remove it, you will be disconnected.

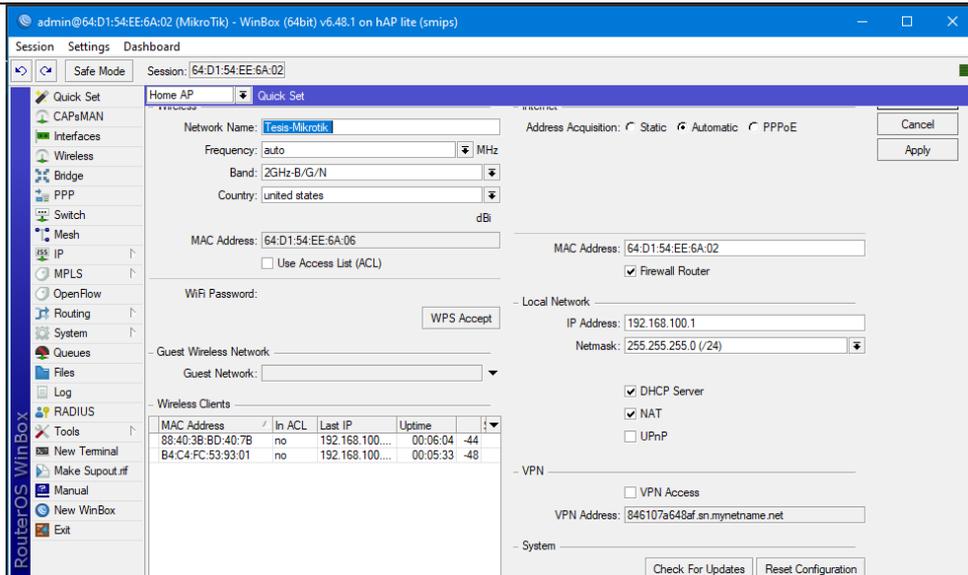
Confirming configuration
Jan/02/1970 00:00:19 system,error,critical router was rebooted without proper shutdown

[admin@Mikrotik] >

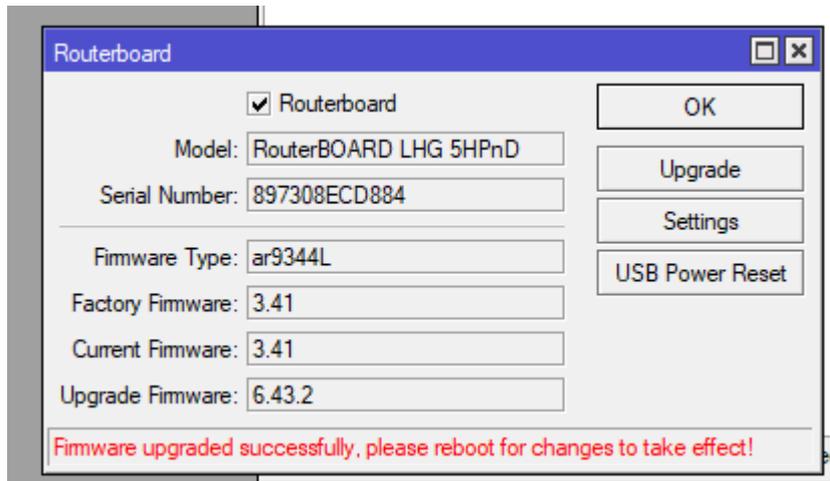
```

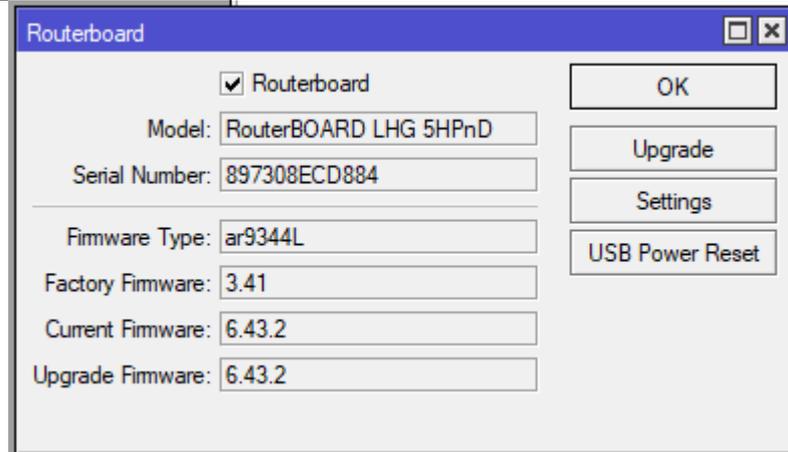
**Nota:** Se recomienda el uso de Winbox para realizar las configuraciones del equipo.

- El acceso mediante consola Winbox se puede realizar en Capa 2 (MAC) o por Capa 3 (IP), el acceso por MAC suele ser inestable, se recomienda preferir el acceso por IP y solo utilizar el acceso MAC cuando sea necesario.



- 5) Para actualizar el equipo es necesario revisar la versión actual de RouterOS y las disponibles en la página de Mikrotik, las siguientes imágenes muestra cómo realizar este proceso de validación.





- 6) Ingresar a la URL <http://www.mikrotik.com/download>, validar el tipo de dispositivo Mikrotik que se desea actualizar y descargar la versión Main package del Current versión.

Actualización de RouterOS

Si ya está ejecutando RouterOS, puede actualizar a la última versión haciendo clic en "Buscar actualizaciones" en QuickSet o en el menú Sistema > Paquetes en WebFig o WinBox.

Consulte la documentación para obtener más información sobre la actualización y los tipos de versión.

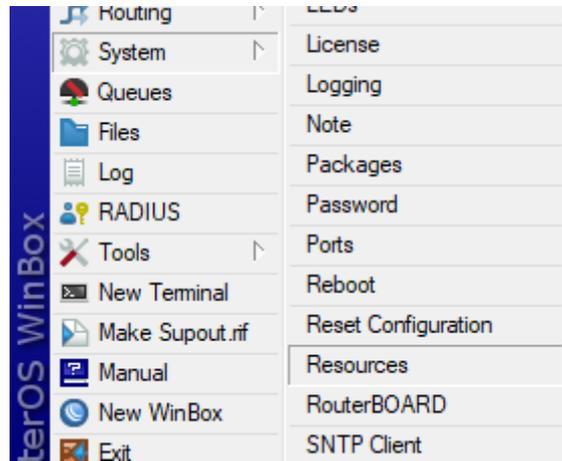
Para administrar su enrutador, use la interfaz web o descargue las utilidades de mantenimiento. Winbox para conectarse a su dispositivo, Dude para monitorear su red y Netinstall para la recuperación y reinstalación.

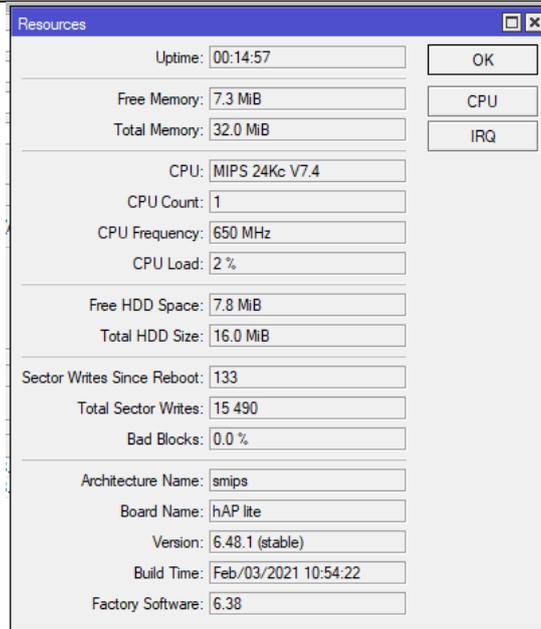
WinBox ▾ El tío ▾ Netinstall ▾ Prueba de ancho de banda

RouterOS  

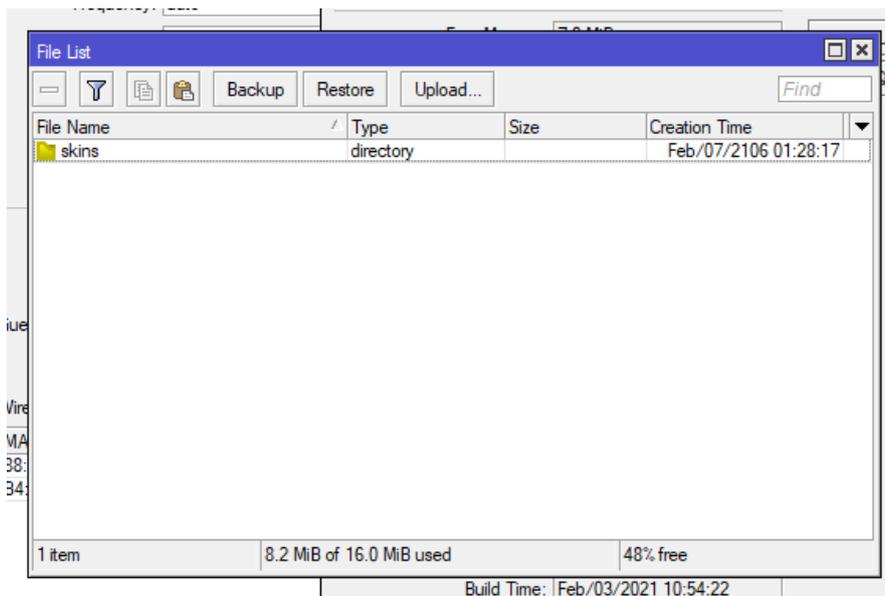
6.47.9 (largo plazo) 6.48.1 (estable) 6.49beta27 (prueba) 7.1beta5 (desarrollo)

	6.47.9 (largo plazo)	6.48.1 (estable)	6.49beta27 (prueba)	7.1beta5 (desarrollo)
<b>MIPSBE</b>	CRS1xx, CRS2xx, CRS312-4C + 8XG, CRS328-24S + 2Q +, CRS354, Cube Lite60, DISC, FiberBox, hAP, hAP ac, hAP ac lite, LDF, LHG, LHG Lite60, hAP mini, mANT, mANTBox 2, mAP, NetBox, NetMetal, PowerBox, PWR-Line, QRT, RB9xx, SXTq, cAP, hEX Lite, RB4xx, wAP, BaseBox, DynaDish, RB2011, SXT, OmniTK, Groove, M Sextante, RB7xx, hEX PoE			
Paquete principal				
Paquetes extra				
<b>ARM64</b>	nRAY, CCR2004, LHGGR			
Paquete principal				
Paquetes extra				
El servidor Dude				-
<b>SMIPS</b>	hAP mini, hAP lite			
Paquete principal				
Paquetes extra				
<b>LOSETA</b>	CCR1xxx			
Paquete principal				
Paquetes extra				
El servidor Dude				-

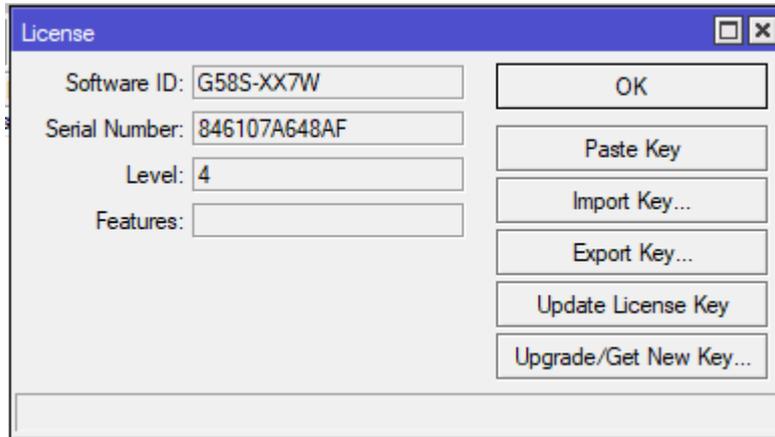




- 7) Para cargar el nuevo firmware se debe ingresar a la carpeta File del equipo y arrastrarlo desde su PC a dicha carpeta (estilo Windows), esperar que termine de copiarse el archivo y luego reiniciar el equipo.



- 8) Dependiendo para que propósito se vaya a destinar al equipo, es necesario validar el tipo de licencia que posee.



Level number	0 (Trial mode)	1 (Free Demo)	3 (WISP CPE)	4 (WISP)	5 (WISP)	6 (Controller)
<b>Price</b>	no key	registration required	not sold separately	\$45	\$95	\$250
<b>Wireless AP</b>	24h trial	-	-	yes	yes	yes
<b>Wireless Client and Bridge</b>	24h trial	-	yes	yes	yes	yes
<b>RIP, OSPF, BGP protocols</b>	24h trial	-	yes	yes	yes	yes
<b>EoIP tunnels</b>	24h trial	1	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
<b>PPPoE tunnels</b>	24h trial	1	200	200	500	unlimited
<b>PPTP tunnels</b>	24h trial	1	200	200	500	unlimited
<b>L2TP tunnels</b>	24h trial	1	200	200	500	unlimited
<b>OVPN tunnels</b>	24h trial	1	200	200	unlimited	unlimited
<b>VLAN interfaces</b>	24h trial	1	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
<b>HotSpot active users</b>	24h trial	1	1	200	500	unlimited
<b>RADIUS client</b>	24h trial	-	yes	yes	yes	yes
<b>Queues</b>	24h trial	1	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
<b>Web proxy</b>	24h trial	-	yes	yes	yes	yes
<b>User manager active sessions</b>	24h trial	1	10	20	50	Unlimited
<b>Number of KVM guests</b>	none	1	Unlimited	Unlimited	Unlimited	Unlimited

- Si se desea cargar una licencia superior en el equipo es necesario conocer el Software ID generado para ese hardware, dirigirse a la página de Mikrotik, comprar la licencia y generar el key para instalarlo en el equipo.

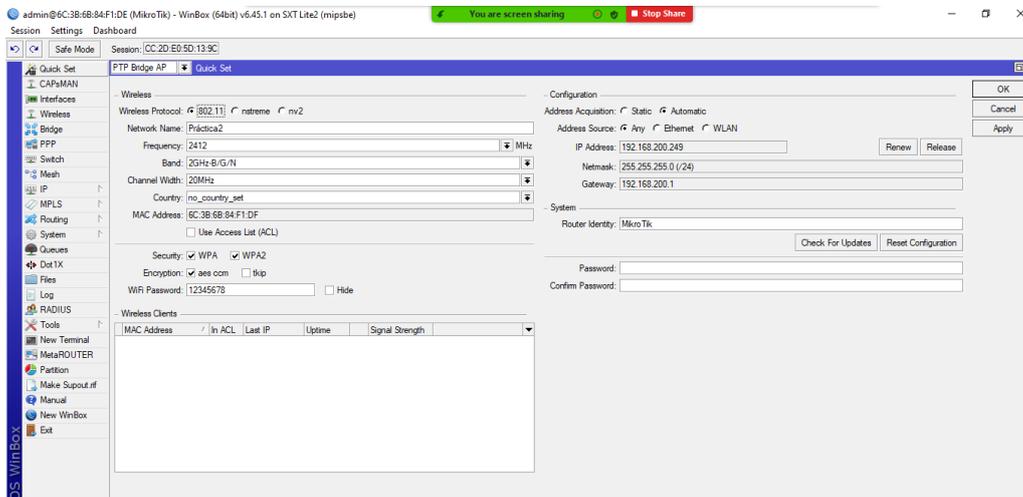
**Nota:** La licencia es única y solo se podrá instalar en ese equipo, si el disco duro se daña o es formateado la licencia se perderá y solo podrá ser recuperada reportando el evento con su respectiva evidencia de lo sucedido al proveedor.



## Actualización de firmware mediante red

En caso de que no se logre actualizar el firmware de la manera anterior, se debe realizar la actualización mediante red.

- 1) Para esto se debe tener conectado el Mikrotik con salida a internet, en este caso se configura el SXT Lite 2 en modo PTP Bridge AP, y se realiza las configuraciones necesarias para que tenga salida a internet, como la correcta configuración de la ip de la red, y los DNS. Validar con un ping desde el terminal



```

Terminal
MMM      MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  OOOOOO   TTT   III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 6.48.1 (c) 1999-2020   http://www.mikrotik.com/

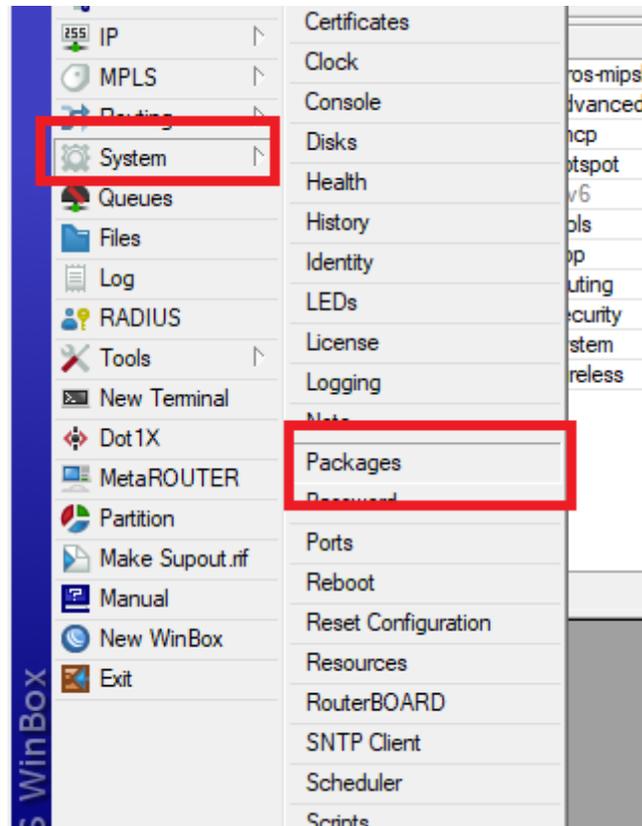
[?]          Gives the list of available commands
command [?]  Gives help on the command and list of arguments

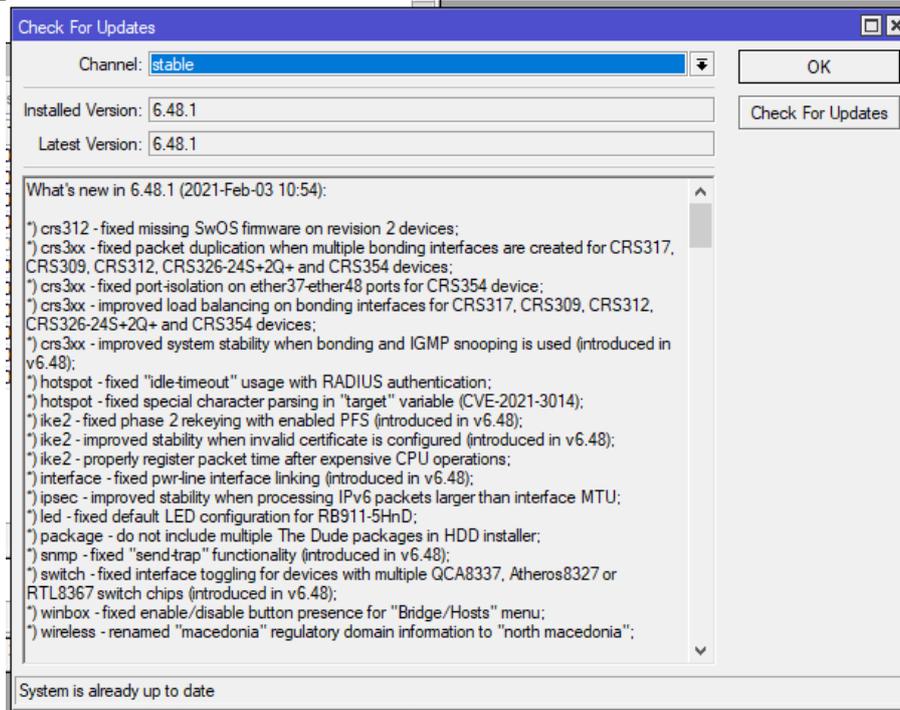
[Tab]       Completes the command/word. If the input is ambiguous,
            a second [Tab] gives possible options

/           Move up to base level
..         Move up one level
/command   Use command at the base level
[admin@MikroTik] > ping www.google.com
  SEQ HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS
  0 172.217.3.132                         56 113 74ms
  1 172.217.3.132                         56 113 69ms
  2 172.217.3.132                         56 113 71ms
  3 172.217.3.132                         56 113 76ms
  4 172.217.3.132                         56 113 76ms
  5 172.217.3.132                         56 113 72ms
  6 172.217.3.132                         56 113 72ms
  7 172.217.3.132                         56 113 69ms

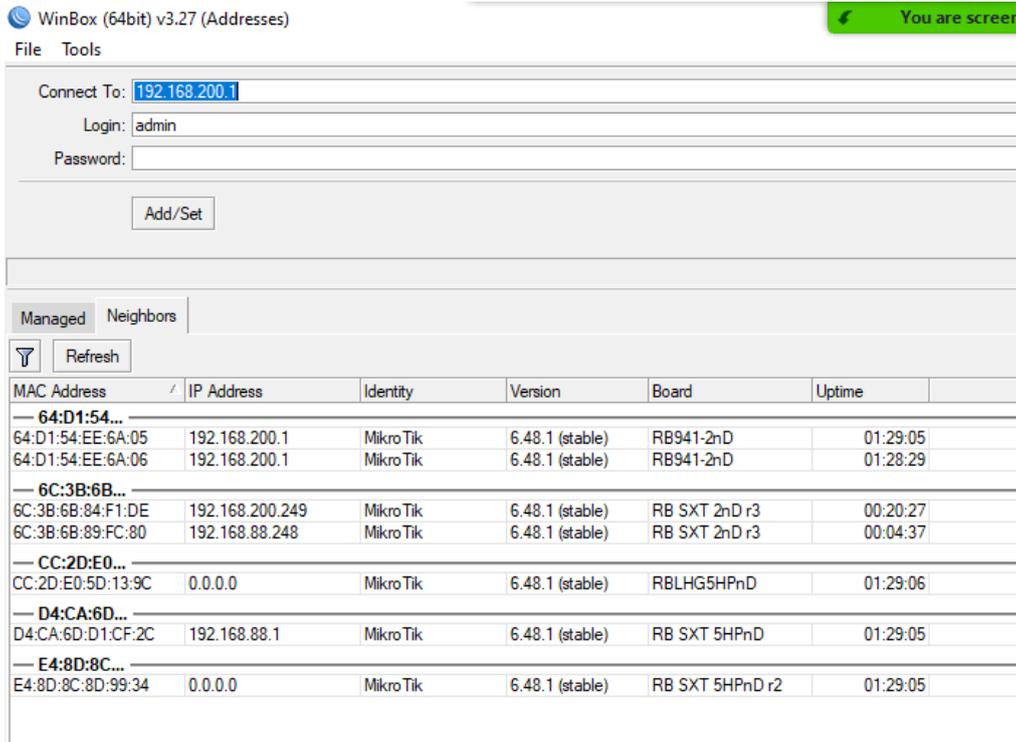
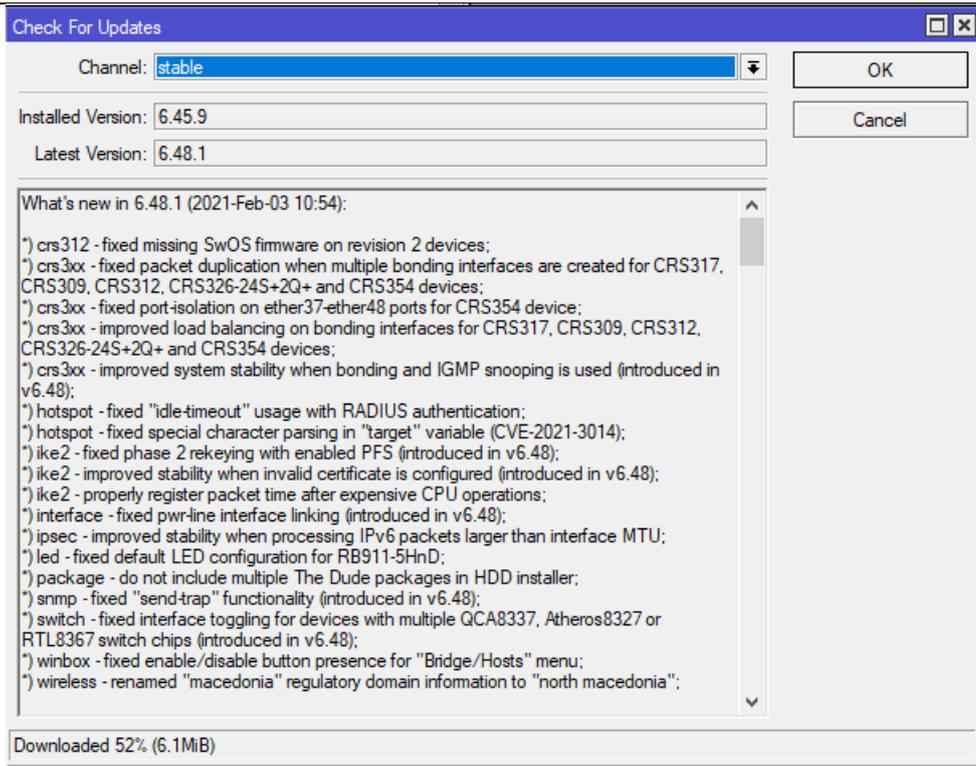
```

- 2) Luego de conectar en red el Mikrotik con salida a internet, se procede a ir a System – Packages. Se debe validar que firmware está actualmente y se procede a dar en Check for Updates.





- 3) Esperar hasta que se reinicie y observar que el firmware se haya actualizado. Validar también desde Winbox.



**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Observaciones</b>
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					
<b>PUNTAJE:</b>					<b>/10</b>

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

3

**TÍTULO PRÁCTICA:** Ingresar a la interfaz Ubiquiti por vía browser y actualización de firmware

**OBJETIVO GENERAL:**

Dar a conocer al estudiante las características más utilizadas para la configuración de los productos Ubiquiti, así como también la actualización del sistema AirOS.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: antenas, PoE, Router, Switch, etc.
- Aprender a configurar las antenas Ubiquiti vía browser.
- Actualización del firmware.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

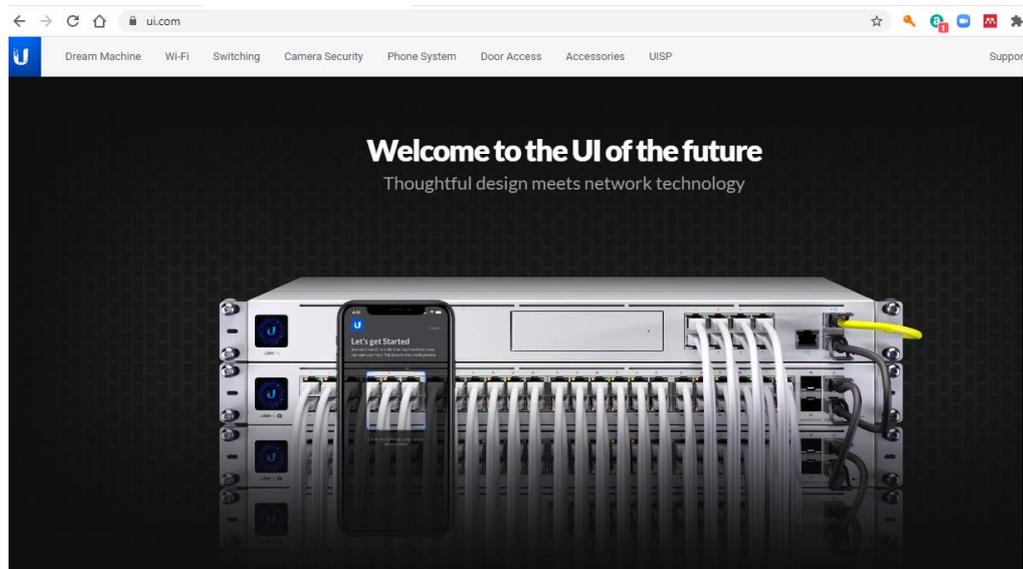
**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

**Ubiquiti Networks**

Ubiquiti Networks, Inc., empresa de Estados Unidos el cual provee tecnologías para la producción de redes inalámbricas. Ubiquiti tiene como objetivo principal el diseño de hardware de redes inalámbricas, siendo estas comunicaciones a distancias largas, y también para áreas reducidas con redes wifi, favorecer a la innovación y el alto rendimiento a bajo coste. Sus principales consumidores son proveedores WISP y empresas que se dedican a dar cobertura de redes. En 2003 fue fundada la compañía, y se dio a conocer formalmente dentro del mercado de tecnología inalámbrica en junio de 2005.



[www.ui.com](http://www.ui.com)



unifi-network.ui.com/wi-fi

Dream Machine Wi-Fi Switching Camera Security Phone System Door Access Accessories UISP

**Unifi** | AP | The standard for high-performance Wi-Fi  
A thoughtfully designed product family

### Access Point U6 Lite

Model: U6-Lite

The price / performance leader in enterprise Wi-Fi 6

Features | Mounts | Skins

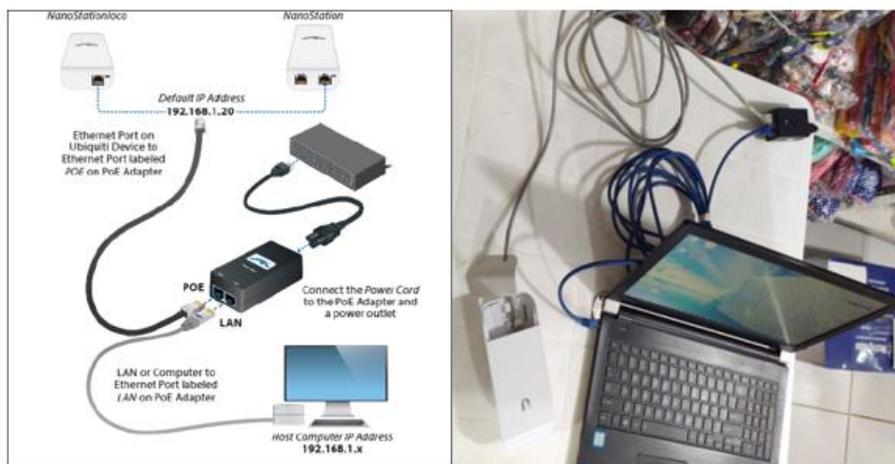
U6 Lite is a two-stream Wi-Fi 6 access point that delivers up to 1.5 Gbps agg radio rate with 5 GHz (MU-MIMO and OFDMA) and 2.4 GHz (MIMO) radios

Wi-Fi 6 Technology | Fast discovery and setup | Home use | Small and medium sized businesses

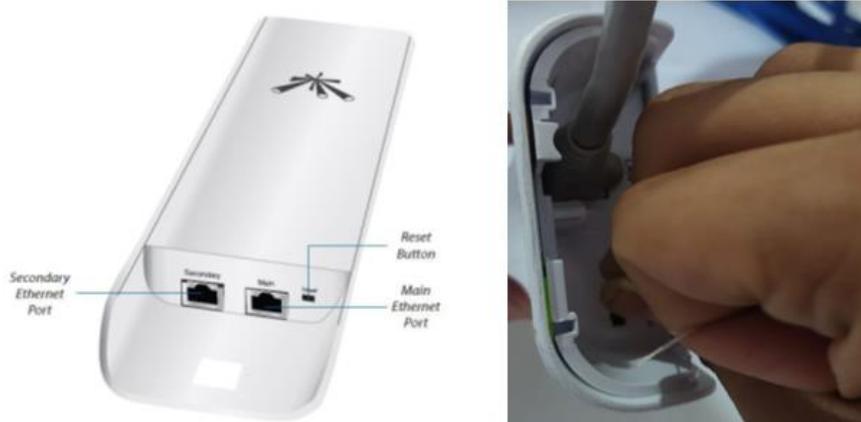
\$ 99.00 | Learn More | Com

1. Energizar las antenas Ubiquiti mediante el POE Inject (Power Over Ethernet), el cable de red UTP Cat 5E o de preferencia cat 6.

Se recomienda para conexiones a exteriores utilizar cables de red FTP o STP ya que tienen un mayor blindaje y protección frente a las interferencias electromagnéticas, condiciones ambientales y climas rigurosos. Hay que considerar que el costo es más alto que el cable UTP cat 5E o 6.

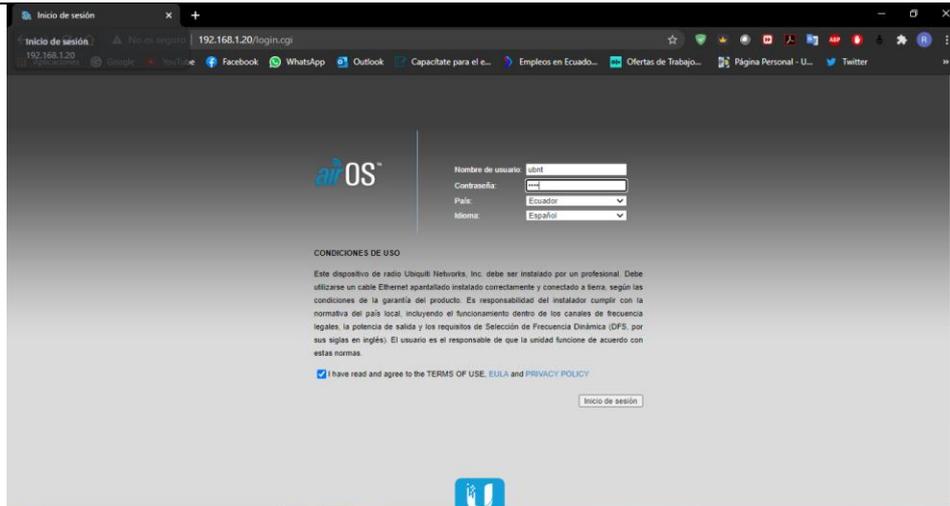


2. Reseteo el equipo Ubiquiti a valores por fábrica para hacer una configuración desde cero.

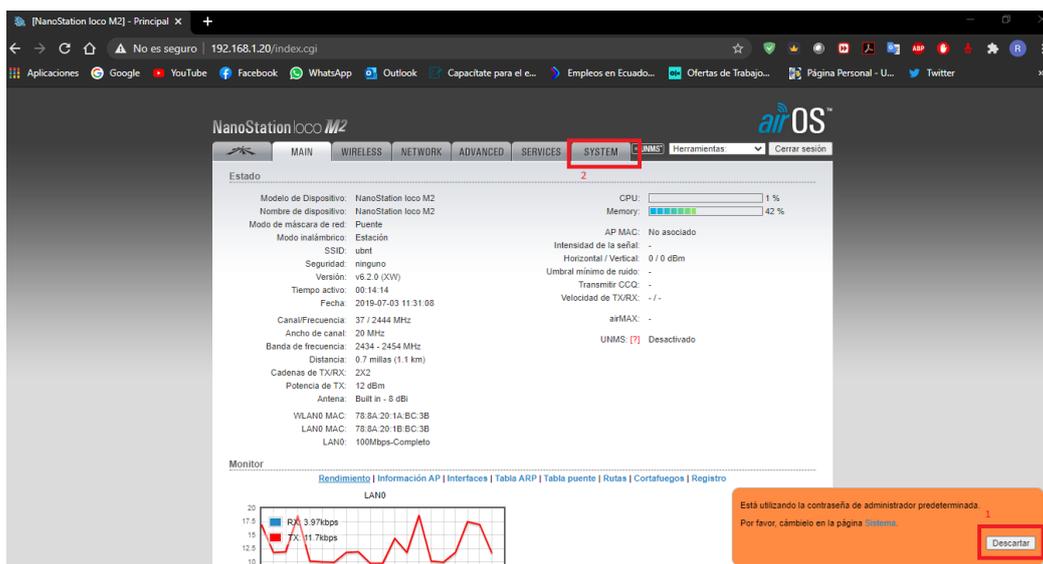


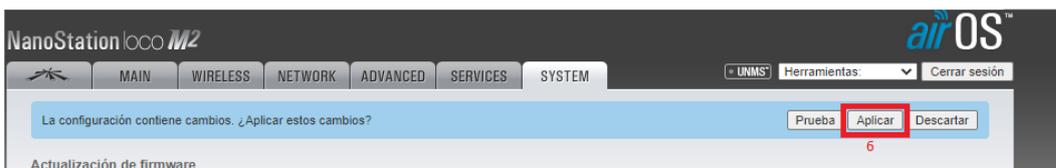
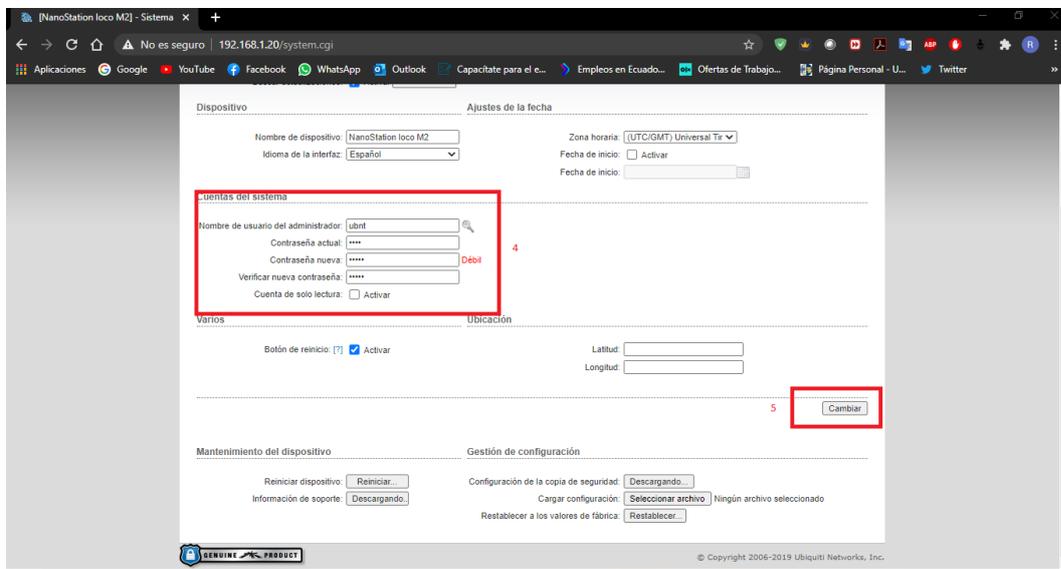
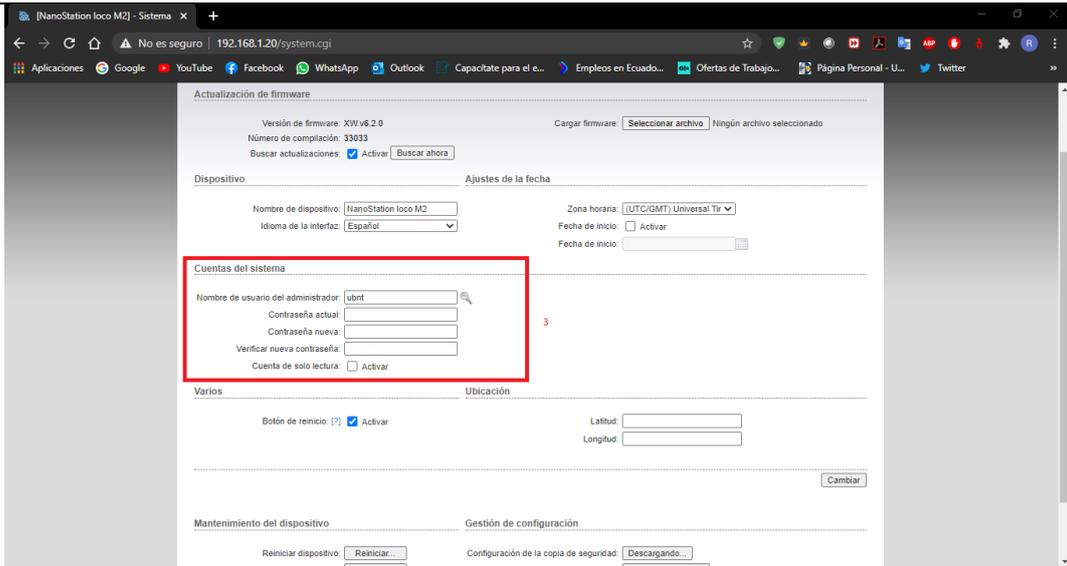
3. Entrar con la ip por default del Ubiquiti 192.168.1.20, User y password ubnt. Hay que considerar que la computadora debe tener una ip de la misma red 192.168.1.x /24 para poder acceder vía http al equipo.



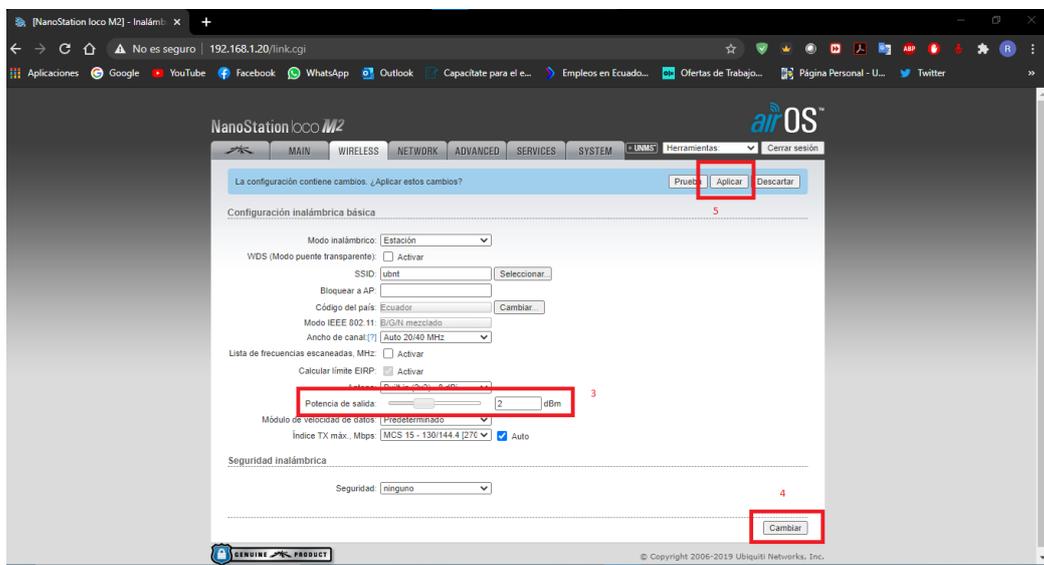
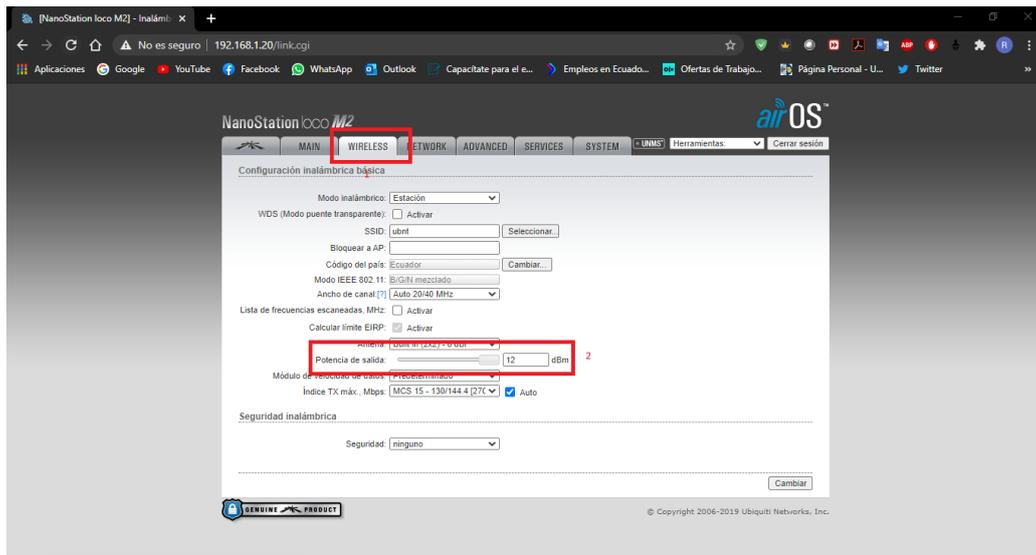


4. Como primera recomendación la herramienta le indica que cambie su contraseña por defecto, puede descartar la recomendación o ir a la pestaña Sistema y cambiar la clave. Utilizar la contraseña: ubnt1.



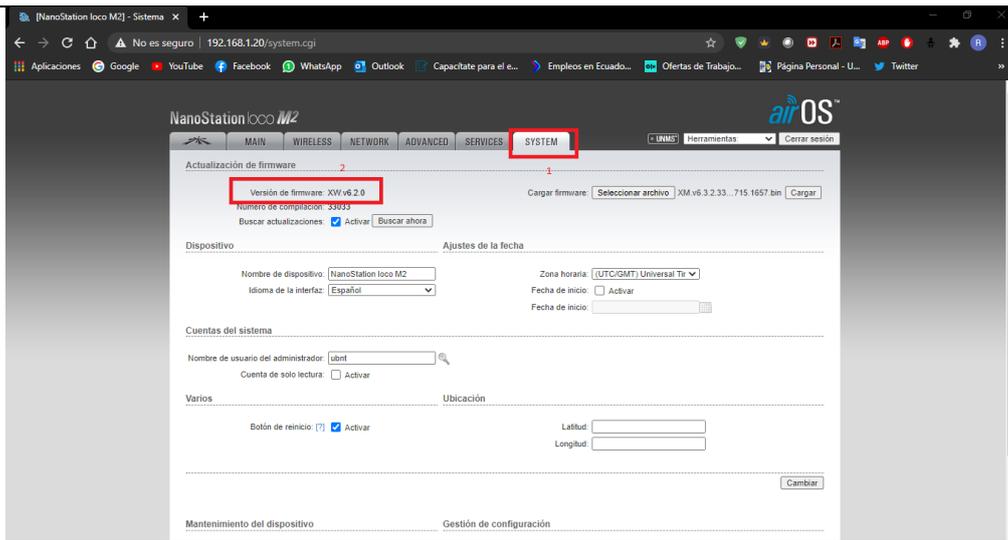


5. Luego del cambio de contraseña se recomienda bajar el nivel de potencia irradiada, dirigirse a Wireless y configurarla en 2 dBm.



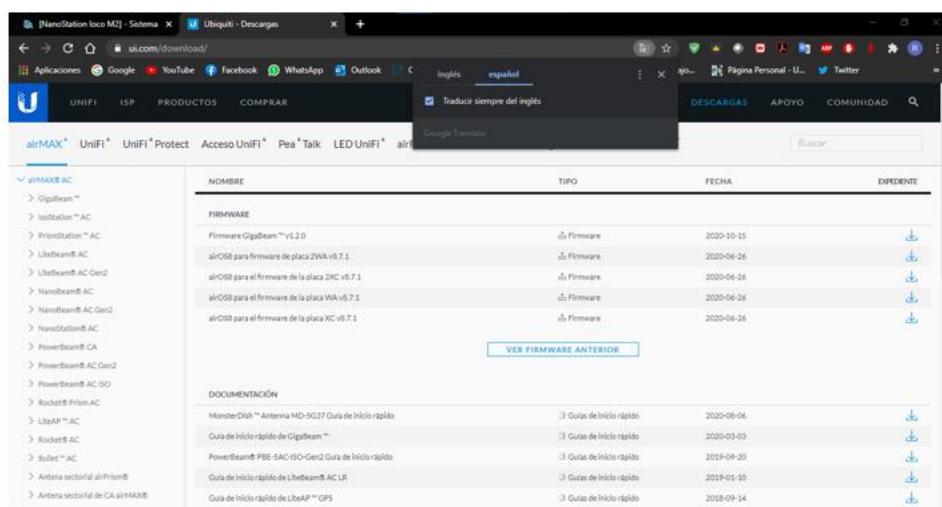
Luego de realizar estos cambios, se recomienda actualizar los equipos a las versiones más estables.

1. Primero validar la versión actual del sistema AirOS ingresando a Sistema.



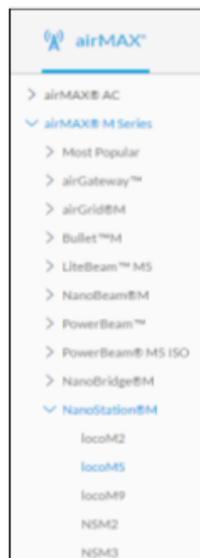
2. Encontrará dos opciones para la actualización, vía conexión a Internet o descargando directamente el firmware de la página de Ubiquiti y cargándola manualmente, para la práctica se utilizará el método directo desde la página de Ubiquiti para un mejor entendimiento del proceso a seguir.

<https://www.ubnt.com/download/>



3. Para demostrar el proceso se utilizará un equipo AirMax NanoStation/Nano Loco M5, una vez validada la versión de firmware en el punto 5, dirigirse a la opción AirMax □ AirMax M Series □ NanoStation M y elegir el modelo de su equipo M2, M5, locoM2, locoM5, etc., se mostrará las opciones de firmware disponibles para ese modelo, antes de elegir la versión de firmware a descargar validar la placa (Board XM/XW) de su equipo el cual se detalla en el nombre de la actual versión de firmware.

<https://www.ui.com/download>

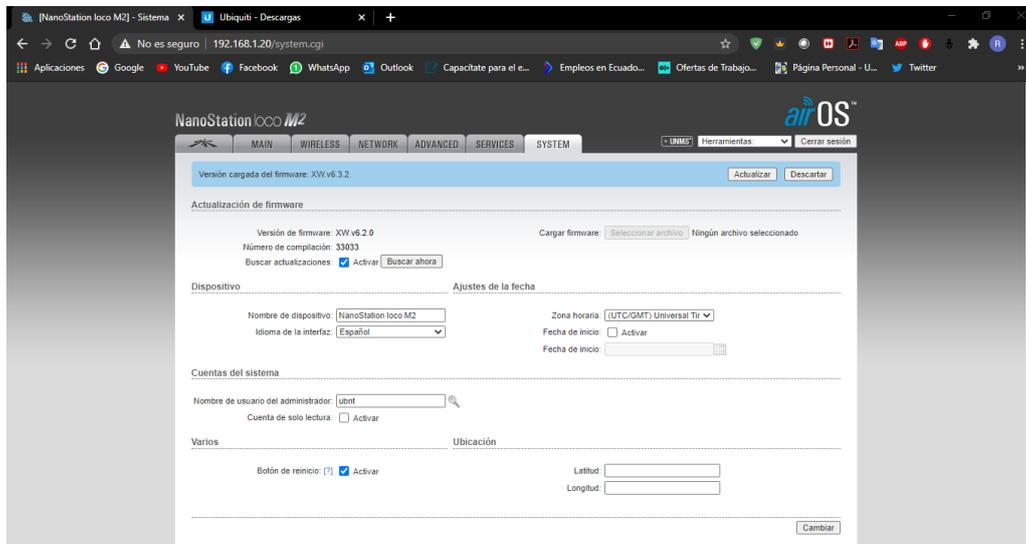
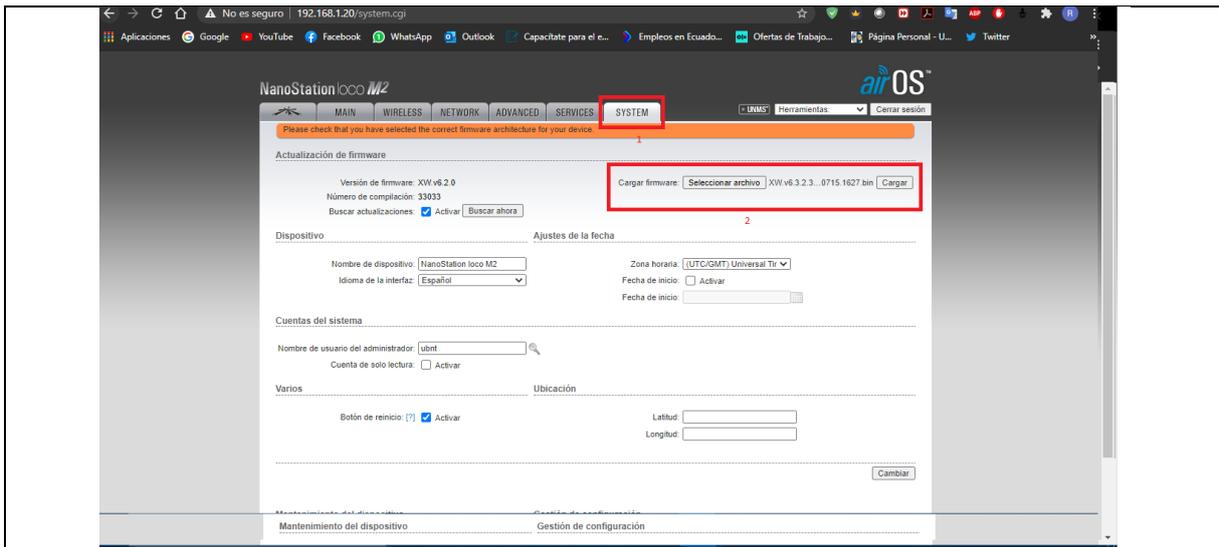


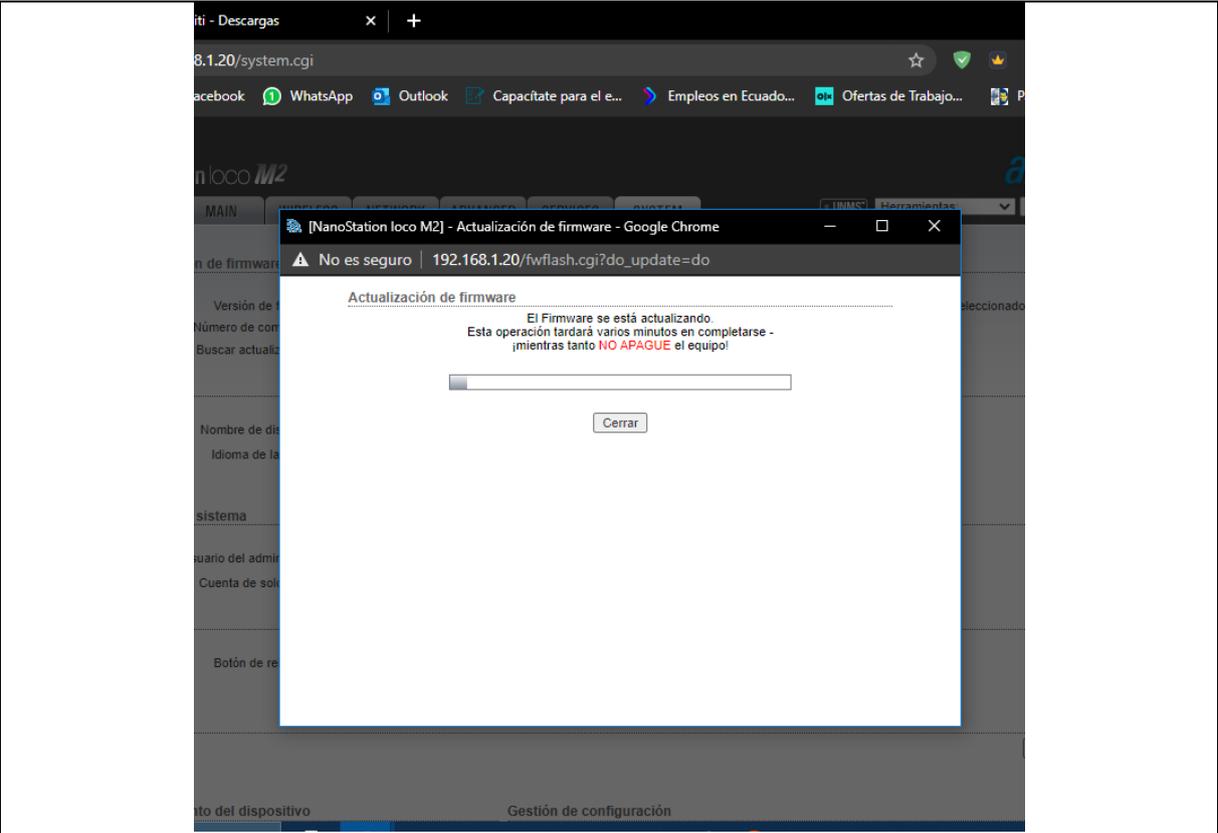
UniFI® Protect UniFI® Access UniFI® Talk UniFI® LED airFiber® LTU® UFiber® EdgeMAX® mFI® sunMAX®

NAME	TYPE	DATE	FILE
FIRMWARE			
airOS6 for XW board firmware v6.3.2	Firmware	2020-07-20	<a href="#">↓</a>
airOS6 for XM board firmware v6.3.2	Firmware	2020-07-20	<a href="#">↓</a>

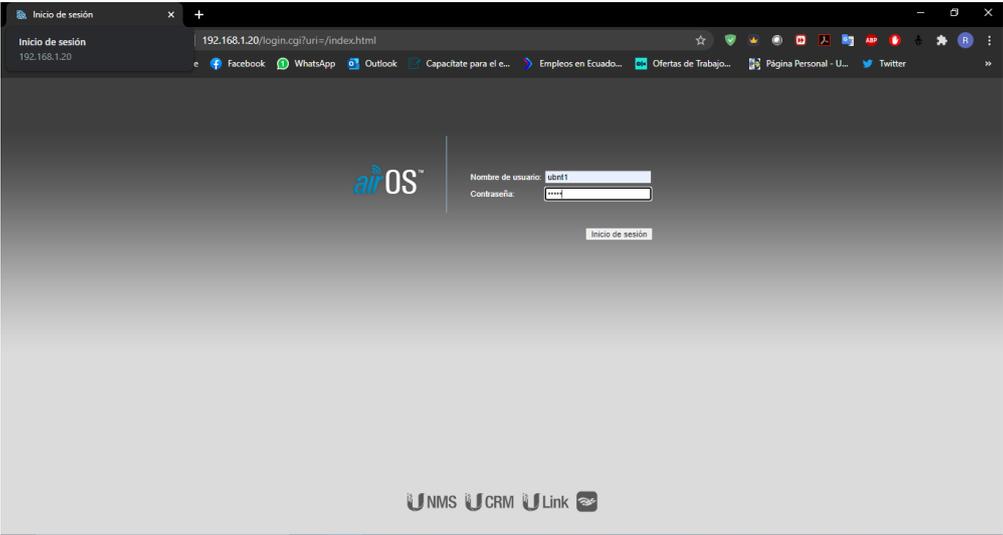
[SEE PAST FIRMWARE](#)

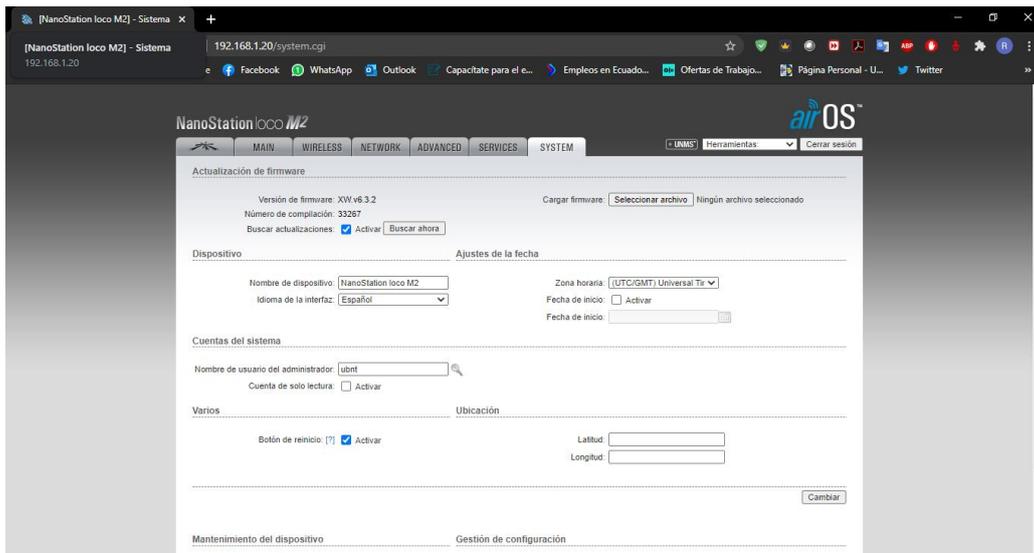
4. Para cargar el nuevo archivo de firmware, dirigirse a la pestaña Sistema, seleccionar el archivo y luego presionar Cargar.





- 5. Para finalizar ingresar nuevamente al equipo (recordar la nueva clave de acceso ubnt1) y en Sistema validar que AirOS este actualizado.





**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones	
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje						
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje						
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje						
<b>PUNTAJE:</b>						<b>10</b>

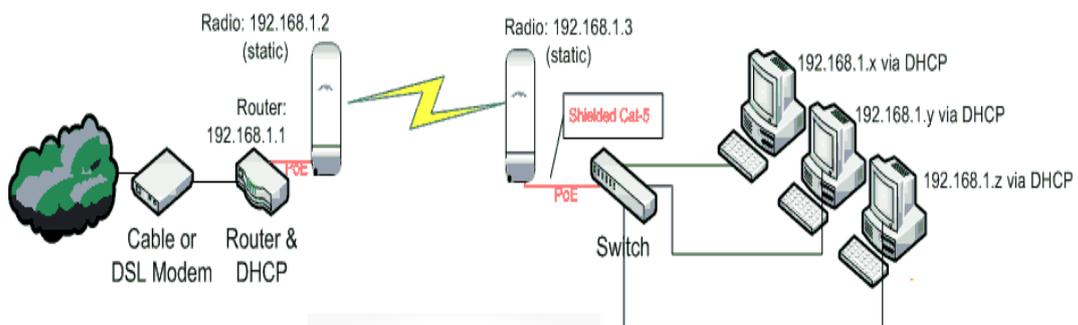
<b>CARRERA:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA		<b>ASIGNATURA:</b>
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	4	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Ubiquiti utilizando protocolo TDMA.
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Comprender la configuración básica para establecer un radioenlace punto a punto utilizando equipos Ubiquiti.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los sistemas que componen el laboratorio de telecomunicaciones: antenas, PoE, Router, Switch, etc.</li> <li>• Aprender a configurar las antenas Ubiquiti vía browser.</li> <li>• Comprender los elementos básicos de programación PtP para la Tx y Rx de señales con equipos Ubiquiti.</li> <li>• Actualización del firmware.</li> <li>• Variar la potencia de salida y observar los cambios resultantes.</li> </ul>		
<b>INSTRUCCIONES</b>		1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.
		2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.
		3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

### ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Las conexiones Punto a Punto se emplean para transmitir dos nodos entre sí de manera inalámbrica, a larga o corta distancia. Con Ubiquiti, se puede realizar conexiones punto a punto de manera más sencilla, teniendo en cuenta diversos factores como son:

- **Ancho de banda a transportar:** Es uno de los puntos más importantes, porque se define el tamaño del canal, el alcance y calidad del enlace.
- **Línea de Vista:** Se destaca por establecer una buena altura de los equipos.
- **Distancia del enlace:** Define la cantidad de potencia que requieren los equipos para asegurar la transmisión del equipo, también, indica que equipo somos capaces de comprar y ahorrar en gastos.
- **Frecuencia para transmitir:** Se considera que frecuencia del espectro es adecuado para la transmisión y para tener un buen enlace debe estar en su respectiva base.



El objetivo de este manual es configurar dos equipos Ubiquiti NanoStation en modo WDS para hacer un enlace punto-a-punto. La versión del AirOS (firmware) de los UBIQUITI, recomendamos actualizar los dispositivos a la última versión de firmware que esté en la página del fabricante.

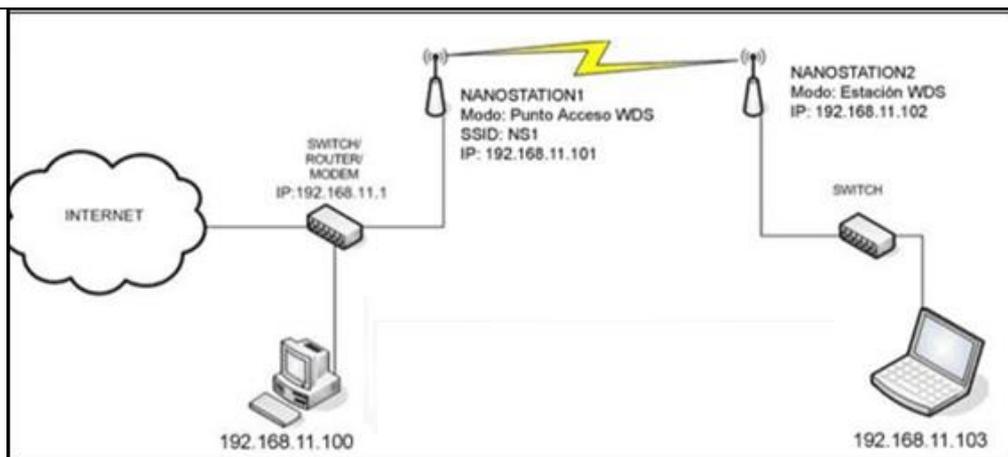
### **¿Cuándo puede ser útil este escenario?**

Por ejemplo, para unir dos naves en puntos remotos y llevar el ADSL de una a otra, o bien para establecer comunicaciones entre ambas naves. Lo mismo se puede aplicar para un usuario que tiene una casa y un apartamento y quiere interconectarlos, y un sin fin más de escenarios en los que esta configuración puede ser útil.

**Importante:** Estos escenarios son válidos siempre que exista visión directa entre los dos puntos.

Para ello vamos a montar el siguiente escenario: partimos de dos puntos distantes, en el que uno de ellos disponemos de conexión a Internet y queremos unirlo con otro punto remoto para poder compartir los recursos del primero y poder navegar por Internet. En el primer punto disponemos de un modem/router con salida a Internet y uno o varios PC's. En el punto remoto disponemos de una serie de PC's y un switch, pero sin salida a Internet, solo trabajan en LAN. Para unirlos vamos a usar 2 Ubiquiti modelo NanoStation 2 o 5, dependiendo de la frecuencia en la que queramos operar. Para este ejemplo en concreto utilizaremos 2 equipos NanoStation2, configurados en modo WDS, uno de ellos como Punto de acceso WDS y el otro como Estación WDS.

A continuación, podemos ver un esquema detallado de la instalación, donde aparecen todos los elementos comentados, los 2 NanoStation, el router/modem, PC's y cableados que podemos tener.



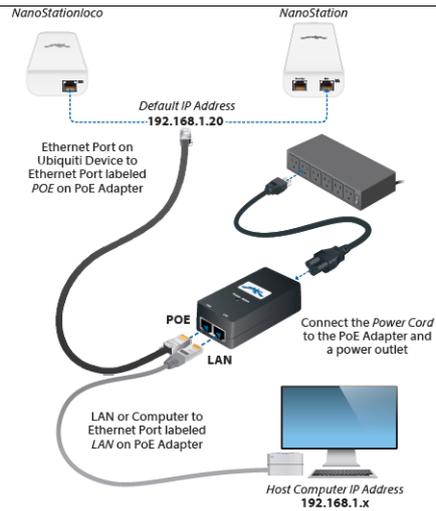
En el esquema ya se ven las configuraciones, pero de todas formas ahora las detallamos para que no haya lugar a errores.

### Marco procedimental

#### Enlace punto a punto (modo bridge)

- 1) Energizar las antenas Ubiquiti mediante el POE Inject (Power Over Ethernet), el cable de red UTP Cat 5E.

Se recomienda para conexiones a exteriores utilizar cables de red FTP o STP ya que tienen un mayor blindaje y protección frente a las interferencias electromagnéticas, condiciones ambientales y climas rigurosos. Hay que considerar que el costo es más alto que el cable UTP cat 5E o 6.



- 2) Reseteo el equipo Ubiquiti a valores por fábrica para hacer una configuración desde cero



- 3) Entrar con la ip por default del Ubiquiti 192.168.1.20, User y password ubnt. Hay que considerar que nuestra computadora debe tener una ip de la misma red 192.168.1.x /24 para poder acceder vía http al equipo.





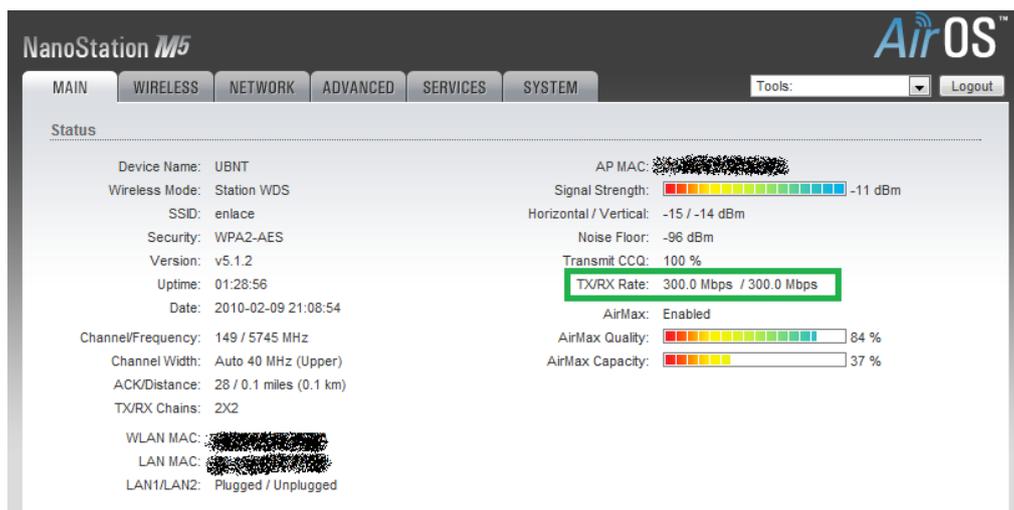
4) Procedemos a la configuración de las antenas Ubiquiti.

El proceso es el siguiente:

**Configuración unidad base:** Se configura la red, la Wireless, configuración Avanzada, De servicios y por último de Sistema.

**Configuración unidad remota:** Se configura la red, la Wireless, configuración Avanzada, De servicios y por último de Sistema.

**Prueba del enlace.**



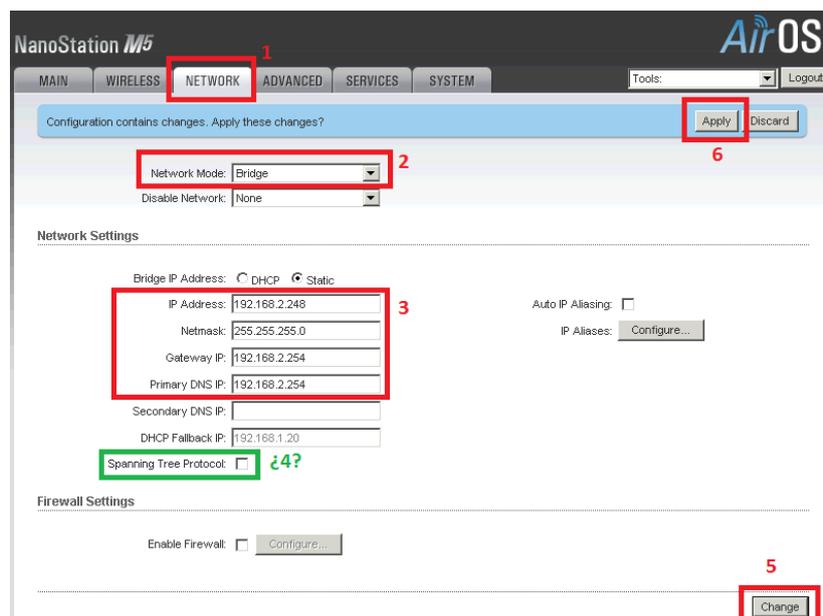
- 5) Configuramos la Unidad Base, en esta práctica vamos a utilizar los dispositivos tipo M5 o M2 que harán como el punto de acceso.

### Configuración de red

Lo primero que se realiza es asignar el direccionamiento a nuestra unidad base. Primero nos ingresamos a la pestaña de Network y se configura los siguientes parámetros:

- Network Mode: Modo Bridge
- IP Address: La dirección IP asignada
- Netmask: La máscara asignada
- Gateway IP: Puerta de enlace de conexión
- Primary DNS IP: El Servidor DNS
- Spanning Tree Protocol: Se activará si se tiene un anillo (para evitar bucles)

Una vez ingresado los datos, damos clic s en Change y a continuación en Apply.

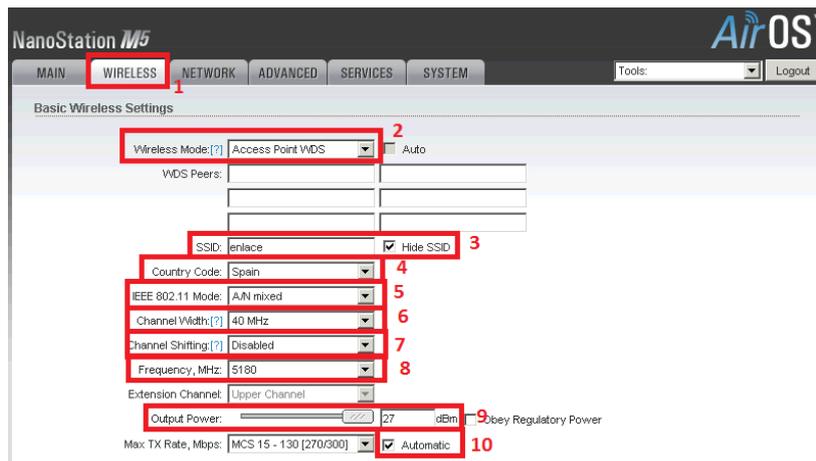


Es favorable cerrar el explorador y nuevamente iniciar sesión, pero esta vez a la nueva IP que se asignó.

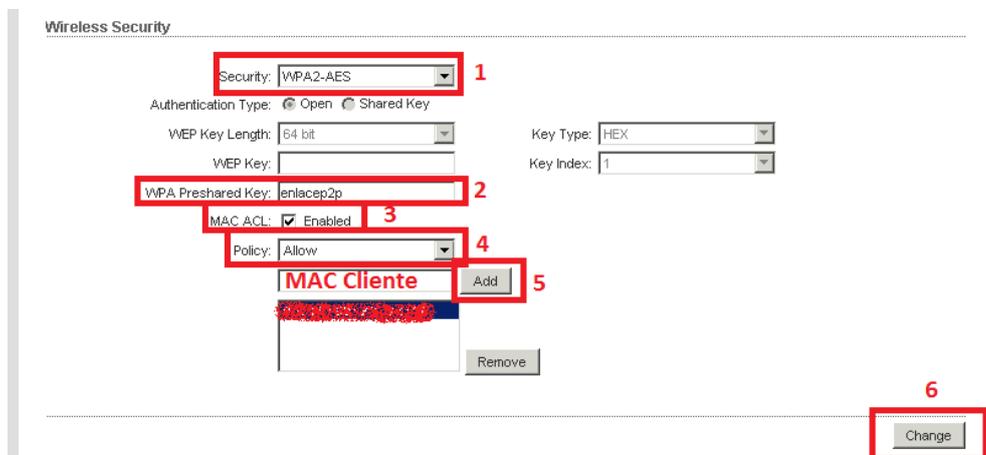
6) Configuración de la parte inalámbrica del Ubiquiti Access Point.

### Configuración Wireless

Se procede a realizar la parte más importante de la configuración, donde se define varios parámetros como son: la frecuencia, país, seguridad y otros parámetros. Para ello nos dirigimos en la pestaña Wireless y configuramos los siguientes parámetros:



Ahora se realiza la configuración de la pestaña de seguridad:

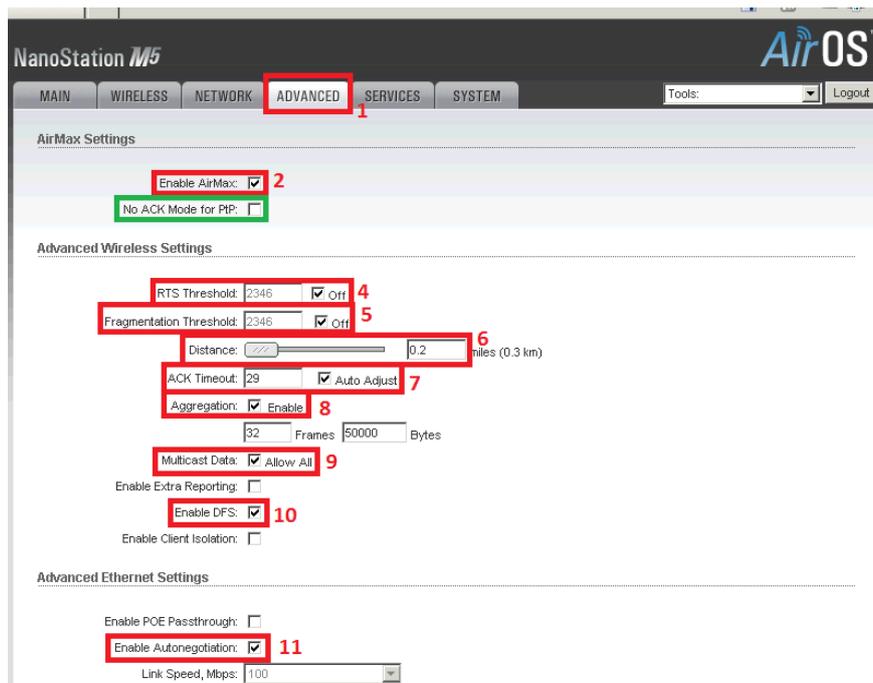


Para confirmar los parámetros ingresados se hace clic en Change y por consecuente en Apply.

7) Configuraciones avanzadas, de servicios y de sistema (Opcionales)

### Configuración avanzada

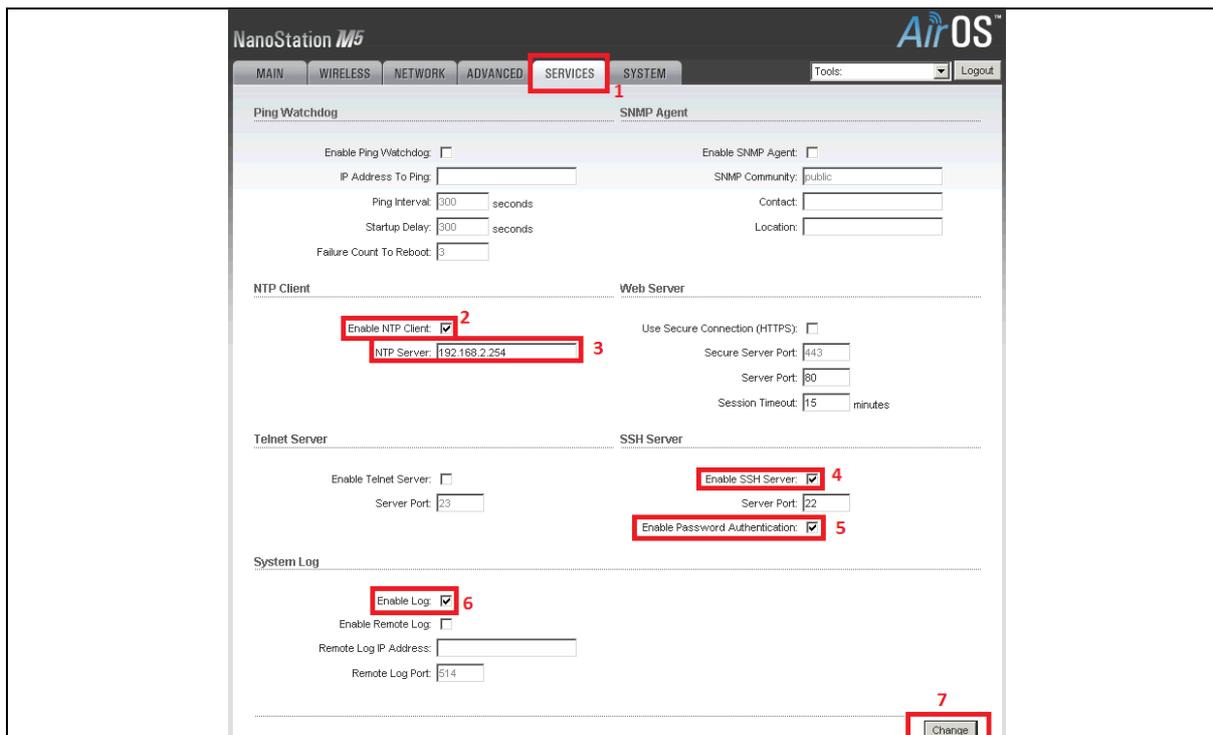
Ahora nos ubicamos en la pestaña Advanced y configuramos los siguientes parámetros:



Hacemos clic en Change y a continuación en Apply.

### Configuración de servicios

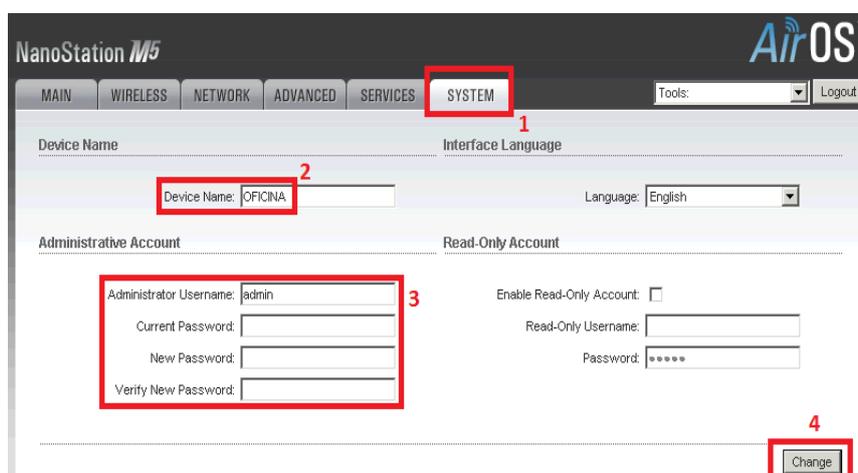
Nos ubicamos en la pestaña Services y se configura los siguientes parámetros:



Damos clic en Change y subsiguientemente en Apply.

### Configuración del sistema:

Por último, nos ubicamos en la pestaña System y configuramos los siguientes parámetros



Damos clic en Change y a continuación en Apply.

## 8) Configuración de la Estación remota (Station)

### Configuración de red

Se procede a repetir el mismo método que el explicado anteriormente con el Access Point en la unidad base, con la especificación que la dirección IP del dispositivo será diferente a la de la unidad base para impedir problemas de IPs.

NanoStation M5 AirOS

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM Tools: Logout

Configuration contains changes. Apply these changes? Apply Discard

Network Mode: Bridge  
Disable Network: None

Network Settings

Bridge IP Address:  DHCP  Static

IP Address: 192.168.2.248  
Netmask: 255.255.255.0  
Gateway IP: 192.168.2.254  
Primary DNS IP: 192.168.2.254  
Secondary DNS IP:   
DHCP Fallback IP: 192.168.1.20

Spanning Tree Protocol:  ¿4?

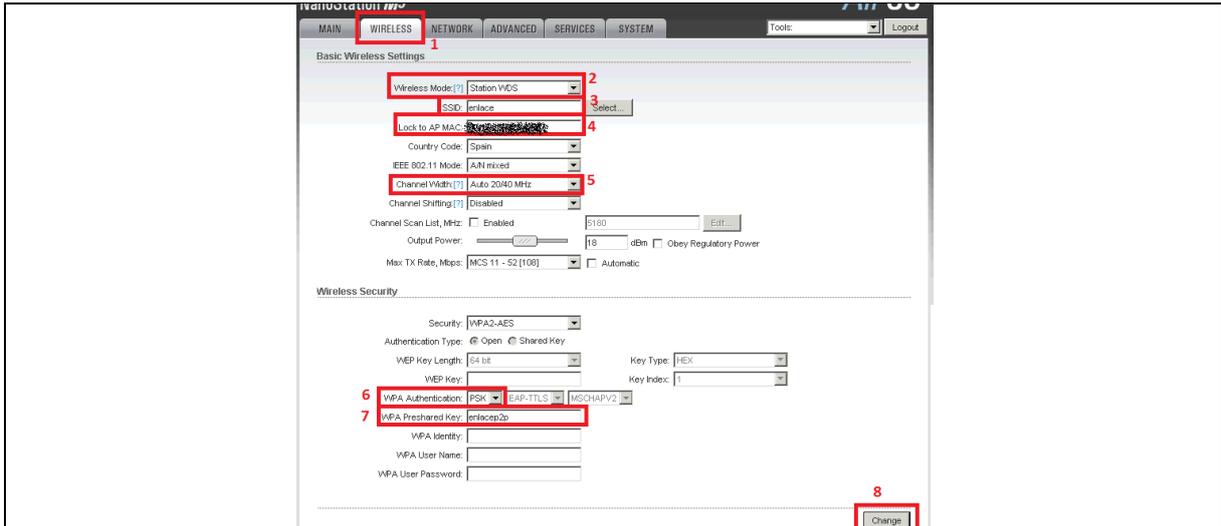
Auto IP Aliasing:   
IP Aliases:

Firewall Settings

Enable Firewall:

### Configuración Wireless

Las opciones de país, modo, potencia y seguridad los dejaremos por defecto a la configuración de la unidad base. Los parámetros nuevos para configurar son los siguientes:



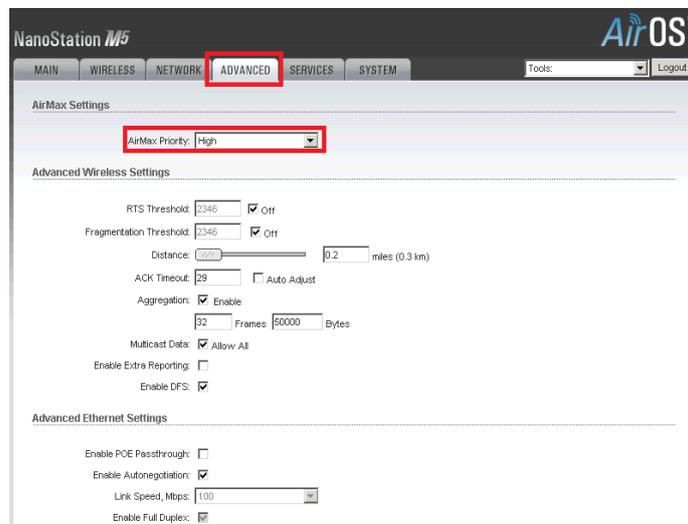
Damos clic en Change y seguidamente en Apply.

### Configuración avanzada:

En este apartado se ingresarán los mismos parámetros que en la unidad base a excepción del siguiente parámetro:

- AirMax Priority: High

Damos clic Change y posteriormente en Apply.



## Configuración de servicios:

Se utiliza exactamente la misma configuración que en la unidad base, además de los siguientes parámetros que ejecutarán un reinicio de la unidad remota si pierde comunicación con la unidad base. Resulta eficiente cuando existen cuelgues en la unidad remota y no existe la forma de reiniciar el equipo mediante la interfaz WEB.

- Enable Ping Watchdog: Activar
- IP Address to Ping: IP de la unidad base

Damos clic en Change y luego en Apply.

The screenshot shows the configuration page for NanoStation M5 AirOS, specifically the SERVICES tab. The interface includes a navigation menu at the top with tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES (highlighted with a red box and number 1), and SYSTEM. Below the navigation, there are sections for various services:

- Ping Watchdog:** This section contains several settings. The 'Enable Ping Watchdog' checkbox is checked and highlighted with a red box and number 2. The 'IP Address To Ping' text box contains the value '192.168.2.248' and is highlighted with a red box and number 3. Other settings include 'Ping Interval' (300 seconds), 'Startup Delay' (300 seconds), and 'Failure Count To Reboot' (3).
- SNMP Agent:** This section includes 'Enable SNMP Agent' (unchecked), 'SNMP Community' (public), 'Contact', and 'Location'.
- NTP Client:** This section includes 'Enable NTP Client' (checked), 'NTP Server' (192.168.2.254), and 'Use Secure Connection (HTTPS)' (unchecked).
- Web Server:** This section includes 'Secure Server Port' (443), 'Server Port' (80), and 'Session Timeout' (15 minutes).
- Telnet Server:** This section includes 'Enable Telnet Server' (unchecked) and 'Server Port' (23).
- SSH Server:** This section includes 'Enable SSH Server' (checked), 'Server Port' (22), and 'Enable Password Authentication' (checked).
- System Log:** This section includes 'Enable Log' (checked).

## Configuración del sistema:

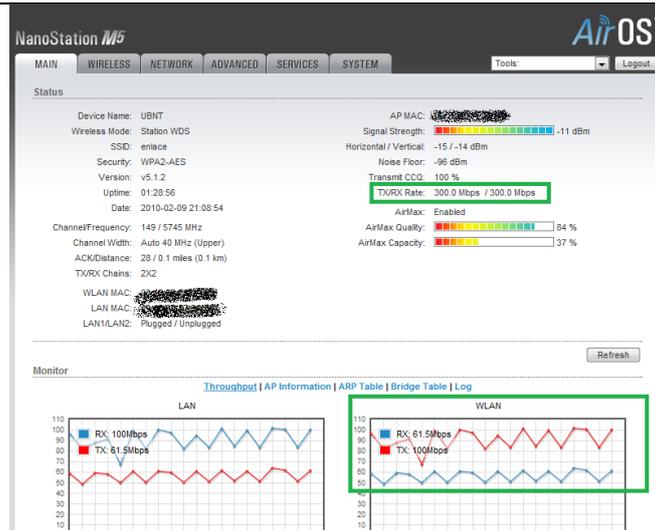
Se procede a realizar los mismos pasos que en la unidad base, pero cambiamos el nombre del dispositivo:

- Device Name: Introducimos un nombre que describa su función (como por ejemplo usar la raíz RB de base remota)

The screenshot shows the 'SYSTEM' configuration page in the NanoStation M5 AirOS web interface. The 'SYSTEM' tab is selected and highlighted with a red box and the number 1. The 'Device Name' field is highlighted with a red box and the number 2, containing the text 'OFICINA'. The 'Administrative Account' section is highlighted with a red box and the number 3, containing fields for 'Administrator Username' (admin), 'Current Password', 'New Password', and 'Verify New Password'. The 'Read-Only Account' section contains an 'Enable Read-Only Account' checkbox, 'Read-Only Username', and 'Password' fields. A 'Change' button is highlighted with a red box and the number 4.

#### 9) Prueba del enlace punto a punto.

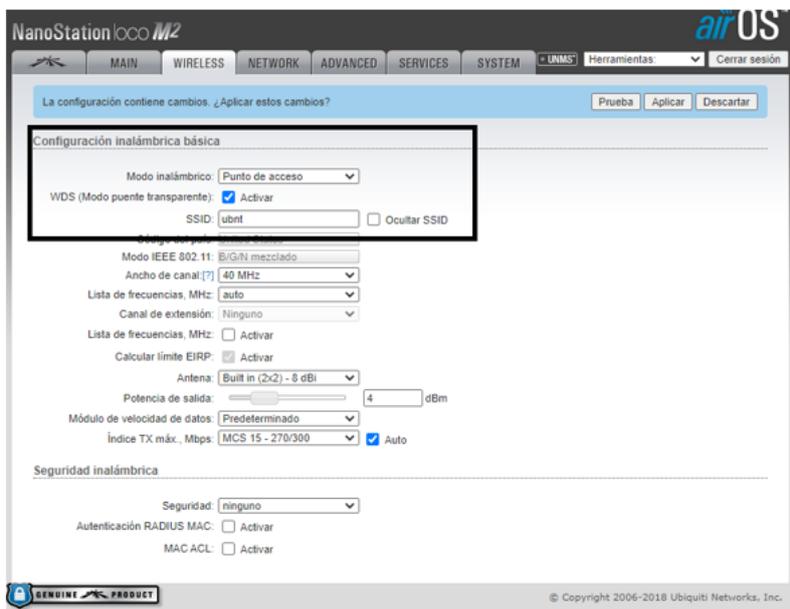
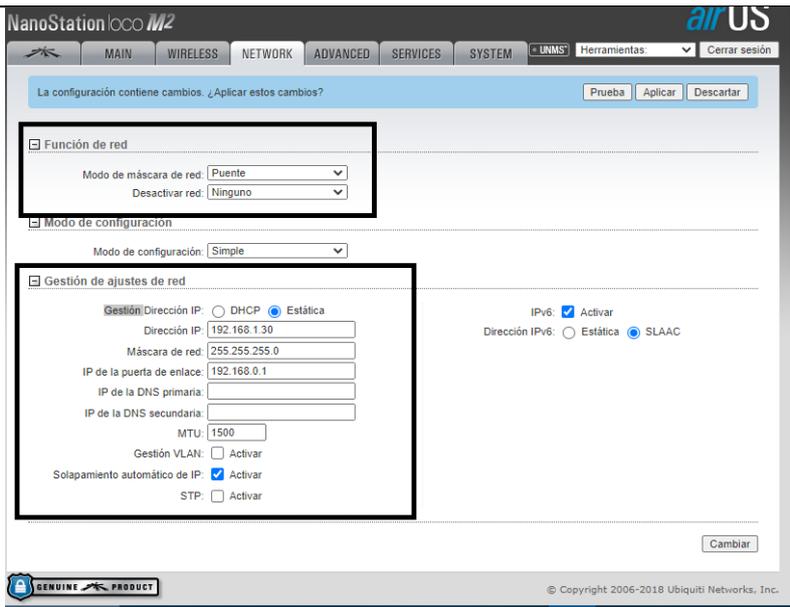
Para experimentar el enlace se puede usar la herramienta gratuita Btest (Bandwidth Test) de Mikrotik. Lo que se procede a hacer es ejecutar en modo servidor en la unidad base y en modo cliente en la base remota. Se ejecuta una instancia en el cliente enviando tráfico UDP y otra instancia recibiendo tráfico UDP.



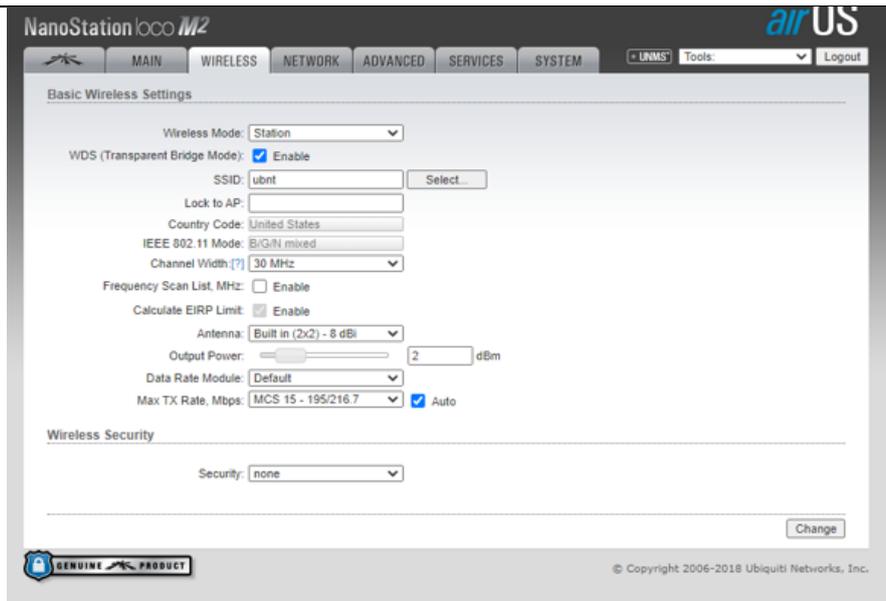
Para el desarrollo del taller se utilizará las siguientes Ips.

Práctica N°	Pedestal 1	IP	Gateway	Mascara	Configuración	SSID	Password WIFI
3, 6	Nano Station M5 P1	192.168.200.2	192.168.200.1	255.255.255.0	Access Point	Practica6	ups.2021
4, 6	Nano Station Loco M5 P1	192.168.200.50	192.168.200.1	255.255.255.0	Estación	Practica4	ups.2021
8, 10	Nano Station Loco M2 P1	192.168.200.41	192.168.200.1	255.255.255.0	Estación	Practica8	ups.2021

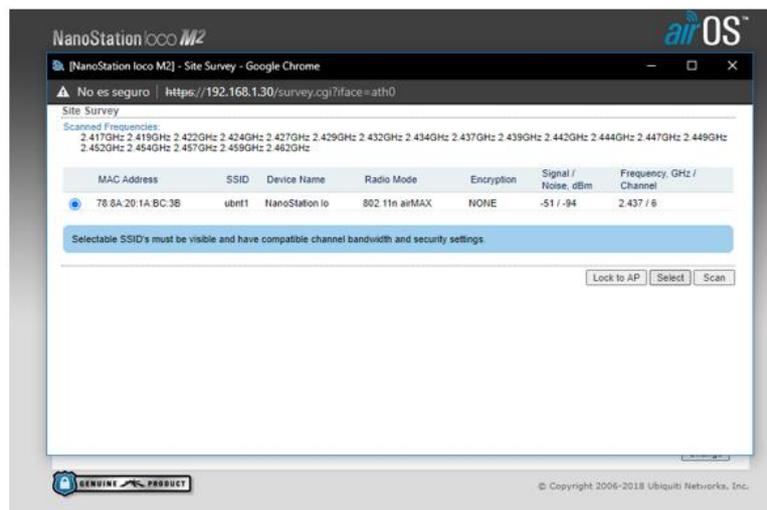
Práctica N°	Pedestal 2	IP	Gateway	Mascara	Configuración	SSID	Password WIFI
3, 4	Nano Station M5 P2	192.168.200.51	192.168.200.1	255.255.255.0	Access Point	Practica4	ups.2021
6	Nano Station Loco M5 P2	192.168.200.3	192.168.200.1	255.255.255.0	Estación	Practica6	ups.2021
8, 10	Nano Station Loco M2 P2	192.168.200.40	192.168.200.1	255.255.255.0	Access Point	Practica8	ups.2021



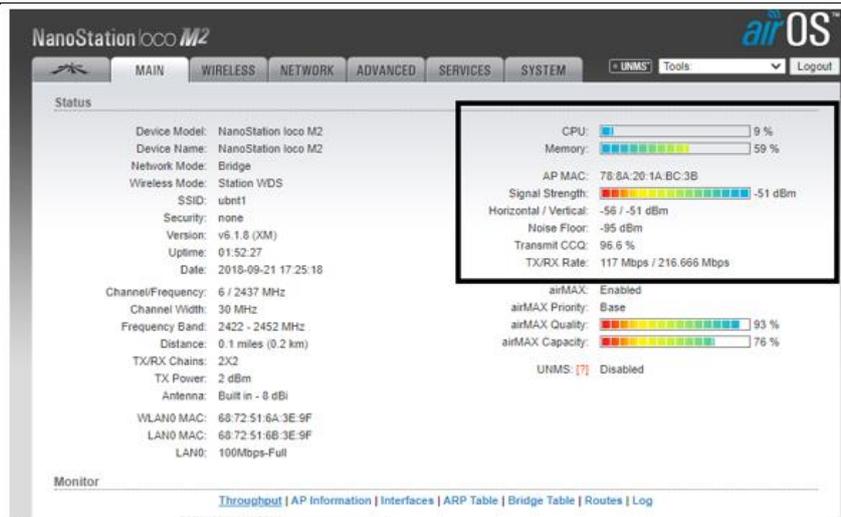
Del lado del CPE la configuración IP y Wireless dejarla por defecto, solo activar WDS Mode y presionar el botón Seleccionar ubicado en Wireless junto a SSID, esperar que el CPE escanee las frecuencias en busca de los AP trabajando en esas frecuencias.



Seleccionar la BS al cual nos queremos conectar, identificarlo por medio de su dirección MAC o SSID (para el taller se recomienda ubicar un SSID único para evitar confusión con el BS de otro grupo), dar click en Select.

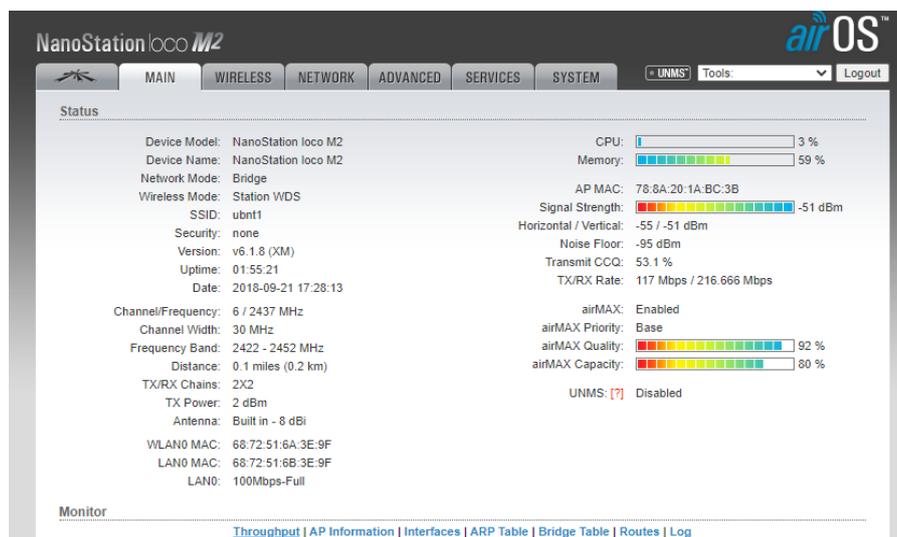


En el BS se puede validar su dirección MAC en la pestaña Main.



Una vez realizada la conexión se puede validar el estado del enlace del lado del BS y CPE en la pestaña Main como se muestra a continuación.

### Estado conexión BS:



**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Observaciones</b>
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

<b>PUNTAJE:</b>	<b>/10</b>

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

5

**TÍTULO PRÁCTICA:** Configurar enlace punto a punto PtP (modo bridge) con Mikrotik utilizando protocolo Nstreme.

**OBJETIVO GENERAL:**

Introducir al estudiante a desarrollar las configuraciones básicas de Mikrotik para crear redes inalámbricas y redes punto a punto.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Aprender a configurar los parámetros básicos de una Red WLAN con Mikrotik.
- Conceptos teóricos y prácticos de Mikrotik.
- Configurar Mikrotik para redes PtP con protocolo Nstreme.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

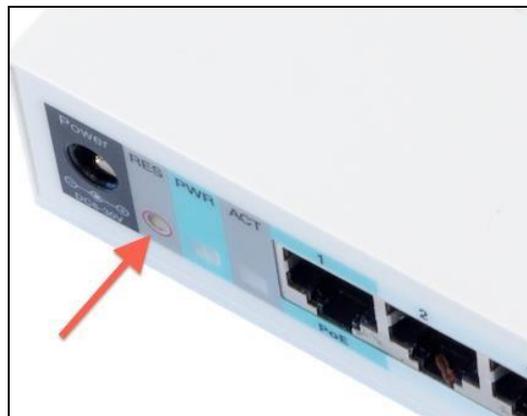
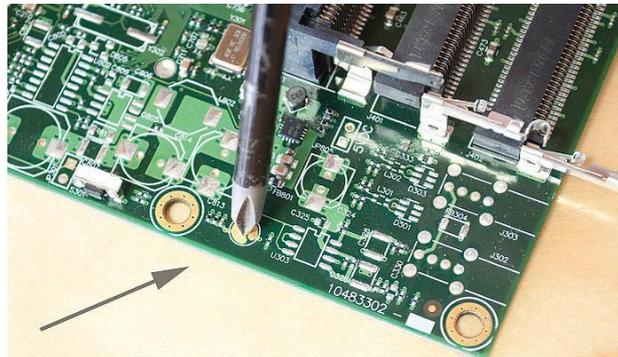
2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

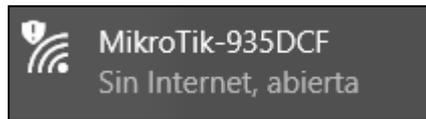
**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

1. Energizar los equipos utilizando los adaptadores PoE o en su respectivo cargador de poder.
2. De ser necesario se deberá realizar un reset por hardware, los equipos Mikrotik suelen traer en sus carcasas un botón Reset o en su defecto una muesca como se muestra en la imagen que sirve de Reset al cortocircuitarla



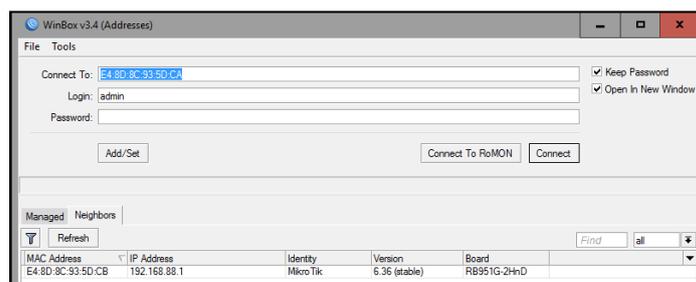
Desconectar los cables de red y de energía que se encuentren conectados al equipo, mantener presionado el botón Reset o con un destornillador u otro elemento metálico cortocircuitar la muesca, energizar el equipo esperar aproximadamente 10 segundos y dejar de presionar o cortocircuitar el botón Reset, esperar 10 segundos hasta que el equipo elimina la configuración y carga su configuración por defecto.

Con este procedimiento el equipo tomará sus valores de fábrica, el cual trae habilitado el puerto eth2 con un servidor DHCP e IP de gestión 192.168.88.1.

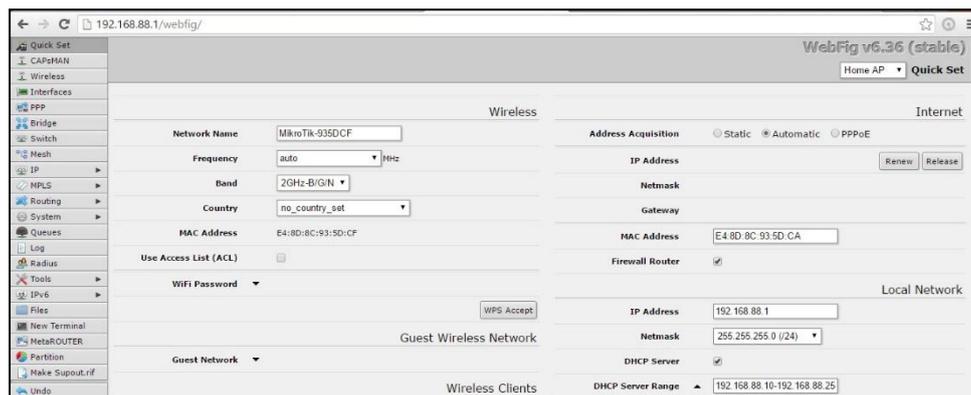


3. Conectar una PC al equipo Mikrotik, esperar que se le asigne una IP del rango 192.168.88.x y utilizar cualquiera de los siguientes métodos para ingresar al equipo.

- Por medio del aplicativo Winbox



- Por URL a la IP 192.168.88.1

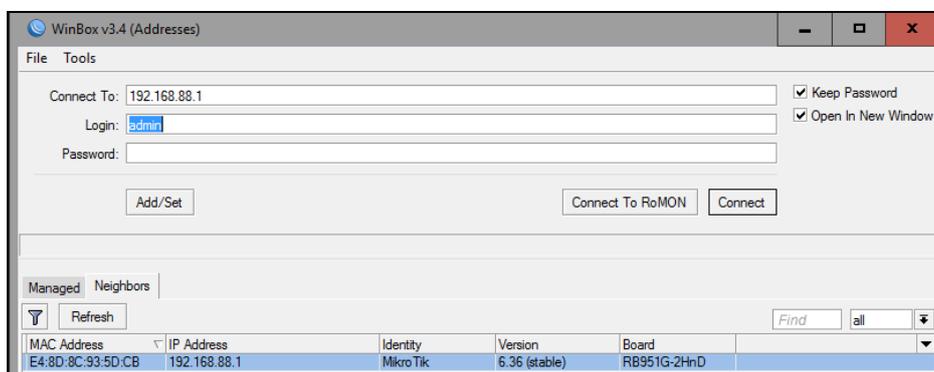


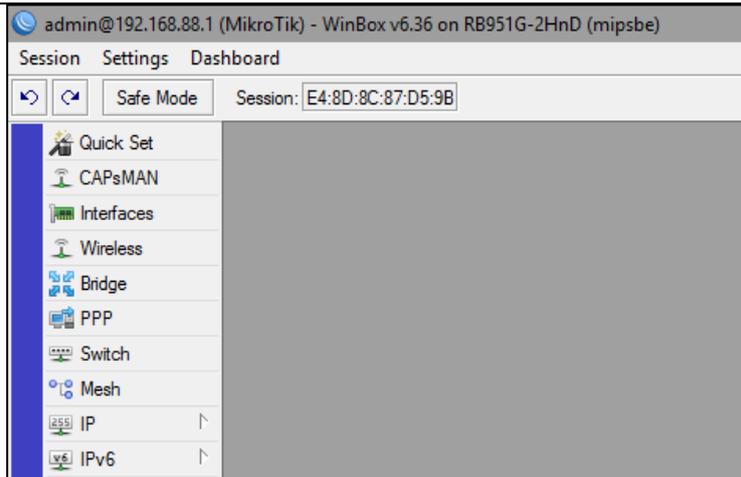
- Por Telnet o SSH a la IP 192.168.88.1

```
-----  
You can type "v" to see the exact commands that are used to add and remove  
this default configuration, or you can view them later with  
"/system default-configuration print" command.  
To remove this default configuration type "r" or hit any other key to continue.  
If you are connected using the above IP and you remove it, you will be disconnected.  
  
Confirming configuration  
jan/02/1970 00:00:19 system,error,critical router was rebooted without proper shutdown  
[admin@MikroTik] >
```

**Nota:** Se recomienda el uso de Winbox para realizar las configuraciones del equipo.

4. El acceso mediante consola Winbox se puede realizar en Capa 2 (MAC) o por Capa 3 (IP), el acceso por MAC suele ser inestable, se recomienda preferir el acceso por IP y solo utilizar el acceso MAC cuando sea necesario.





### Enlaces PtP con Mikrotik:

Las conexiones Punto a Punto se emplean para transmitir dos nodos entre sí de manera inalámbrica, a larga o corta distancia. Con Ubiquiti, se puede realizar conexiones punto a punto de manera más sencilla, teniendo en cuenta diversos factores como son:

- **Ancho de banda a transportar:** Es uno de los puntos más importantes, porque se define el tamaño del canal, el alcance y calidad del enlace.
- **Línea de Vista:** Se destaca por establecer una buena altura de los equipos.
- **Distancia del enlace:** Define la cantidad de potencia que requieren los equipos para asegurar la transmisión del equipo, también, indica que equipo somos capaces de comprar y ahorrar en gastos.
- **Frecuencia para transmitir:** Se considera que frecuencia del espectro es adecuado para la transmisión y para tener un buen enlace debe estar en su respectiva base.

El objetivo fundamental de este manual es configurar dos equipos Mikrotik en modo WDS para realizar un enlace punto-a-punto.

**¿Cuándo puede ser útil este escenario?**

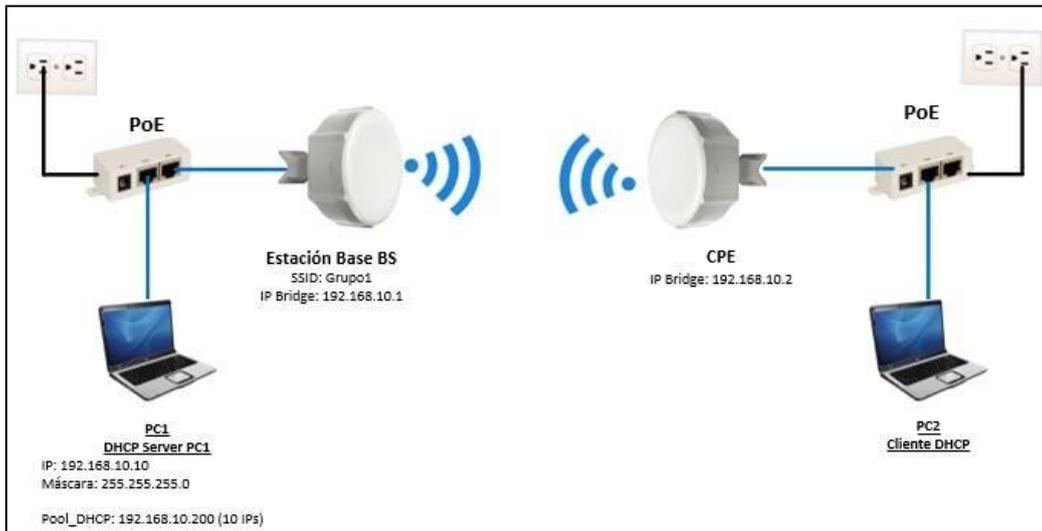
Por ejemplo, para unir dos naves en puntos remotos y llevar el ADSL de una a otra, o bien para establecer comunicaciones entre ambas naves. Lo mismo se puede aplicar para un usuario que tiene una casa y un apartamento y quiere interconectarlos, y un sin fin más de escenarios en los que esta configuración puede ser útil.

**Importante:** Estos escenarios son válidos siempre que exista visión directa entre los dos puntos.

Para ello vamos a montar el siguiente escenario: partimos de dos puntos distantes, en el que uno de ellos disponemos de conexión a Internet y queremos unirlo con otro punto remoto para poder compartir los recursos del primero y poder navegar por Internet. En el primer punto disponemos de un modem/router con salida a Internet y uno o varios PC's. En el punto remoto disponemos de una serie de PC's y un switch, pero sin salida a Internet, solo trabajan en LAN. Para unirlos vamos a usar 2 radios Mikrotik, dependiendo de la frecuencia en la que queramos operar.

### **Marco procedimental**

La topología que se utilizará en la práctica se detalla en la siguiente imagen:



Para esta práctica se debe tomar en cuenta las siguientes tablas de Ips.

Practica N°	Pedestal 3	IP	Gateway	Mascara
2, 5	LHG HP5 P3	192.168.200.100	192.168.200.1	255.255.255.0
7	SXT Lite 2 P3	192.168.200.150	192.168.200.1	255.255.255.0
8	SXT Lite 5 P3	192.168.200.200	192.168.200.1	255.255.255.0

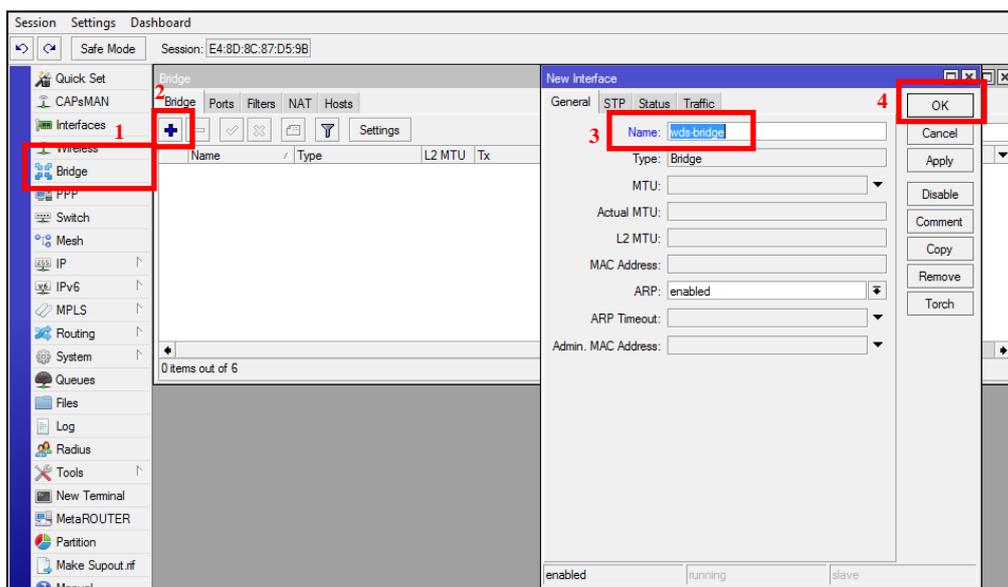
Practica N°	Pedestal 4	IP	Gateway	Mascara
2, 5	LHG HP5 P4	192.168.200.101	192.168.200.1	255.255.255.0
7	SXT Lite 2 P4	192.168.200.151	192.168.200.1	255.255.255.0
8	SXT Lite 5 P4	192.168.200.201	192.168.200.1	255.255.255.0

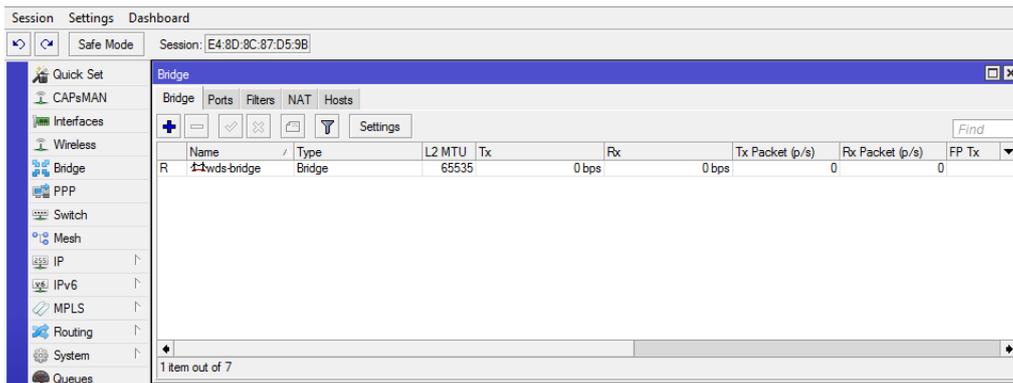
Practica N°	Pedestal 5	IP	Gateway	Mascara
9	Metal 5 P5	192.168.200.210	192.168.200.1	255.255.255.0
7	HAP Lite 2 P5	192.168.200.211	192.168.200.1	255.255.255.0
9, 10	HAP Lite 2 P5	192.168.200.212	192.168.200.1	255.255.255.0
<b>ROUTER</b>	<b>HAP Lite 2</b>	<b>192.168.200.1</b>	<b>192.168.10.1</b>	<b>255.255.255.0</b>

La estación base y el CPE deberán formar un enlace WDS (Bridge transparente) para establecer una conexión Capa 2 entre las PCs conectadas en cada extremo del enlace.

### Configuración en la radio base BS

1. Configuramos al BS en modo Bridge y habilitado WDS, se debe ingresar a la sección Bridge y con el signo + agregamos una interfaz Bridge como se muestra en la imagen y le asignamos el nombre wds-bridge, para guardar los cambios dar click en el botón OK.



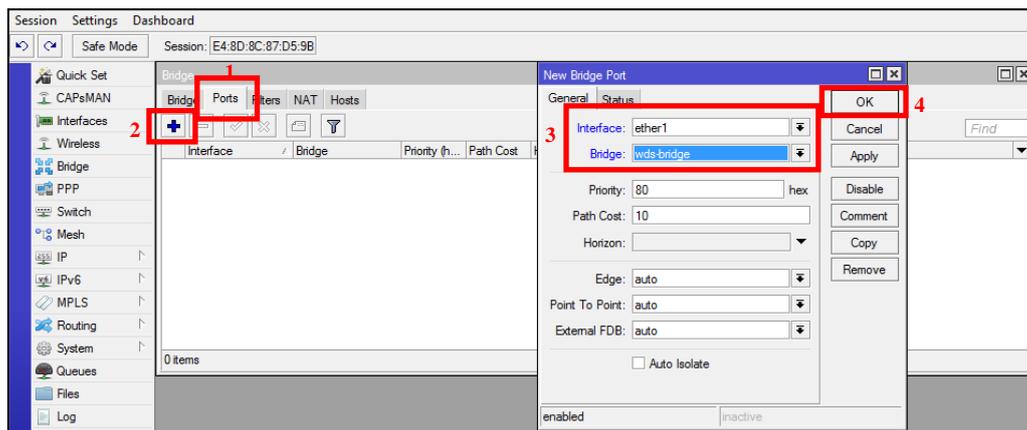


También es posible utilizar comandos de configuración por medio de consola (Terminal).

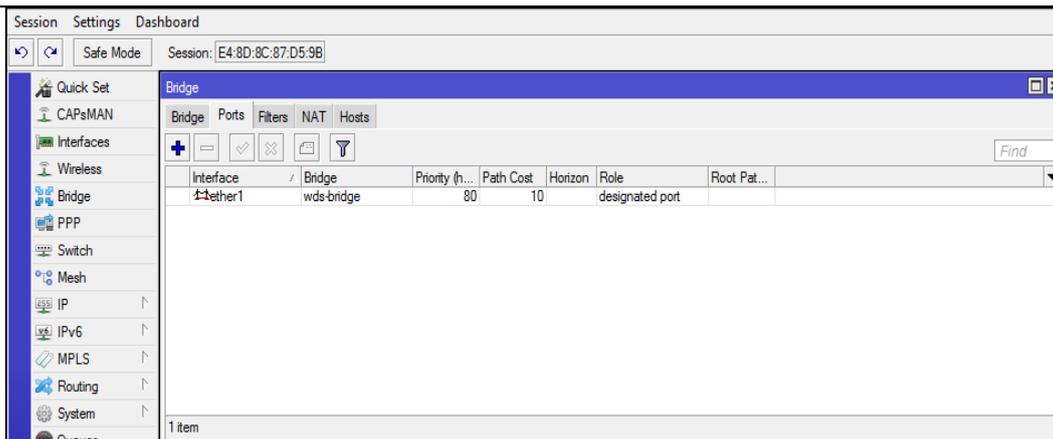
**Comando referencia:**

```
/interface bridge add name=wds-bridge
```

2. Agregamos la interfaz eth1 a la interfaz Bridge creada en el paso anterior y guardamos los cambios OK.



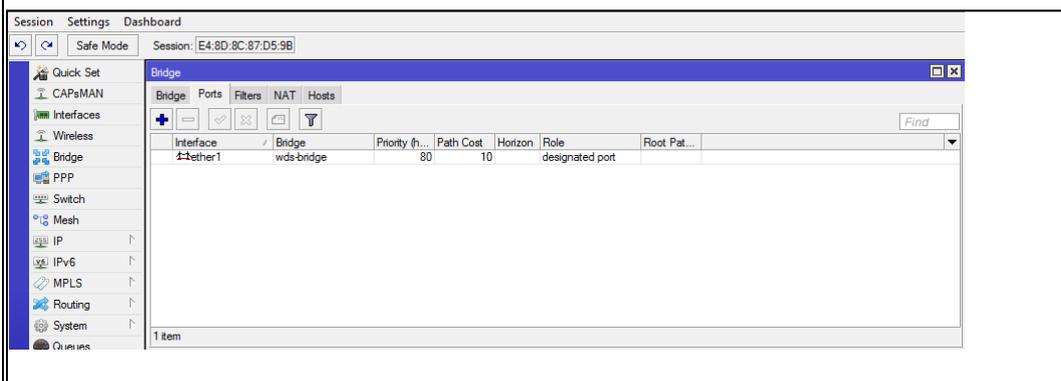
Luego de agregar la interfaz se perderá gestión por unos instantes y luego volvemos a ingresar y validamos que este agregado la interfaz al bridge.



**Comando referencia:**

```
/interface bridge port add bridge=wds-bridge interface=ether1
```

3. En la sección Wireless, se procederá a configurar los parámetros de la red inalámbrica que se utilizará para el enlace PtP, si la interfaz se encuentra apagada encender como se muestra en la siguiente imagen.

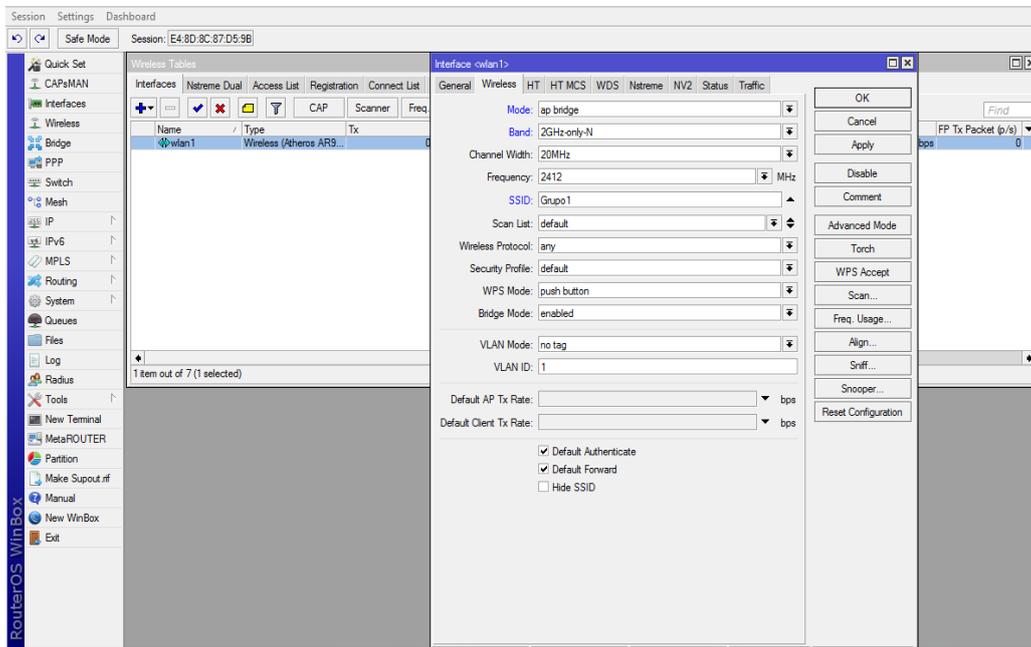


**Comando referencia:**

```
/interface enable wlan1
```

4. En la pestaña wireless se observa varios parámetros importantes a configurar. En “mode” escogemos “bridge” si el enlace con el que se trabaja es punto a punto o

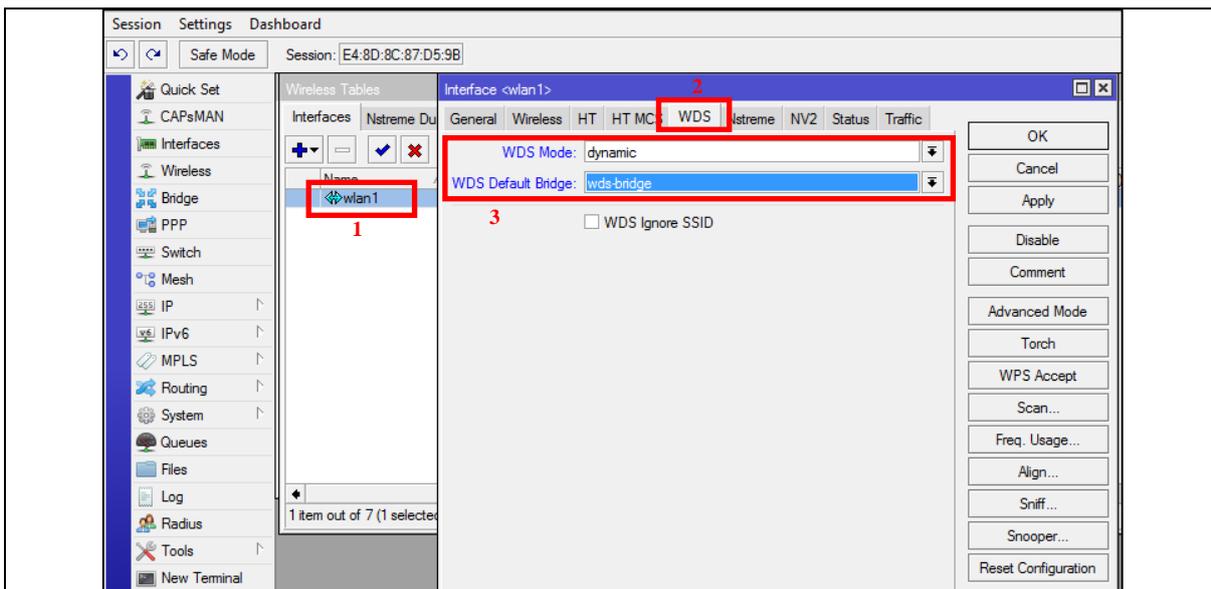
“ap-bridge” si el enlace con el que se trabaja es multipunto. En el campo “SSID” seleccionamos un nombre para el enlace, el cual debe ser el exactamente mismo en todos los equipos de la red. Por último, seleccionamos el canal en el cual queremos que trabaje el enlace mediante el parámetro “frequency” y la banda de operación “band”, para finalizar damos click en OK para guardar los cambios.



### Comando referencia:

```
/interface wireless set ssid=Grupo1 band=2ghz-onlyn mode=ap-bridge numbers=wlan1
```

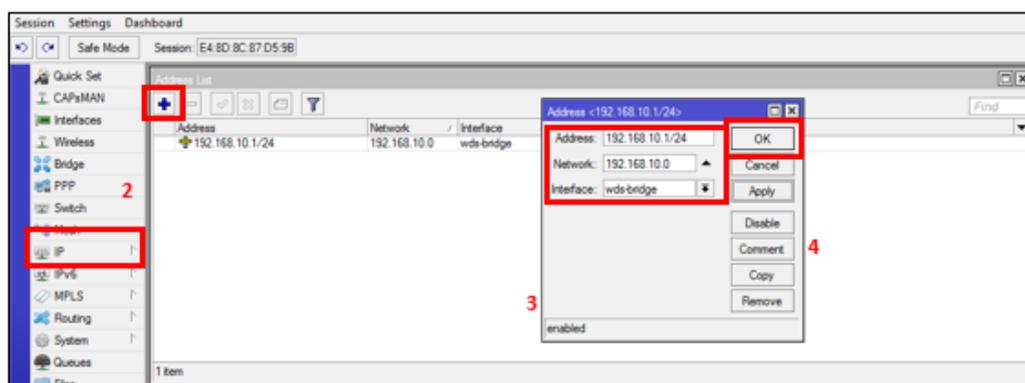
5. Para habilitar el funcionamiento de WDS, ingresamos a los parámetros de configuración de la interfaz wireless y nos dirigimos a la pestaña WDS donde se deberá configurar en modo dinámico y elegir el bridge creado anteriormente.



**Comando referencia:**

`/interface wireless set wlan1 wds-mode=dynamic wds-default-bridge=wds-bridge`

6. Para finalizar, si se quiere para fines de administración y pruebas se puede añadir una dirección IP a la interfaz bridge desde el menú IP  Address.

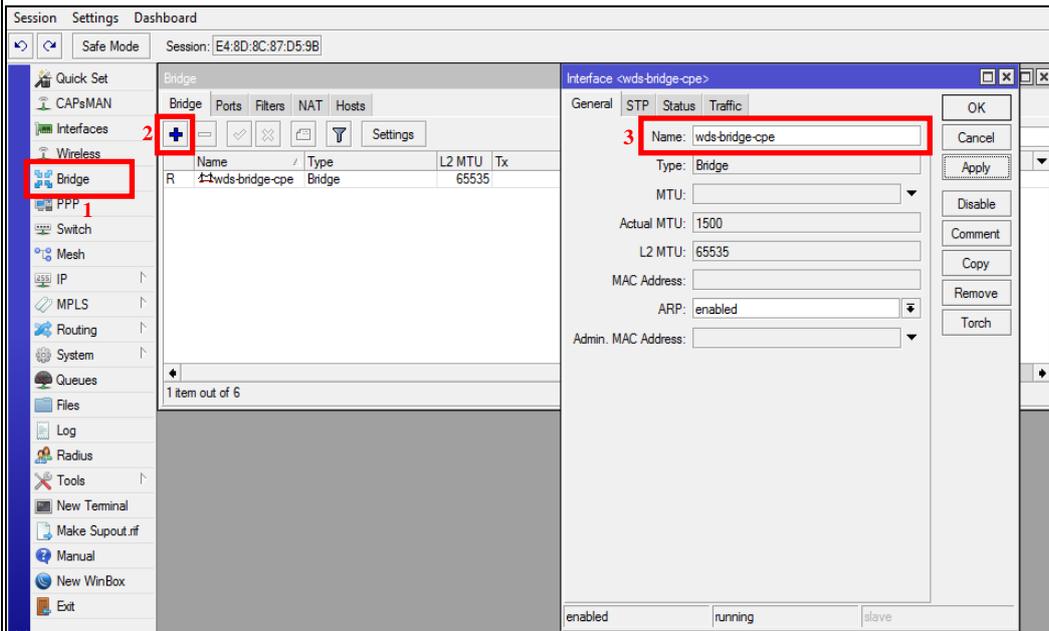


**Comando referencia:**

`/ip address add address=192.168.10.1/24 interface=wds-bridge network=192.168.10.0`

## Configuración en el CPE

1. De igual manera que se creó una interfaz Bridge en el BS, en el CPE es necesario la creación de una interfaz Bridge “wds-bridge-cpe” y asociarle las interfaces wlan1 y eth1.



### Comando referencia:

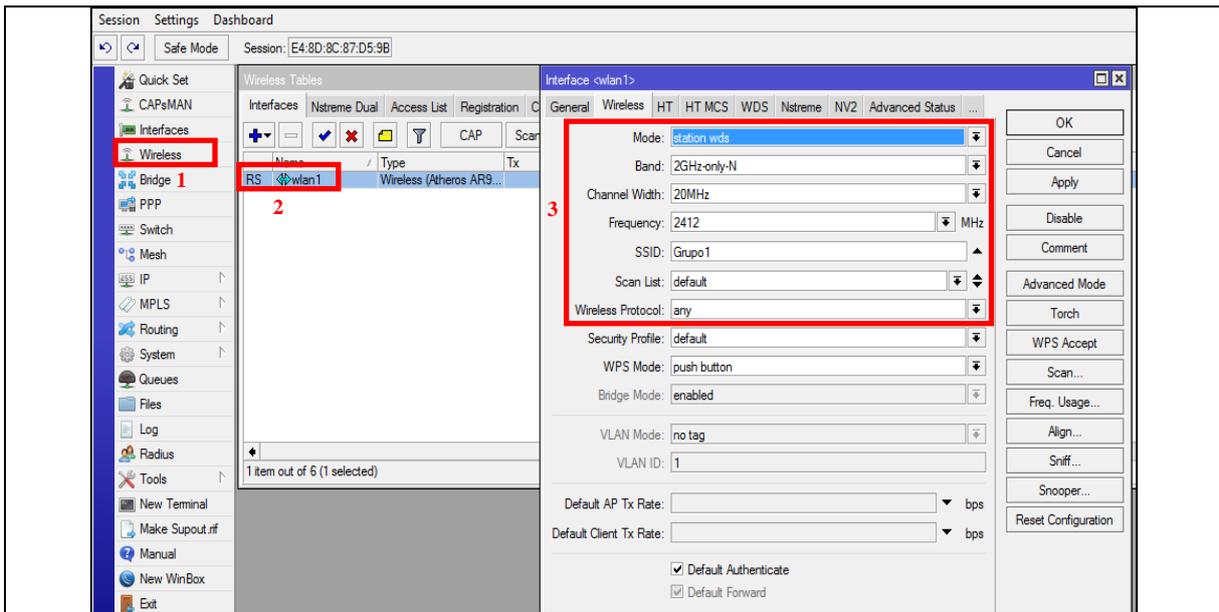
```
/interface bridge add name=wds-bridge-cpe
```

2. Asignamos las interfaces eth1 y wlan1 al bridge, se perderá la gestión por un instante y luego volver a ingresar.

**Comandos referencia:**

```
/interface bridge port add bridge=wds-bridge-cpe interface=ether1
/interface bridge port add bridge=wds-bridge-cpe interface=wlan1
```

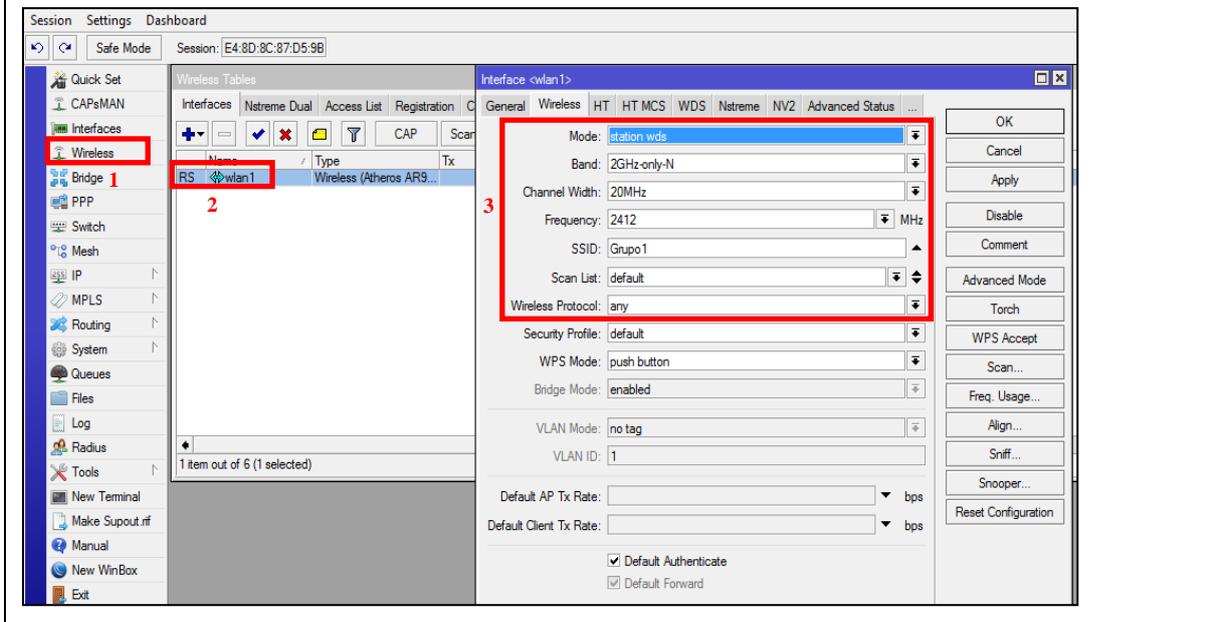
3. En la sección wireless, similar al AP se debe habilitar la interfaz wlan1 y configurar los parámetros del BS, pero en modo estación.



**Comando referencia:**

```
/interface wireless set wlan1 mode=station-wds ssid=Grupo1 band=2ghz-onlyn disabled=no
```

4. Y para finalizar, para ser preciso, puede añadir una dirección IP de igual manera que en el caso del BS.

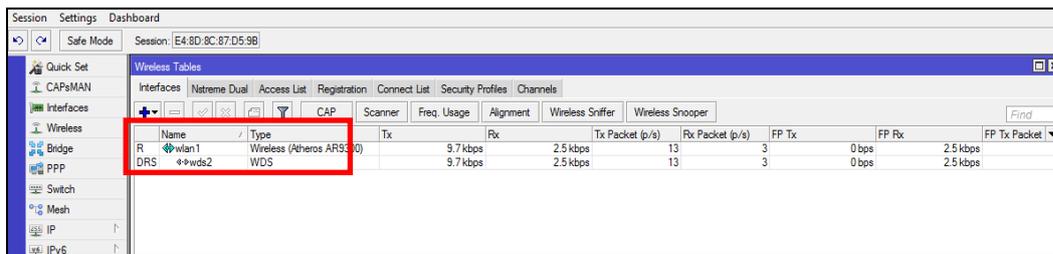


### Comando referencia:

```
/ip address add address=192.168.10.2/24 interface=wds-bridge-cpe network=192.168.10.0
```

### Validación de configuración WDS

En el BS se mostrará una interfaz WDS y en estado R “Running”.



Name	Type	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx	FP Rx	FP Tx Packet
wlan1	Wireless (Atheros AR9300)	9.7 kbps	2.5 kbps	13	3	0 bps	2.5 kbps	
wds2	WDS	9.7 kbps	2.5 kbps	13	3	0 bps	2.5 kbps	

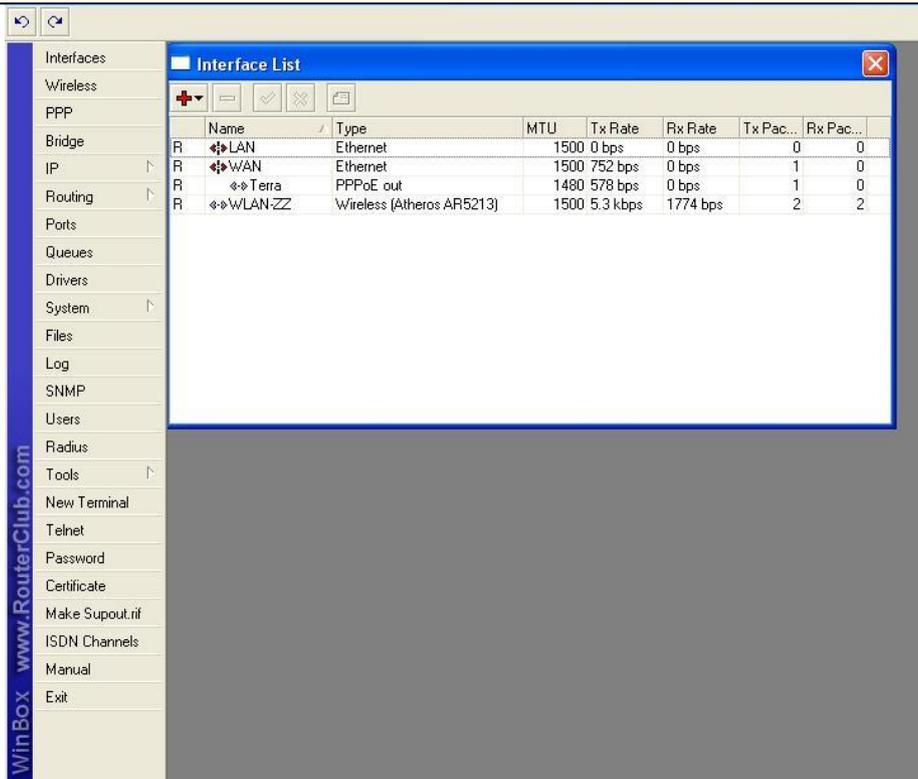
Para validar esta configuración, se deberá conectar la interfaz eth1 del BS a nuestro router con acceso a internet y configurar PC2 como cliente DHCP.

### Configuraciones varias en Mikrotik.

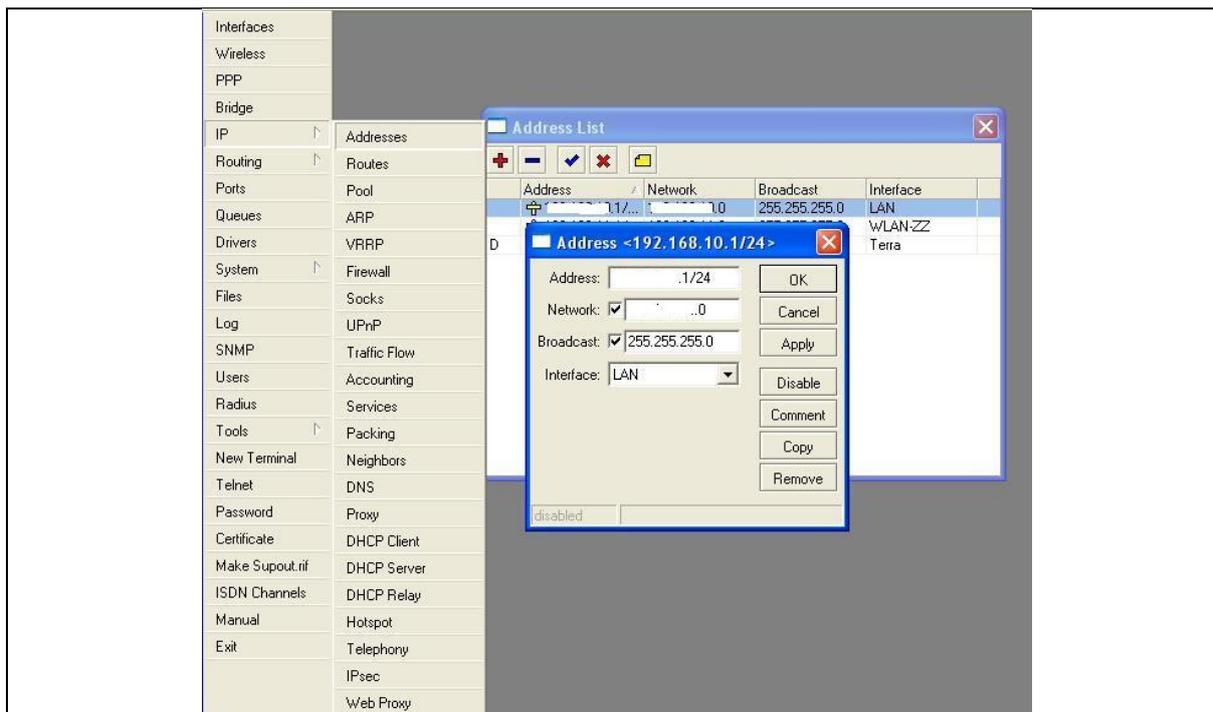
1. Para entrar a Mikrotik usaremos WINBOX.



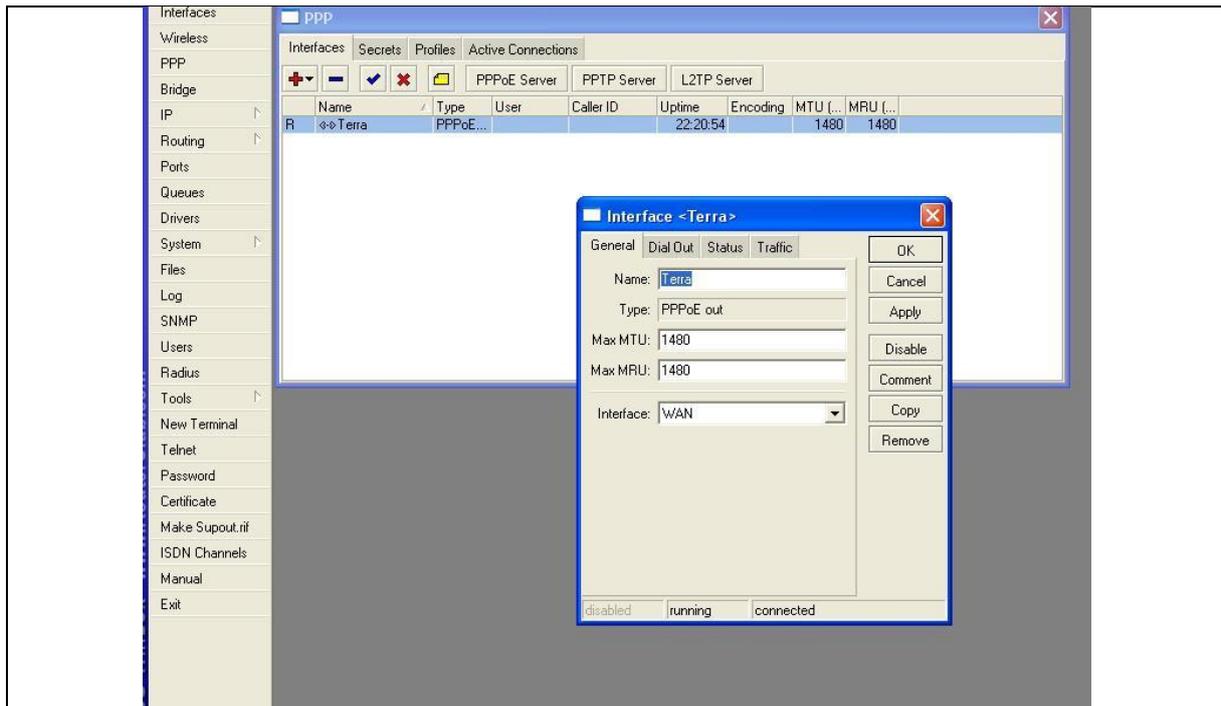
2. Se ejecuta la pestaña de Winbox y se selecciona el botón “...” ahí aparecerá la MAC de la tarjeta a la cual estamos conectados. Login: admin. Password: “vacío, sin nada” Teniendo todo esto en cuenta, le damos Connect.
3. Una vez que estamos dentro, procedemos a configurar las interfaces. Para hacer eso, nos dirigimos a “Interfaces”



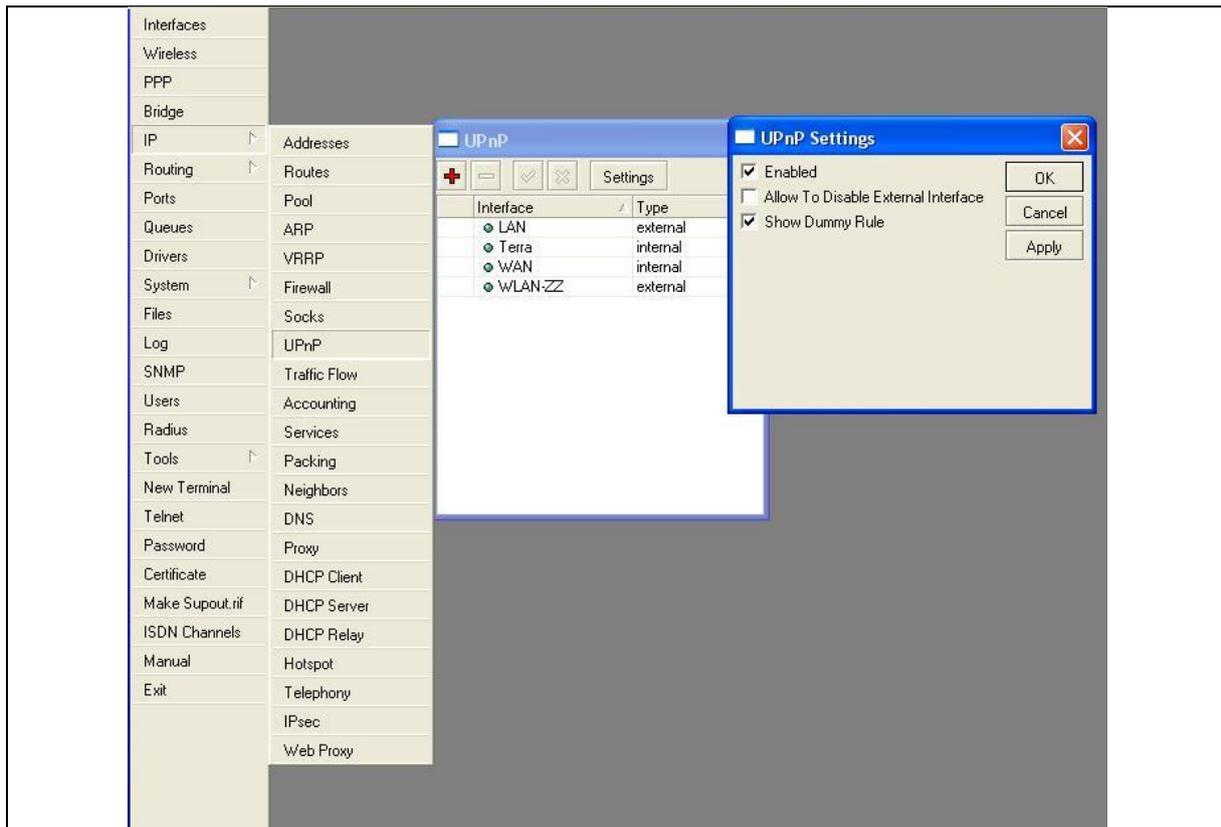
- Hay que ubicarse en la opción IP – Addresses, proceder a agregar las interfaces, para eso hacemos “+” y se vera una ventana, en la cual hay q definir el Hades, network, etc, además la interfaz a la cual se está asignando los IP



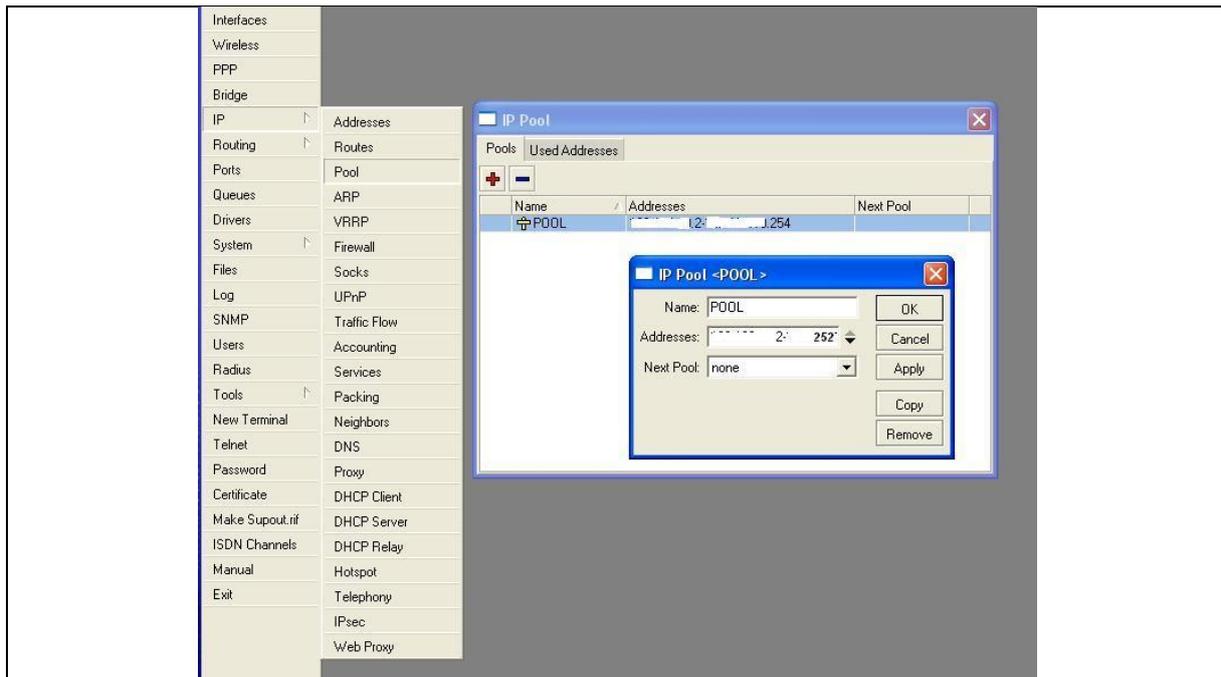
5. Este paso, se lo realiza para los que tienen por conexión pppoe, para eso se abre la opción PPP, en la cual seleccionamos la opción PPPoE Client. En General, le asignamos un nombre, en Dial Out se ingresa el nombre de usuario y la contraseña, y solo no se marca la opción "Dial on Demand," y en el profile se deja "Default"



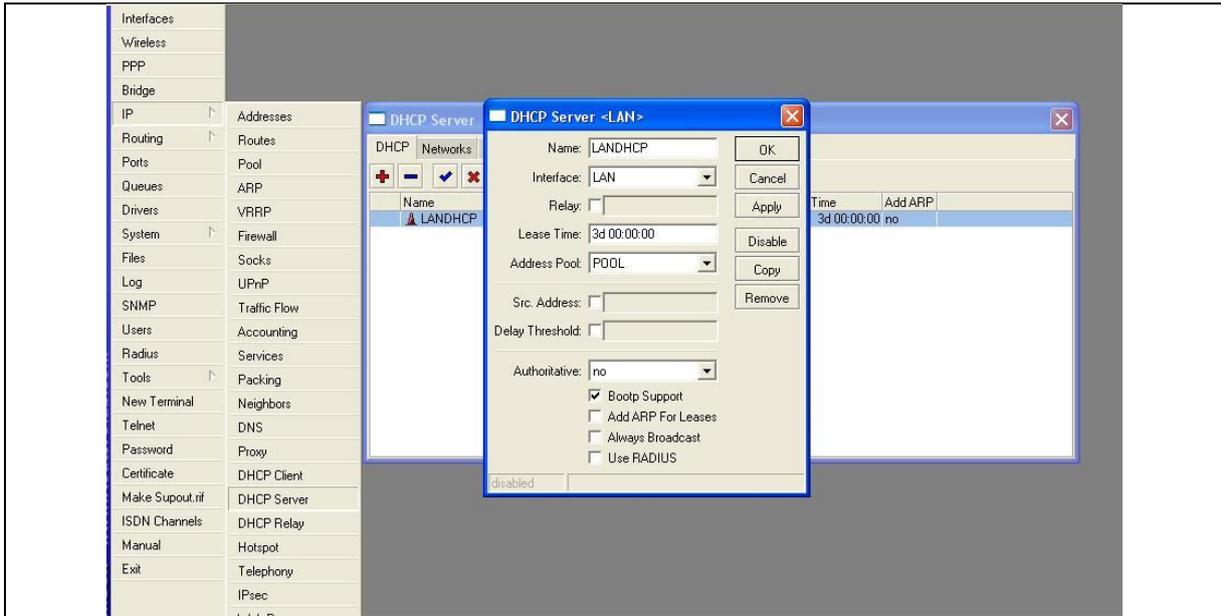
- Definimos que clase es la tarjeta, si es interna o externa, y hay que conservar el Settings de la siguiente forma.



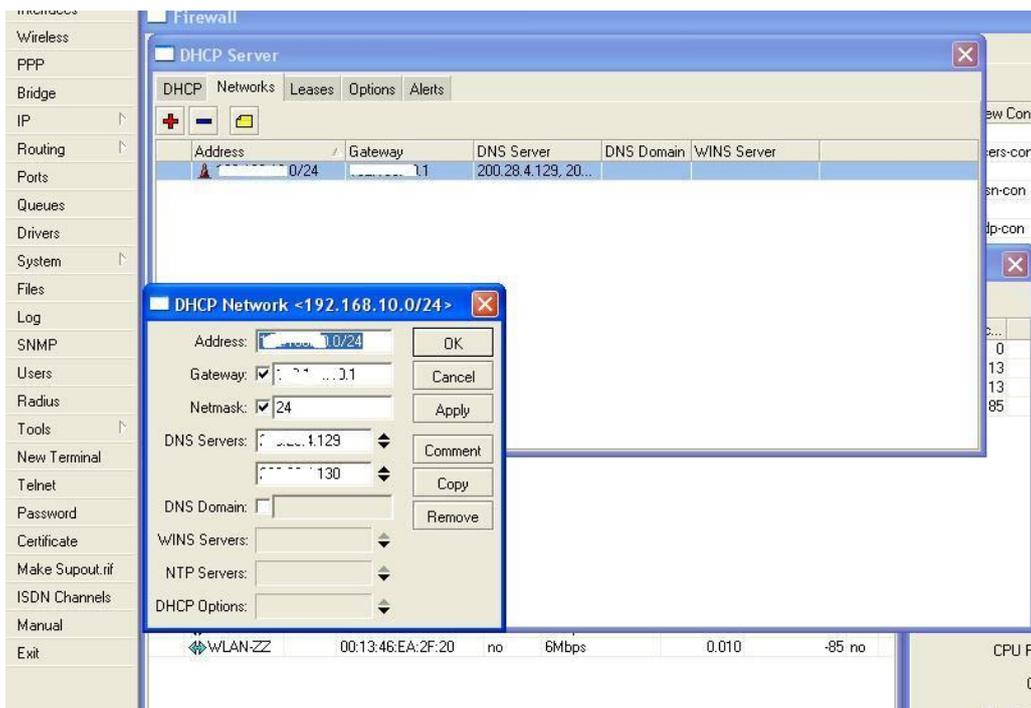
7. Primero se define el POOL, el cual tiene los números IP correlativos de la red, la cuales pueden ser 10.10.0.2-10.10.0-254



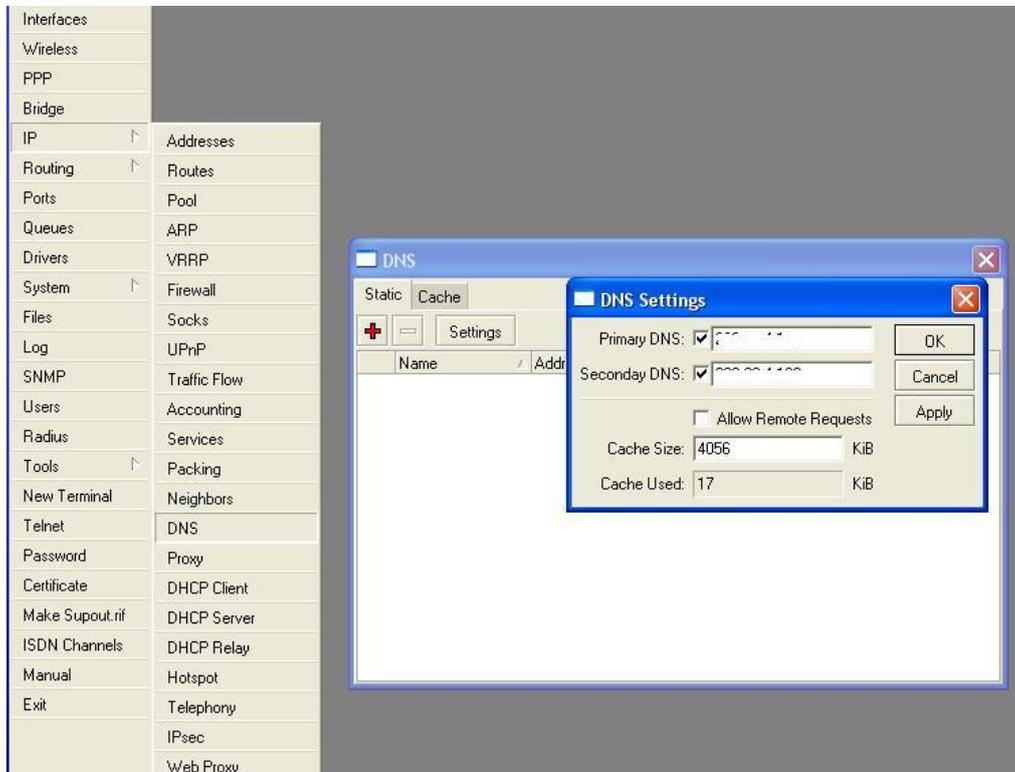
8. Ahora se creará el DHCP Server, para eso nos vamos a IP – DHCP Server, luego le damos agregar “+” y ahí le colocamos el nombre que nosotros deseamos, y la interfaz sería LAN, se asigna el POOL que antes habíamos creado, y en Autoritative le ponemos “no”



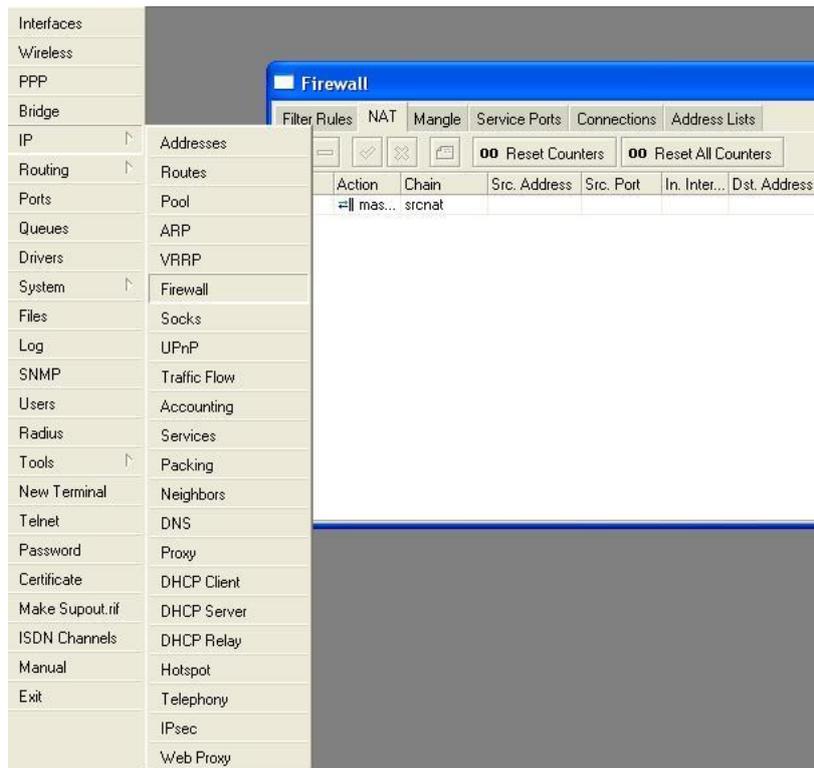
9. Luego de crear el DHCP Server, se debe que crear la Network, para eso ingresamos a la pestaña Network. En la ventana que se muestra, le ponemos todos nuestros IP.



10. En este apartado, solo se introduce los IP de nuestro DNS, para eso vamos a ingresar a la opción IP – DNS y en la pestaña Static le damos clic a la opción Settings y ahí se colocan los DNS.

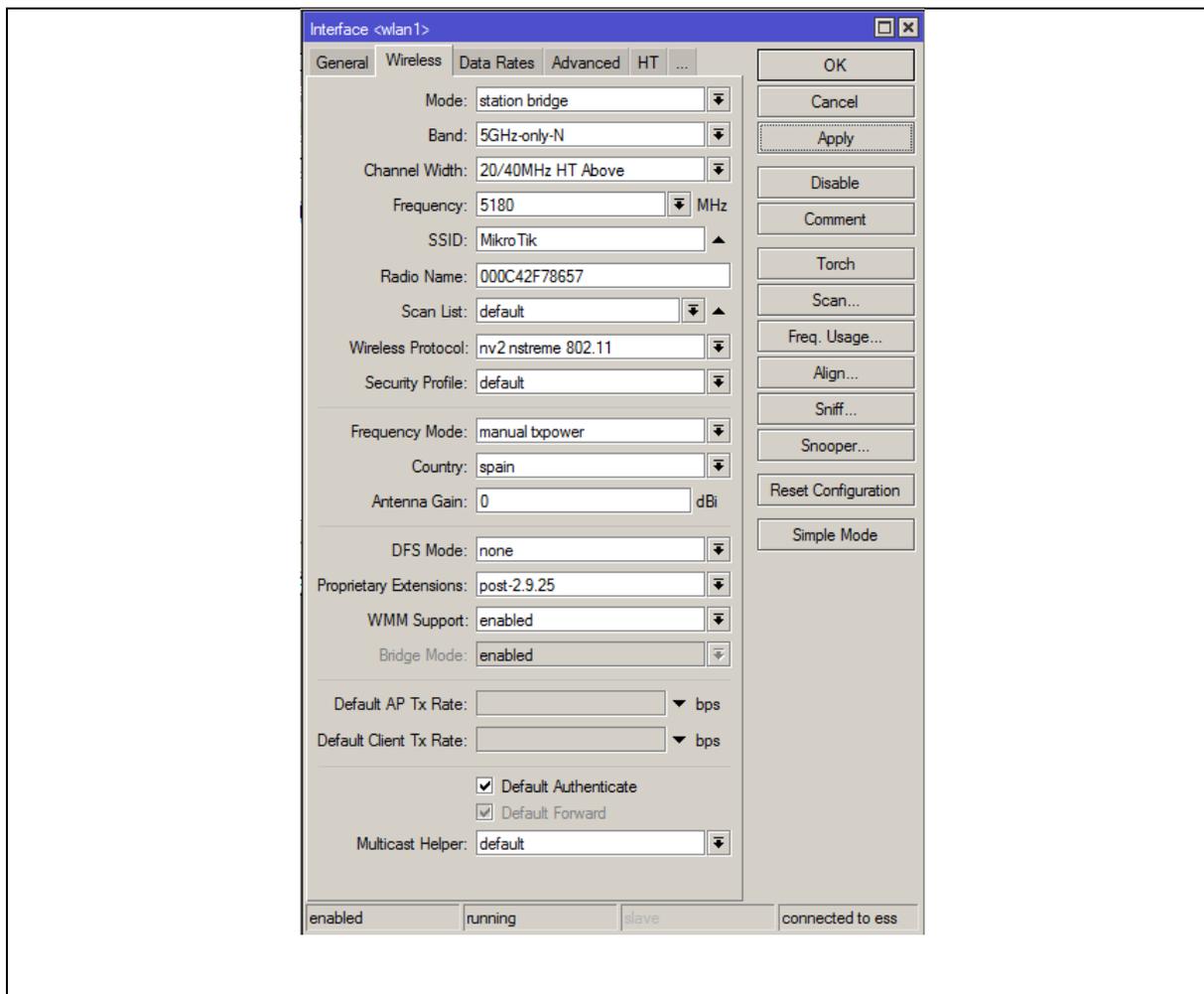


11. Nos dirigimos a IP-Firewall-NAT y agregamos chain=srnat ----> Action=Masquera de



## Configuración de WIFI con Mikrotik

1. Para configurar el WIFI en Mikrotik simplemente seteamos los valores que se muestran en la gráfica. El modo de operación, la banda de Operación (frecuencia), SSID, clave de seguridad y tipo de seguridad. La interfaz WLAN será la red inalámbrica privada que usaremos como WIFI.



### RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

### CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

### RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

<b>PUNTAJE:</b>	<b>10</b>
-----------------	-----------

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

6

**TÍTULO PRÁCTICA:** Usar herramientas Site Survey y configurar enlaces PtmP (punto multipunto) con Ubiquiti.

**OBJETIVO GENERAL:**

Utilizar herramientas de site survey para una correcta configuración de un radioenlace punto multipunto.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Utilizar las herramientas de site survey para un correcto radioenlace.
- Configurar con las mejores prácticas utilizando herramientas de configuración y test de Ubiquiti.
- Realizar configuración de radioenlaces punto multipunto con Ubiquiti.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

Para mantener el acceso al equipo, configurar las siguientes Ips.

Práctica N°	Pedestal 1	IP	Gateway	Mascara	Configuración	SSID	Password WIFI
3, 6	Nano Station M5 P1	192.168.2 00.2	192.168. 200.1	255.255. 255.0	Access Point	Practi ca6	ups.2021
4, 6	Nano Station Loco M5 P1	192.168.2 00.50	192.168. 200.1	255.255. 255.0	Estación	Practi ca4	ups.2021
8, 10	Nano Station Loco M2 P1	192.168.2 00.41	192.168. 200.1	255.255. 255.0	Estación	Practi ca8	ups.2021

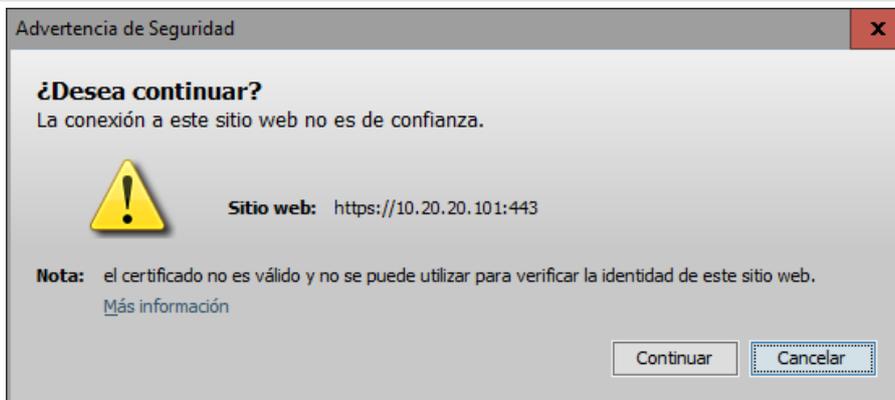
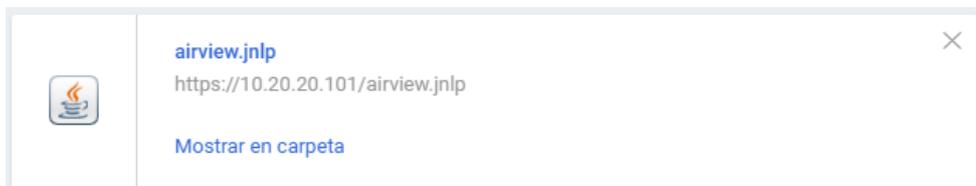
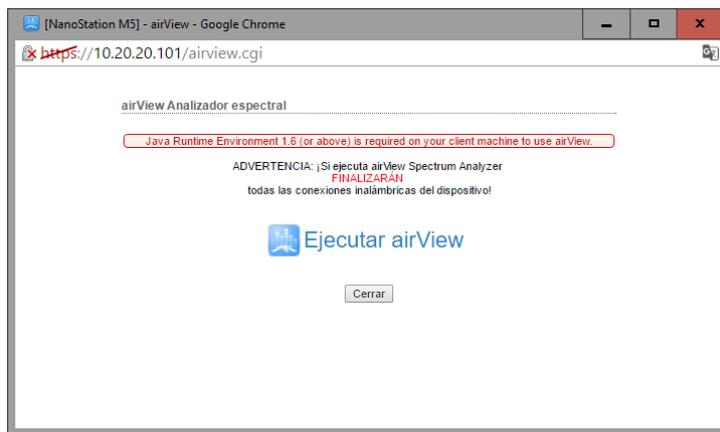
Práctica N°	Pedestal 2	IP	Gateway	Mascara	Configuración	SSID	Password WIFI
3, 4	Nano Station M5 P2	192.168.2 00.51	192.168. 200.1	255.255. 255.0	Access Point	Practi ca4	ups.2021
6	Nano Station Loco M5 P2	192.168.2 00.3	192.168. 200.1	255.255. 255.0	Estación	Practi ca6	ups.2021
8, 10	Nano Station Loco M2 P2	192.168.2 00.40	192.168. 200.1	255.255. 255.0	Access Point	Practi ca8	ups.2021

### Uso de herramienta airview

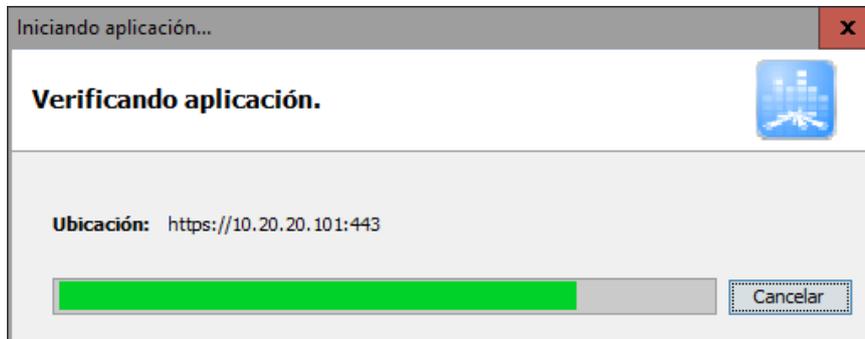
1. El primer paso antes de establecer un enlace inalámbrico es realizar un análisis del espectro, en Ubiquiti se puede utilizar el aplicativo AirView. (Hay que recordar que durante la ejecución del programa todos los CPE son desenganchado), para ejecutarlo ingresar a Main y en herramientas ejecutar AirView.



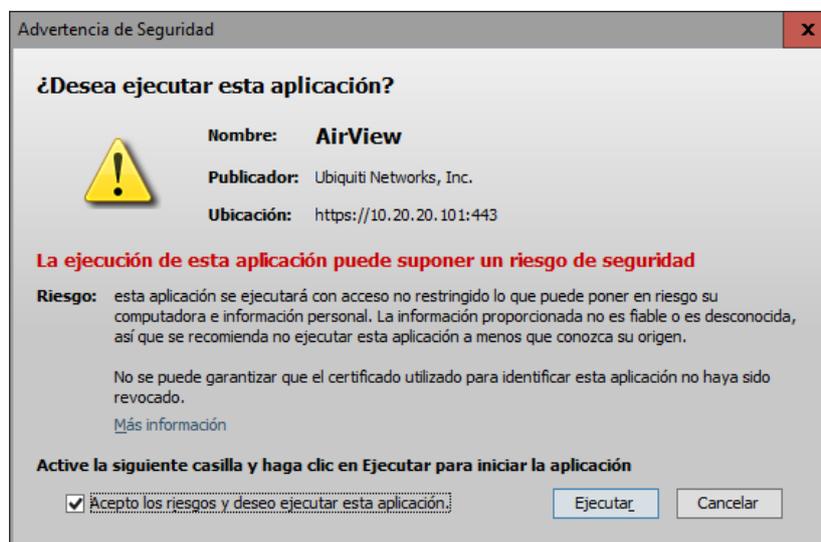
2. Para su ejecución se necesitará tener instalado en la PC Java 1.6 y luego dar clic en Ejecutar AirView para que comience la descargar del ejecutable AirView.



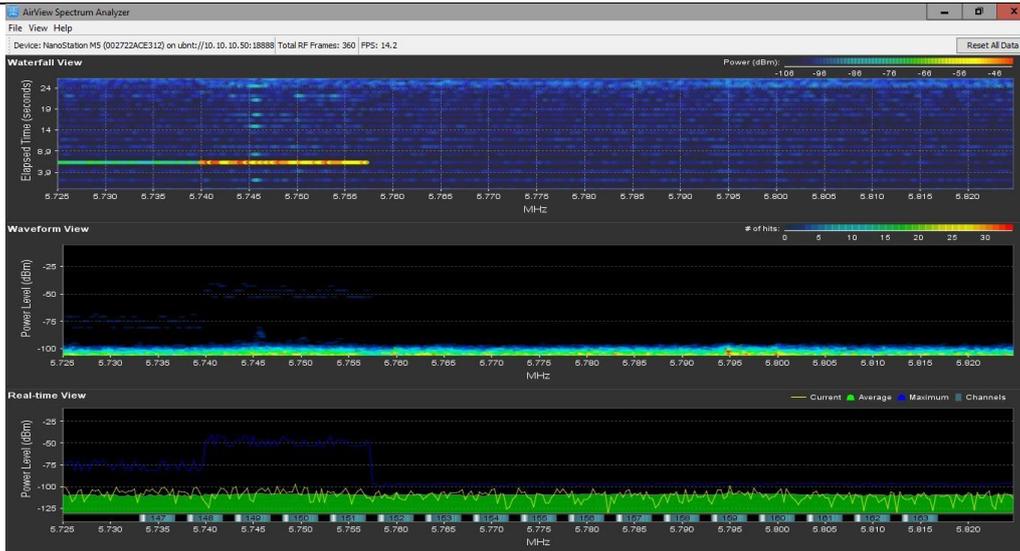
Dar clic en el archivo descargado y luego dar click en Continuar.



Por último, una validación de seguridad final, aceptar los riesgos y luego Ejecutar.



3. Los colores más cálidos (amarillo, naranja, rojo) indican saturación de potencia y los colores más fríos (azul) frecuencias libres.



- Subir la potencia de transmisión en el CPE a 11 dBm y elegir una frecuencia de operación para simular ruido RF. Ej: frecuencia 5810.

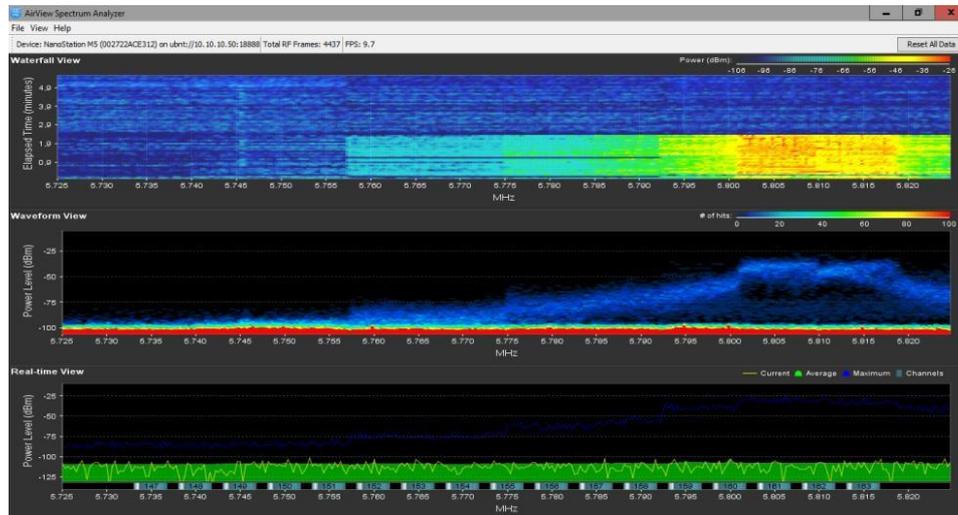
The figure shows the configuration interface for NanoStation loco M5, specifically the 'Configuración inalámbrica básica' (Basic Wireless Configuration) section. The settings are as follows:

- Modo inalámbrico: Punto de acceso
- WDS (Modo puente transparente):  Activar
- SSID: ubnt2
- Código del país: Ecuador
- Modo IEEE 802.11: A/N mezclado
- Ancho de canal: 20 MHz
- Lista de frecuencias, MHz: 5810
- Canal de extensión: Ninguno
- Lista de frecuencias, MHz:  Activar
- Calcular límite EIRP:  Activar
- Antena: Built in (2x2) - 13 dBi
- Potencia de salida: 11 dBm
- Módulo de velocidad de datos: Predeterminado
- Índice TX máx., Mbps: MCS 15 - 130/144.4

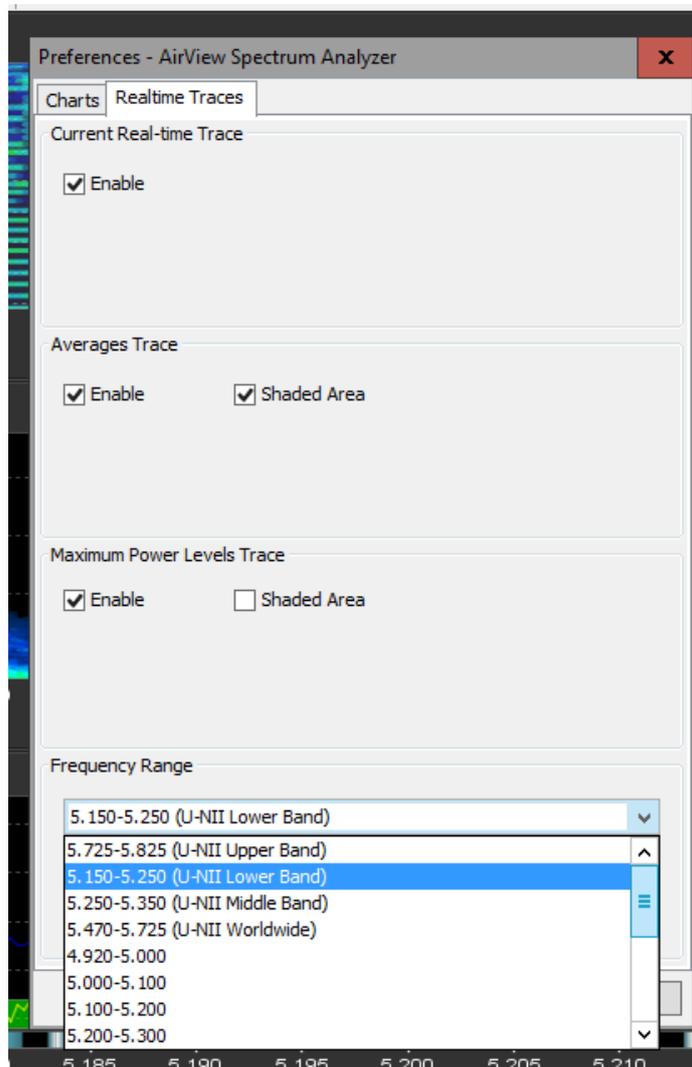
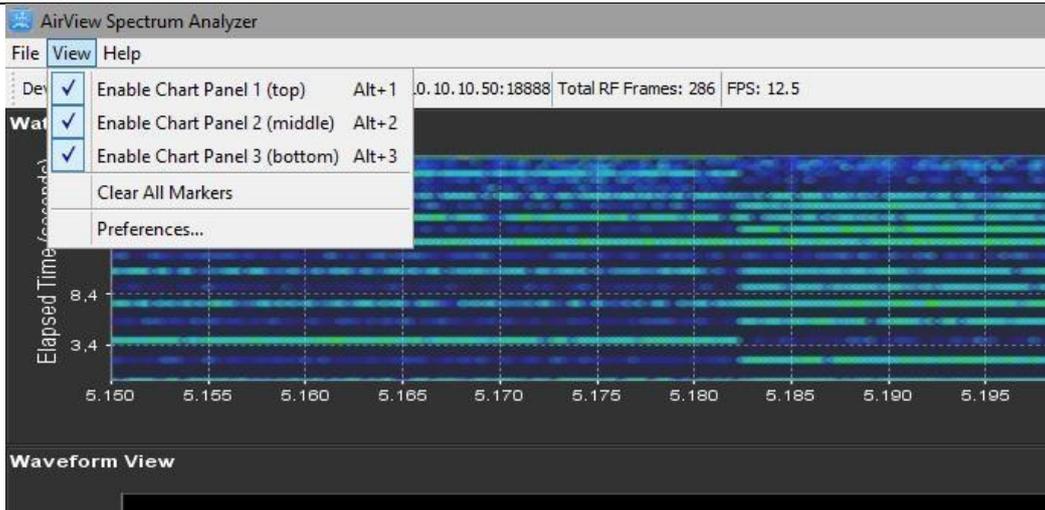
The 'Seguridad inalámbrica' (Wireless Security) section is also visible, with the following settings:

- Seguridad: WPA2-AES
- Autenticación WPA: PSK
- Clave WPA compartida previamente: [Redacted]
- MAC ACL:  Activar

5. Se observará en el airview ejecutado en el BS que la frecuencia 5810 comienza a ubicarse en color amarillo.



6. Una vez finalizada la prueba volver a bajar a 2 dBm la potencia de radiación del CPE.
7. AirView también nos ofrece opciones adicionales donde puedo configurar las bandas que deseo monitorear y que paneles deseo tener visibles durante el análisis de frecuencia. Validar en todas las bandas en que porciones del espectro se puede ubicar nuestra portadora que funcionará en el BS.



8. Una vez identificadas las frecuencias más saturadas dentro del espectro, se puede elegir a que frecuencia y con qué ancho de banda configurar mi radio enlace para evitar interferencias, proceder a configurarlo en la BS.

The screenshot shows the NanoStation M5 web interface. The 'Estado' (Status) section is expanded, displaying various configuration parameters. Three items are circled in red:

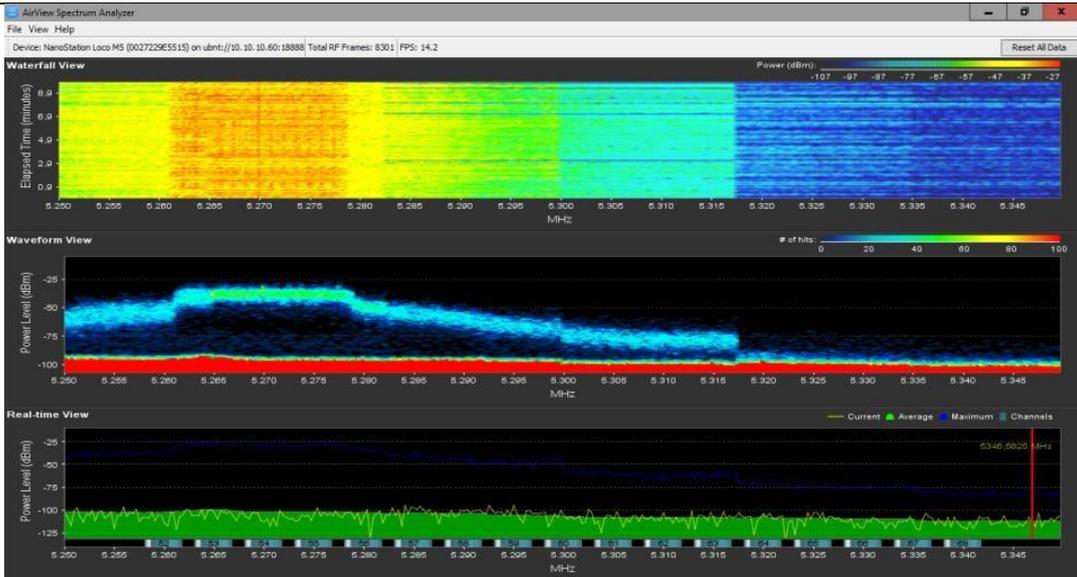
- Canal/Frecuencia: 54 / 5270 MHz
- Ancho de canal: 20 MHz
- Banda de frecuencia: 5260 - 5280 MHz

Other visible parameters include: Modelo de Dispositivo: NanoStation M5, Nombre de dispositivo: NanoStation M5, Modo de máscara de red: Puente, Modo inalámbrico: Punto de acceso WDS, SSID: ubnt, Seguridad: WPA2-AES, Versión: v5.6.8 (XM), Tiempo activo: 00:14:26, Fecha: 2016-07-15 11:27:19, AP MAC: 00:27:22:AC:E3:12, Conexiones: 1, Umbral mínimo de ruido: -82 dBm, Transmitir CCQ: 94 %, airMAX: Activado, Calidad airMAX: 95 %, Capacidad de airMAX: 87 %, airSelect: Desactivado, Distancia: 0.1 millas (0.2 km), Cadenas de TX/RX: 2X2, Potencia de TX: 3 dBm, Antena: Built in - 16 dBi, WLAN0 MAC: 00:27:22:AC:E3:12, LAN0 MAC: 00:27:22:AD:E3:12, LAN1 MAC: 02:27:22:AD:E3:12, LAN0 / LAN1: 100Mbps-Completo / Desconectado.

A continuación, se muestra el escaneo utilizando distintas bandas de operación:

The 'Frequency Range' configuration window shows the following settings:

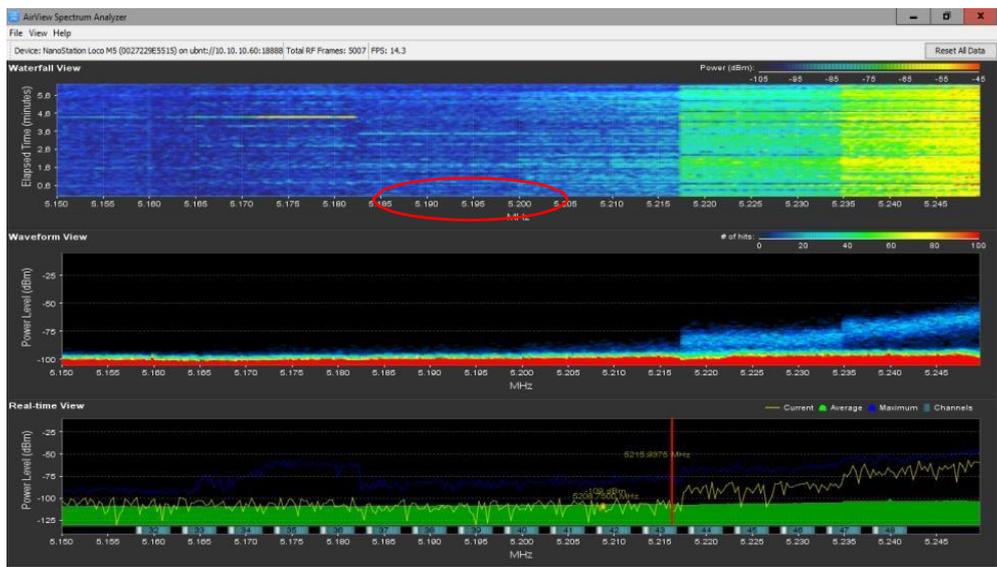
- Frequency Range: 5.250-5.350 (U-NII Middle Band)
- Start: 5250
- End: 5350

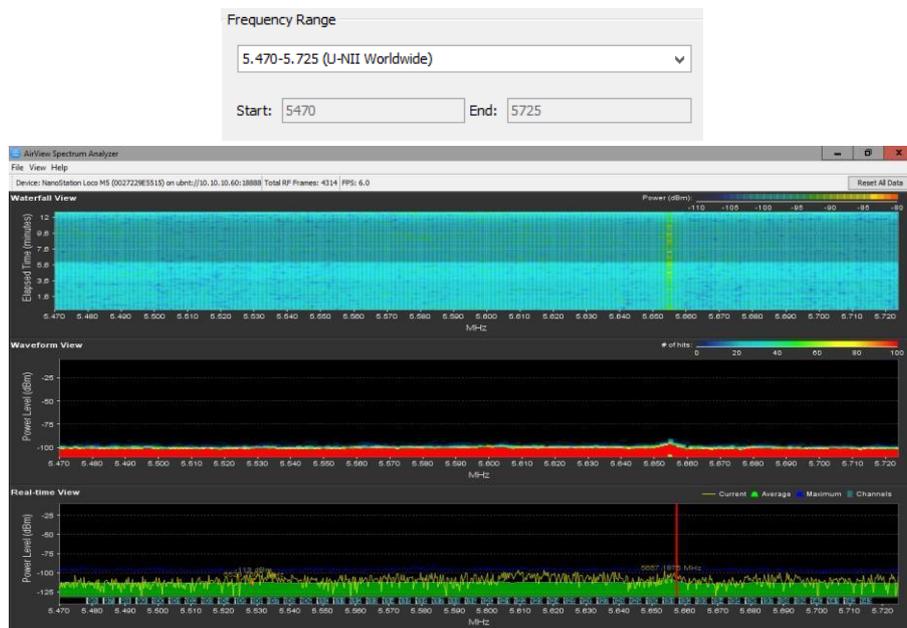


Frequency Range

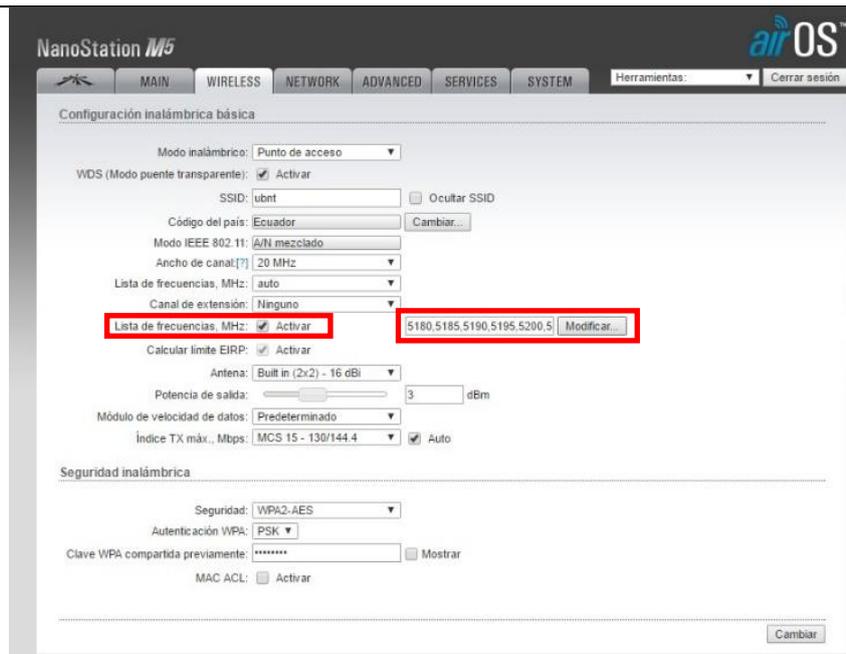
5.150-5.250 (U-NII Lower Band) ▼

Start:  End:

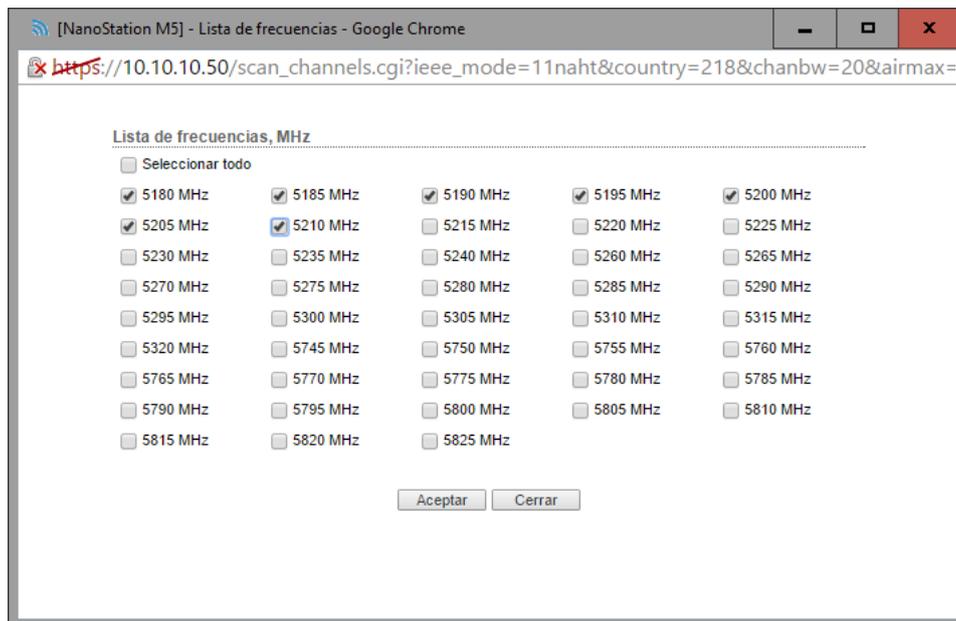




9. Detener el airview para proceder a configurar en el CPE la frecuencia que dentro del análisis se detecte con menos saturación de potencia, la siguiente configuración debe ser realizada en la BS y CPE.



Elegir solo las frecuencias que se detectaron como libres, como, por ejemplo:



El ancho del canal va a depender mucho del diseño que se vaya a manejar (tasas de transferencias y distancias entre BS y CPE).

Hay que recordar que a mayor ancho de canal la tasa de transferencia aumenta, pero la potencia al ser distribuida en un canal más amplio la distancia del enlace va a disminuir, adicionalmente que en ancho de canal más amplios el enlace se vuelve más susceptible al ruido y puede afectar la tasa de transferencia, se recomienda utilizar ancho de canal lo más próximos a la tasa de transferencia máxima que se desea en el diseño.

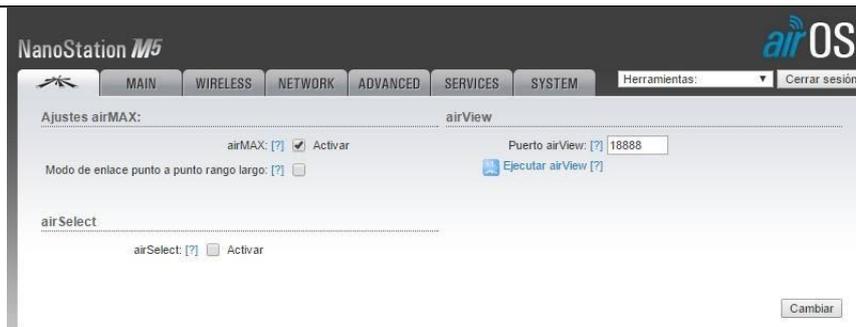
### Pruebas de saturación del enlace

A continuación, descargar la app gratuito Wifi Analyzer en sus celulares y revisar si observan el SSID configurado en su equipo Ubiquiti. Ej: SSID: ubnt



El SSID no es detectado ya que Ubiquiti trae en sus equipos activado por defecto el protocolo propietario AirMax el cual hace más eficiente los enlaces al utilizar el protocolo TDMA (Time Division Multiple Access), la transmisión es controlada directamente por el AP asignando espacios de tiempo a cada usuario para que pueda transmitir, mejorando así la eficiencia del enlace y el uso del canal, eliminando cabeceras innecesarias que son utilizadas en el protocolo Wifi utilizado habitualmente.

A continuación, se realizará la saturación del enlace BS-CPE con el protocolo AirMax activado, para eso validar que la siguiente opción se encuentre activada en la BS como se muestra en la imagen.



airSelect es utilizado por la BS para escanear periódicamente el uso de los canales definidos en la lista de canales para medir el nivel de ruido en cada canal y cambiarse automáticamente al más eficiente.



La prioridad AirMax define el número de espacios de tiempos que se le van a asignar al cliente, esta asignación de timeslots puede ser realizada en el CPE como se muestra en la siguiente imagen.



airMAX Priority options include:

- High 4 time slots (4:1 ratio)
- Medium 3 time slots (3:1 ratio)
- Low 2 time slots (2:1 ratio)
- None 1 time slot (Default setting for clients; 1:1 ratio)

NanoStation loco M5

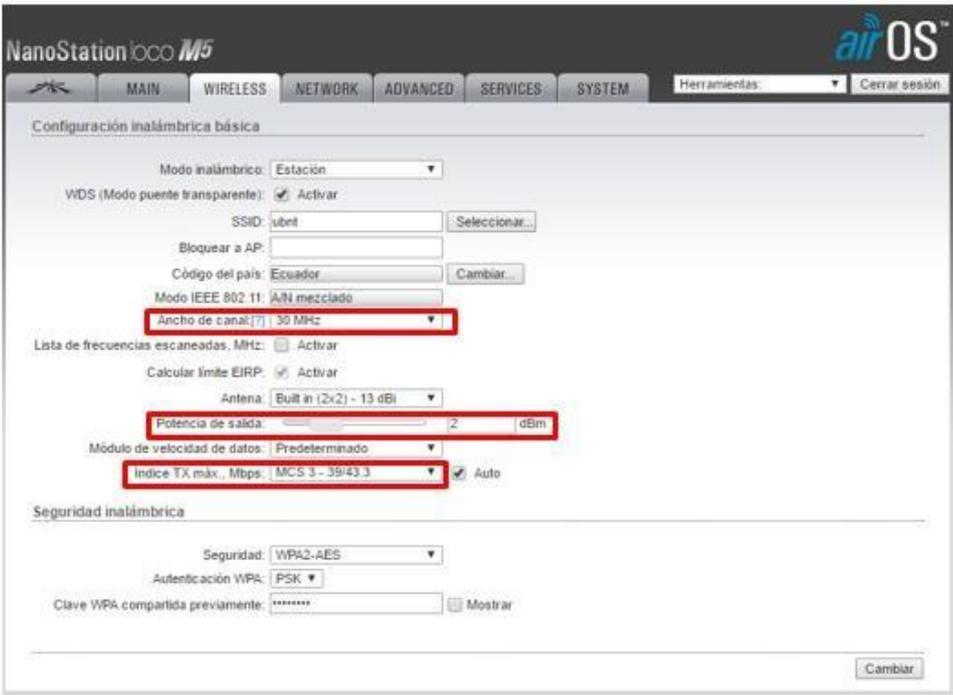
airOS™

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM Herramientas: Cerrar sesión

Estado

Modelo de Dispositivo: NanoStation Loco M5 AP MAC: 00:27:22:AC:E3:12  
Nombre de dispositivo: NanoStation Loco M5 Intensidad de la señal: -25 dBm  
Modo de máscara de red: Puente Vertical / Horizontal: -25 / -29 dBm  
Modo inalámbrico: Estación WDS Umbral mínimo de ruido: -84 dBm  
SSID: ubnt Transmitir CCQ: 100 %  
Seguridad: WPA2-AES Velocidad de TX/RX: 39 Mbps / 78 Mbps  
Versión: v5.6.8 (XM)  
Tiempo activo: 04:52:43 airMAX: Activado  
Fecha: 2016-07-15 21:05:36 Prioridad airMAX: Ninguno  
Canal/Frecuencia: 40 / 5200 MHz Calidad airMAX: 81 %  
Ancho de canal: 30 MHz Capacidad de airMAX: 28 %  
Banda de frecuencia: 5185 - 5215 MHz  
Distancia: 0.1 millas (0.2 km)  
Cadenas de TX/RX: 2X2  
Potencia de TX: 2 dBm  
Antena: Built in - 13 dBi  
WLAN0 MAC: 00:27:22:9E:55:15  
LAN0 MAC: 00:27:22:9F:55:15  
LAN0: 100Mbps-Completo

activado el protocolo AirMax y desactivado. Para cada prueba ir modificando la tasa de transferencia máxima MCS en el BS y CPE.



The screenshot shows the configuration page for a NanoStation loco M5 device running airOS. The 'WIRELESS' tab is selected. Under 'Configuración inalámbrica básica', the 'Modo inalámbrico' is set to 'Estación'. 'WDS (Modo puente transparente)' is checked and 'Activar'. The 'SSID' is 'ubnt'. 'Bloquear a AP' is empty. 'Código del país' is 'Ecuador'. 'Modo IEEE 802.11' is 'A/N mezclado'. 'Ancho de canal' is set to '30 MHz'. 'Lista de frecuencias escaneadas, MHz' is checked and 'Activar'. 'Calcular límite EIRP' is checked and 'Activar'. 'Antena' is 'Built in (2x2) - 13 dBi'. 'Potencia de salida' is set to '2 dBm'. 'Módulo de velocidad de datos' is 'Predeterminado'. 'Índice TX máx., Mbps' is 'MCS 3 - 39/43.3'. Under 'Seguridad inalámbrica', 'Seguridad' is 'WPA2-AES', 'Autenticación WPA' is 'PSK', and 'Clave WPA compartida previamente' is masked with asterisks. A 'Cambiar' button is at the bottom right.

Comandos iperf3 a utilizar son los siguientes:

Comando iperf3 BS: iperf3.exe -c 10.10.10.52 -i 1 -t 500 -P 15 -b 1 (Tráfico 150Mbps)

Comando iperf3 CPE: iperf3.exe -s

A continuación, se detalla una tabla con distintos MCS que se pueden utilizar para la prueba de saturación y validar la diferencia que existe entre la tasa de transferencia real y la teórica:

Índice MCS	Tasa Teórica	Tasa Real con airMAX	Tasa Real sin airMAX
MCS0			
MCS1			
MCS2			
MCS3			
MCS4			
MCS5			
MCS6			
MCS7			
MCS8			
MCS9			
MCS10			
MCS11			
MCS12			
MCS13			
MCS14			
MCS15			

De la misma manera luego de desactivar el protocolo AirMax y volver las redes detectadas por el celular.



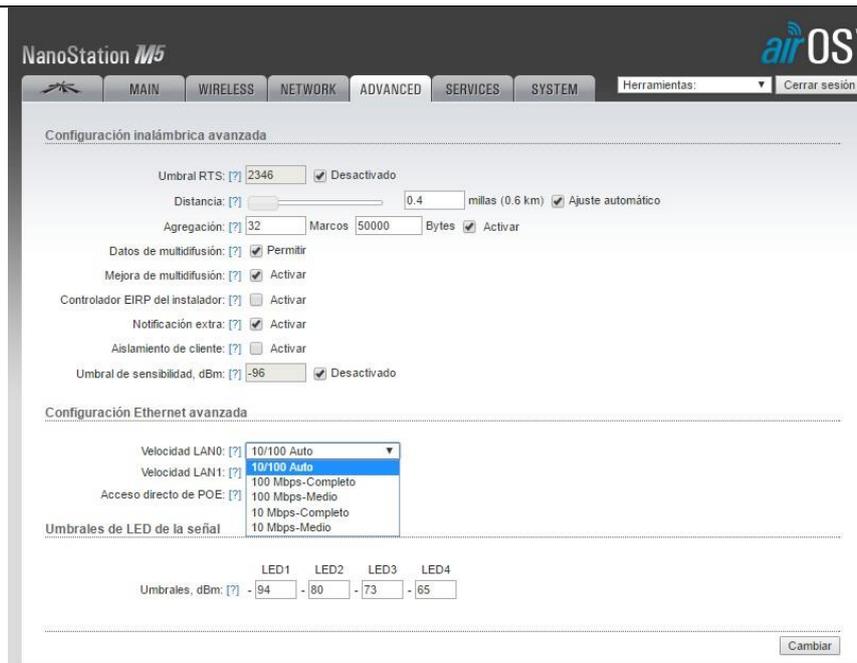
The screenshot shows the 'Estado' (Status) page of the NanoStation M5 web interface. The interface includes a navigation menu with tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The status information is as follows:

Modelo de Dispositivo:	NanoStation M5	AP MAC:	00:27:22:AC:E3:12
Nombre de dispositivo:	NanoStation M5	Conexiones:	1
Modo de máscara de red:	Puente	Umbral mínimo de ruido:	-90 dBm
Modo inalámbrico:	Punto de acceso WDS	Transmitir CCQ:	98.9 %
SSID:	ubnt	airMAX:	Desactivado
Seguridad:	WPA2-AES		
Versión:	v5.6.8 (XM)		
Tiempo activo:	01:17:39		
Fecha:	2016-07-15 12:30:32		
Canal/Frecuencia:	40 / 5200 MHz		
Ancho de canal:	30 MHz		
Banda de frecuencia:	5185 - 5215 MHz		
Distancia:	0.1 millas (0.2 km)		
Cadenas de TX/RX:	2x2		
Potencia de TX:	1 dBm		
Antena:	Built in - 16 dBi		
WLAN0 MAC:	00:27:22:AC:E3:12		
LAN0 MAC:	00:27:22:AD:E3:12		
LAN1 MAC:	02:27:22:AD:E3:12		
LAN0 / LAN1:	100Mbps-Completo / Desconectado		

The screenshot shows the 'Wifi Analyzer' application interface. It displays the following information:

- Conectado a: **tplink (c0:f8:da:5d:9f:b8)**
- Dirección IP: **192.168.0.3**
- Network details for **tplink (c0:f8:da:5d:9f:b8)**:
  - Canal: **11**
  - Frecuencia: **2462 MHz**
  - Señal: **-84 dBm**
  - Seguridad: **WPA2**
  - Proveedor: **HON HAI PRECISION IND. CO., LTD**
- Network details for **ubnt (00:27:22:ac:e3:12)**:
  - Canal: **36**
  - Frecuencia: **5180 MHz**
  - Señal: **-63 dBm**
  - Seguridad: **WPA2**
  - Proveedor: **UBIQUITI NETWORKS**

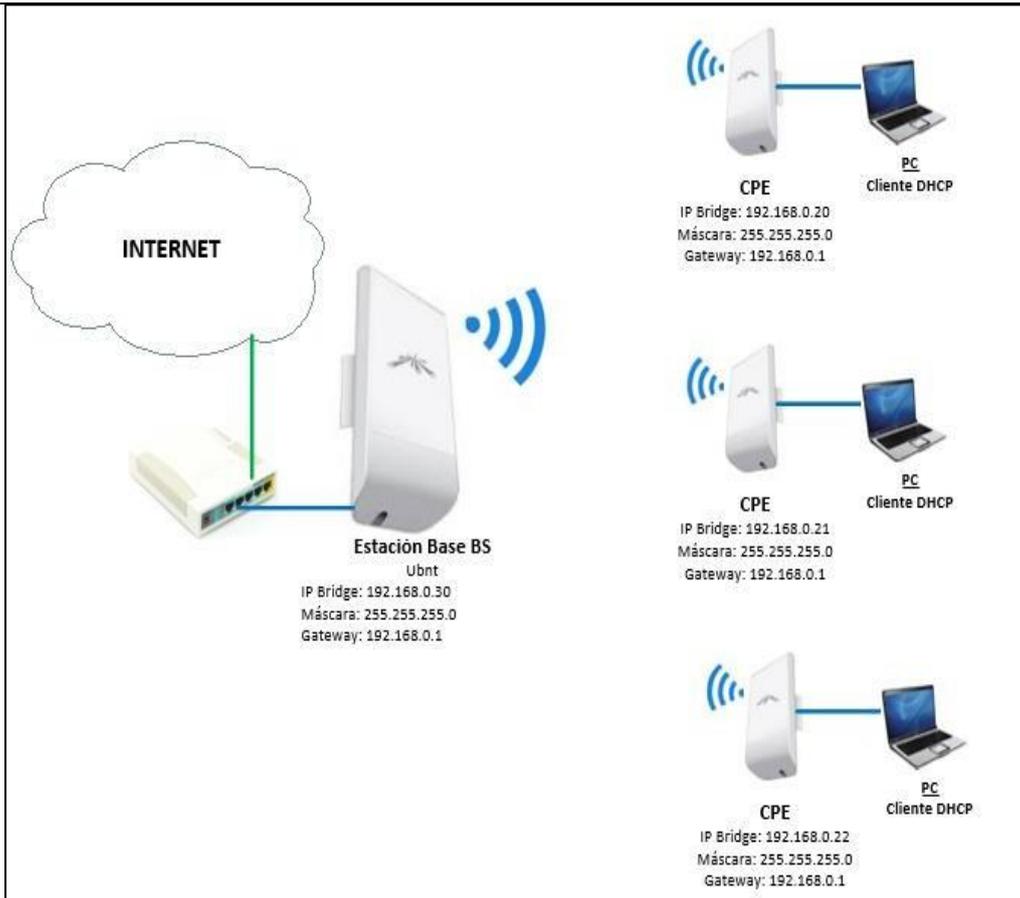
Fijarse en los puertos WAN son 100Mbps en los NanoStation utilizados en la práctica, por ende, la capacidad máxima hacia internet será limitada por los puertos FastEthernet.



### Enlace punto a multipunto PtmP con Mikrotik con conexión a internet.

Conectar varios CPEs a un BS como se muestra en la siguiente simulando un enlace PtmP, conectar a internet el BS y navegar hacia internet desde todas las PC2 conectadas detrás de cada CPE.

- El servidor DHCP será provisto por el Router de Internet de la sala de capacitación.
- Habilitar WDS en todas las estaciones.
- Las PCs en modo clientes DHCP.



Las conexiones Punto a Multipunto se suelen usar para la comunicación de varios nodos entre sí de forma inalámbrica, teniendo en común un único punto de acceso, a corta o mediana distancia.

Para realizar la practica debemos tener en cuenta en donde vamos a realizar el enlace para ello contamos con un simulador de la página de Ubiquiti en donde te facilita la ubicación de tus antenas y además te da cálculos de los distintos parámetros que se utilizan en un radio enlace como lo es la zona de Fresnel.

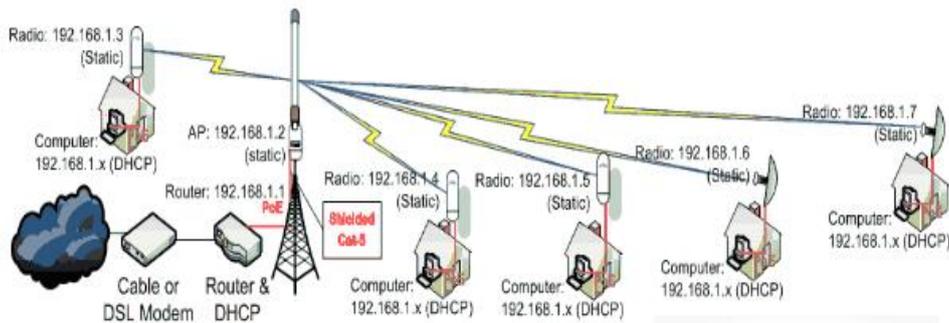
Luego de seleccionar el tipo de dispositivos a utilizar procedemos a ubicar nuestra antena NanoStation, para nuestra practica ubicaremos la antena 1 en un punto remoto a las antenas que serán como estaciones.

## Punto Multipunto

Enlaces punto a multipunto (PMP) se usan regularmente para asignar hasta 100 ubicaciones desde un único punto de acceso.

Hay varios métodos para la asistencia de servicios de PMP. El siguiente ejemplo es la más común, utilizando un único radio de Ubiquiti con una antena omnidireccional para crear una red puenteada.

Algunas veces se quiere un enfoque más complejo; uno que capaz de utilizar múltiples Ubiquiti radios con antenas de sector que van junto con una configuración totalmente enrutada (en lugar de puente). Sin embargo, no se realizará en este manual.



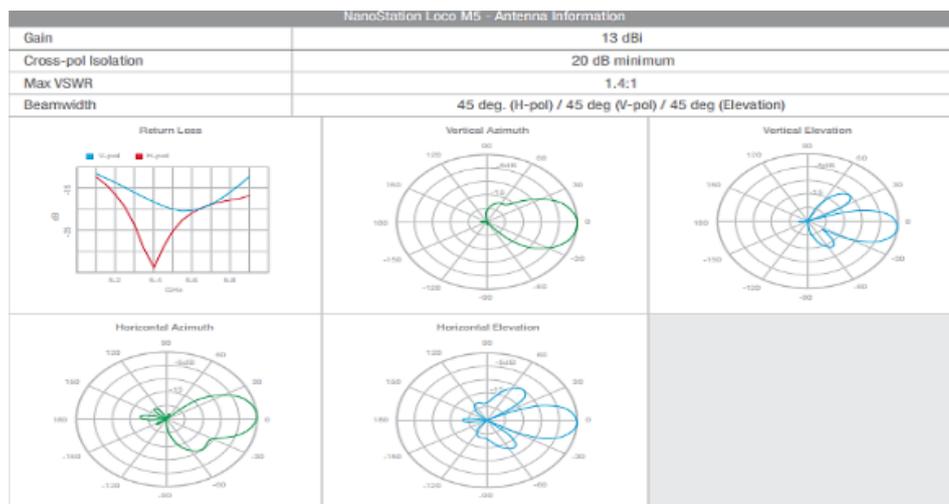
**PRIMERO:** Se debe instalar un router como se muestra en la parte de arriba. Realizar la configuración como un servidor DHCP con un pool IP que es lo bastante grande para servir el número determinado de cliente de dispositivos (por ejemplo, ordenadores, impresoras, etc.).

Hasta el momento el NanoStation ha logrado consolidarse como el primer CPE de exterior por su bajo coste y alto rendimiento. Los nuevos NanoStation M y NanoStation Loco M

tienen un concepto muy similar al original, pero con el pasar del tiempo han sido rediseñados para adaptarse a las nuevas tendencias del diseño.

Comprende con más de 150Mbps de rendimiento y una distancia superior a 15km. Gracias a la tecnología 2x2 MIMO que utiliza el nuevo NanoStation M, los enlaces son generalmente más veloz y tienen un rango superior que con los NanoStation tradicionales. Las nuevas antenas vienen con doble polaridad que equivalen a 16dBi en 5GHz y 11dBi en 2,4GHz siendo diseñadas para optimizar el aislamiento de polaridad de una manera compacta con la "cross-polarity isolation".

Dispone de un segundo puerto Ethernet con posibilidades de poder habilitar por software una salida POE para una integración perfecta con Vídeo IP. El nuevo NanoStation M dispone del hardware eficiente para que pueda ser reiniciado en remoto desde la fuente de alimentación. Además, ahora cualquier NanoStation puede convertirse fácilmente en 802.3af y funcionar a 48V utilizando el adaptador Instant 802.3af.



Con la tecnología Ubiquiti, es capaz de realizar enlaces punto a Multipunto de manera sencilla, teniendo en cuenta los factores de:

- **Ancho de banda a transportar:** Es uno de los puntos más importantes, porque se define el tamaño del canal, el alcance y calidad del enlace.
- **Línea de Vista:** Se destaca por establecer una buena altura de los equipos.
- **Distancia del enlace:** Define la cantidad de potencia que requieren los equipos para asegurar la transmisión del equipo, también, indica que equipo somos capaces de comprar y ahorrar en gastos.
- **Frecuencia para transmitir:** Se considera que frecuencia del espectro es adecuado para la transmisión y para tener un buen enlace debe estar en su respectiva base.

### **Marco procedimental**

Los enlaces Punto a Multipunto generalmente se usan para la comunicar varios nodos entre sí de manera inalámbrica, teniendo en común un único punto de acceso, a corta o mediana distancia.

Para realizar la practica debemos tener en cuenta en donde vamos a realizar el enlace para ello contamos con un simulador de la página de Ubiquiti en donde te facilita la ubicación de tus antenas y además te da cálculos de los distintos parámetros que se utilizan en un radio enlace como lo es la zona de Fresnel.

Luego de seleccionar el tipo de dispositivos a utilizar procedemos a ubicar nuestra antena NanoStation, para nuestra practica ubicaremos la antena 1 en un punto remoto a las antenas que serán como estaciones.

El siguiente paso es configurar las antenas con sus respectivas direcciones IP.

### **Configuración del NanoStation1:**

- En modo Punto de acceso WDS.

- Tener una IP conocida.
- Tener un SSID conocido.
- Encriptación WPA2.

Primero accedemos al dispositivo, por defecto tiene la IP 192.168.1.20, login: ubnt y como password: ubnt

Una vez logeados, cambiamos la IP (Network -> Network Settings) y le asignamos la que queramos, en este caso la 192.168.11.101, le damos a "CHANGE" para aplicar los cambios.

Recordar de cambiar también el rango IP en las propiedades TCP/IP de la tarjeta de red.



Una vez cambiado la IP de nuestro rango, procedemos a configurar los parámetros del dispositivo.

En este caso accedemos al menú de "LINK SETUP" y especificamos las siguientes opciones:

Modo inalámbrico: Punto de acceso WDS

Conexiones WDS: La dirección MAC del cliente WDS.

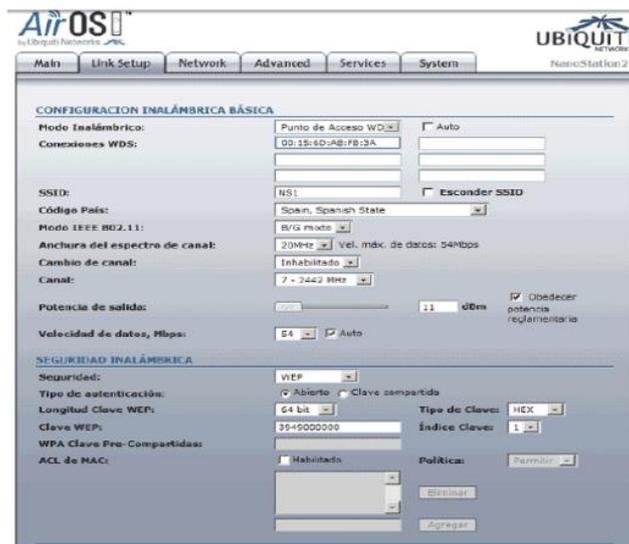
SSID: NS1

Código de país: Spain

Modo IEEE 802.11: B/G Mixto

Anchura del espectro: 20Mhz (Seleccionable hasta 40Mhz en NanoStation5 para obtener mayor ancho de banda)

Canal: 7 Seguridad: WEP



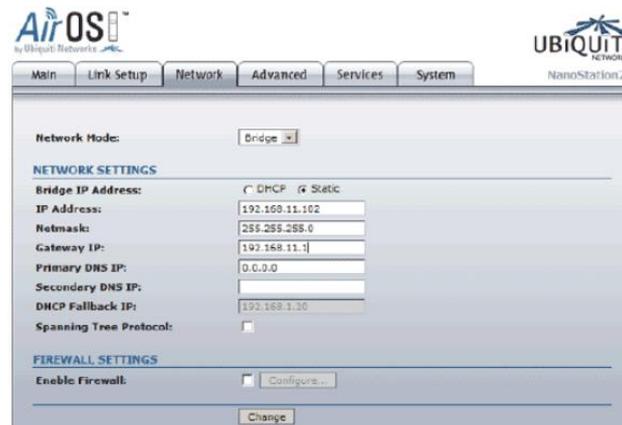
Una vez configurado el primer dispositivo como “Punto de acceso WDS” procederemos a configurar el segundo como “Estación WDS” de la manera que se muestra en el siguiente punto.

### Configuración del NanoStation2:

- En modo Estación WDS.
- Tener una IP conocida (para este ejemplo es 192.168.11.102)
- Tener un SSID conocido al que conectar (para este ejemplo es NS1)
- Establecer encriptación, en este caso WEP.

Primero accedemos al dispositivo, por defecto tiene la IP 192.168.1.20, login: ubnt y password: ubnt.

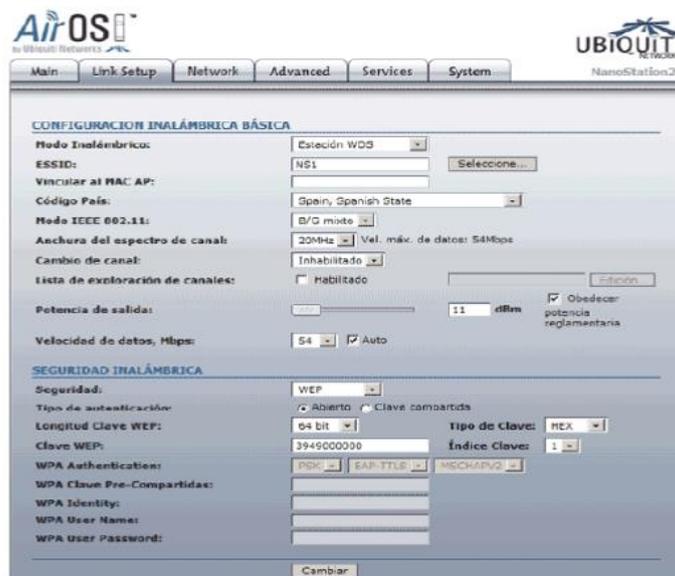
Una vez logeados, cambiamos la IP (Network -> Network Settings) y le asignamos la que queramos, en este caso la 192.168.11.102, le damos a "Change" para aplicar los cambios.



Luego de cambiar la IP, procedemos a configurar los parámetros del dispositivo.

En este caso accedemos al menú de "LINK SETUP" y especificamos las siguientes opciones:

- Modo inalámbrico: Estación WDS  
ESSID: Pulsar en seleccione y elegir la que queramos, en este caso NS1 Código de país: Spain
- Modo IEEE 802.11: B/G Mixto
- Anchura del espectro: 20Mhz (Seleccionable hasta 40Mhz en NanoStation5 para obtener mayor ancho de banda)
- Seguridad: WEP



### Configuración del NanoStation3:

- En modo Estación WDS.
- Tener una IP conocida (para este ejemplo es 192.168.11.103)
- Tener un SSID conocido al que conectar (para este ejemplo es NS1)
- Establecer encriptación, en este caso WEP.

Primero accedemos al dispositivo, por defecto tiene la IP 192.168.1.20, login: ubnt y password: ubnt.

Una vez logeados, cambiamos la IP (Network -> Network Settings) y le asignamos la que queramos, en este caso la 192.168.11.103, le damos a "Change" para aplicar los cambios.



Luego de cambiar la IP, procedemos a configurar los parámetros del dispositivo.

En este caso accedemos al menú de “LINK SETUP” y especificamos las siguientes opciones:

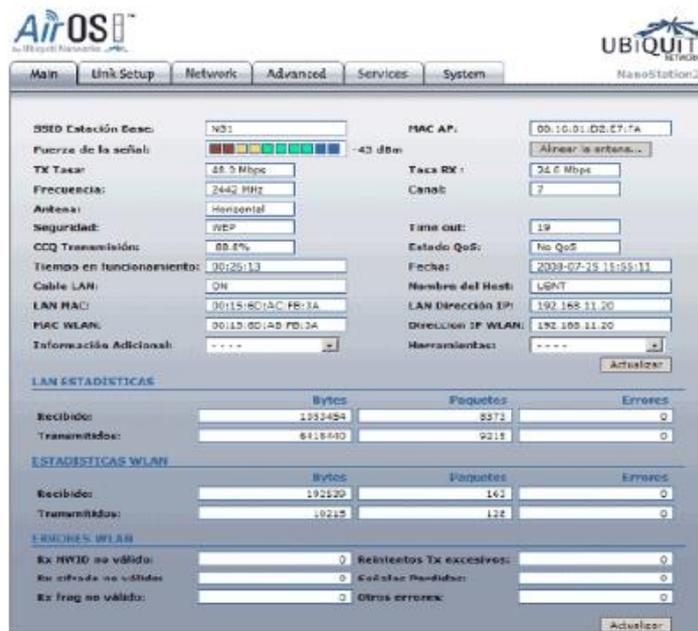
- Modo inalámbrico: Estación WDS.
- ESSID: Pulsar en seleccione y elegir la que queramos, en este caso NS1 Código de país: Spain
- Modo IEEE 802.11: B/G Mixto
- Anchura del espectro: 20Mhz (Seleccionable hasta 40Mhz en NanoStation5 para obtener mayor ancho de banda)
- Seguridad: WEP



Una vez hayamos configurado los dos equipos uno como “Punto Acceso WDS” y el otro como “Estación WDS” lo único que tenemos que hacer es comprobar que se hayan enlazado y alinearlos para su correcto funcionamiento.

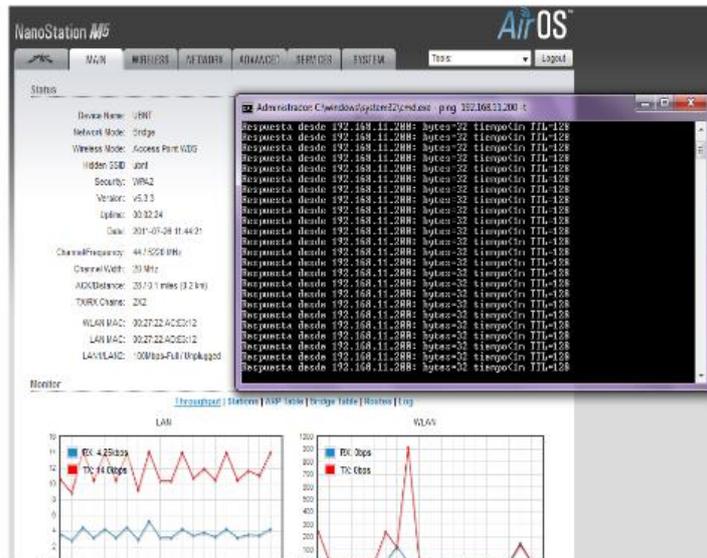
Para comprobar que se hayan enlazado y conectado tenemos que acceder a la pestaña de “MAIN” del NanoStation que hemos configurado como “Estación WDS” por ejemplo, y observar los valores de fuerza de señal.

Los valores para establecer un enlace operativo son de entre -85 dBm y -65 dBm, inferiores a -85 dBm causarán un posible corte en el enlace. Valores por encima de -65 dBm indican un exceso de señal y causarán un comportamiento anómalo en el dispositivo. Ajustar la potencia de salida hasta conseguir estos valores de enlace.



Una vez tengamos correctamente alineados los dos dispositivos únicamente nos quedará comprobar que los dos dispositivos están configurados correctamente y comprobar que el enlace punto a punto que queríamos realizar al principio de la instalación funciona correctamente.

Para ello abriremos una consola de MS-DOS y desde uno de los dos dispositivos lanzaremos un “ping” a la dirección IP (192.168.11.101) del propio dispositivo y a la del otro dispositivo (192.168.11.102) o también a la dirección IP (192.168.11.103) del otro dispositivo y si todo funciona correctamente obtendremos respuesta por parte de los dos, en nuestro caso hemos lanzado un ping desde el que hemos configurado como “Estación WDS” pero sería indiferente realizarlo de manera inversa pues el resultado sería el mismo ya que están enlazados entre sí. Podemos observarlo en la fotografía siguiente:



Al colocar un obstáculo se pudo observar que el nivel de la señal no disminuyo considerablemente y se puede decir que la ganancia de estas antenas es muy buena.

Para las pruebas de carga y descarga se instalará un servidor ftp server FileZilla y un cliente ftp client para verificar el ancho de banda de subida y bajada.

**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Observaciones</b>
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

<b>PUNTAJE:</b>	<b>/10</b>
-----------------	------------

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

7

**TÍTULO PRÁCTICA:** Usar herramientas Site Survey y configurar enlace PtmP WDS con Mikrotik.

**OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las herramientas de site survey para una correcta configuración de enlaces PtmP WDS con Mikrotik.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Utilizar las distintas herramientas que trae RouterOS para la realización de Site Survey en redes inalámbricas.
- Creación de radio enlaces punto a multipunto utilizando equipos Mikrotik.
- Utilizar protocolo Nstreme de Mikrotik con enlace PtmP.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

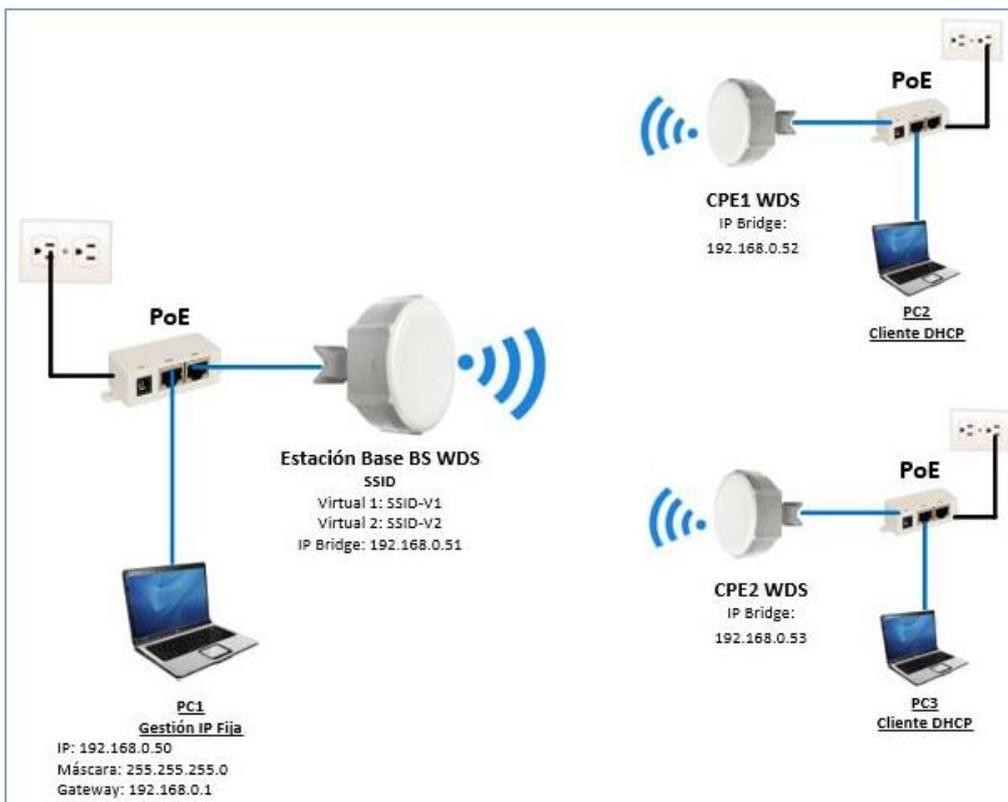
4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Los enlaces Punto a Multipunto se suelen utilizar para la comunicación de diversos nodos entre sí de forma inalámbrica, teniendo en común un único punto de acceso, a corta o mediana distancia.

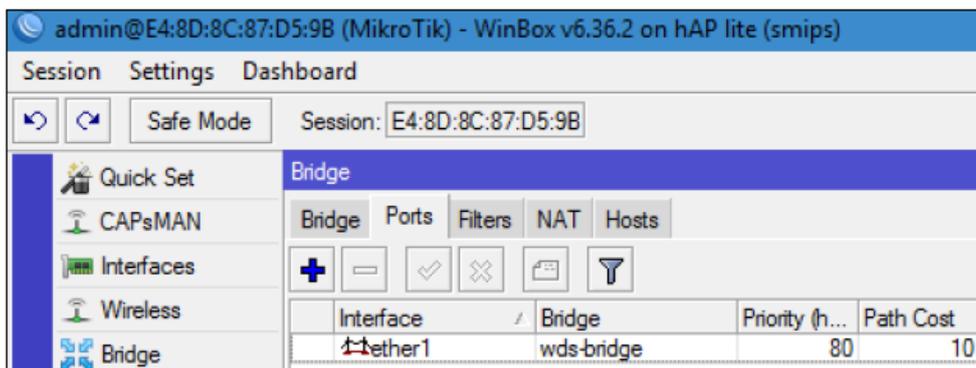
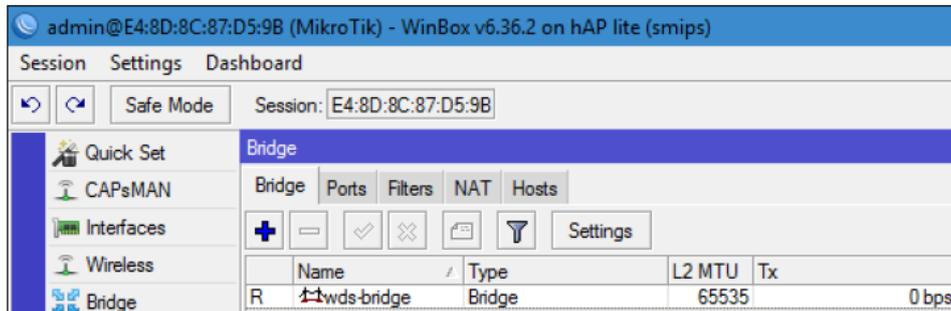
Para realizar la practica debemos tener en cuenta en donde vamos a realizar el enlace y tomar ciertas consideraciones de diseño con un estudio previo del espectro radioeléctrico, velocidades de transferencias, modulaciones mínimas que se desea tener, etc.

Para el desarrollo de este taller se utilizará la siguiente topología de red.

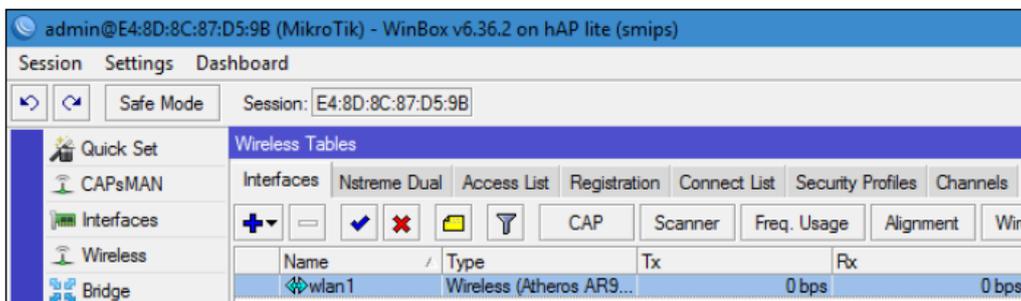


### Configuración de BS WDS utilizando virtual AP

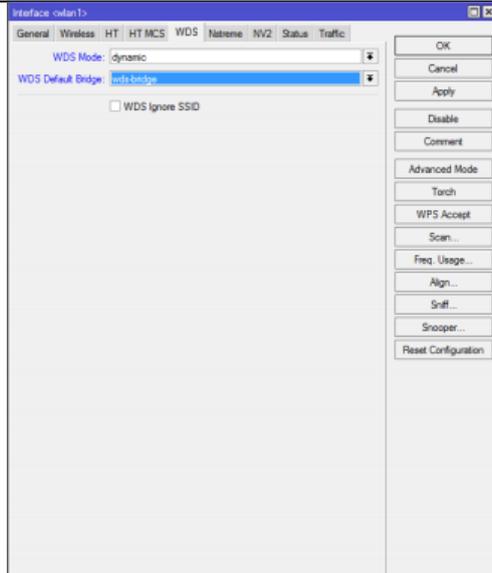
1. Configurar una interfaz bridge wds-bridge y agregar la interfaz eth1.



- Hay que confirmar que la interfaz wlan1 se encuentre habilitada y configurarla el BS en modo ap- bridge como se muestra en las siguientes imágenes.



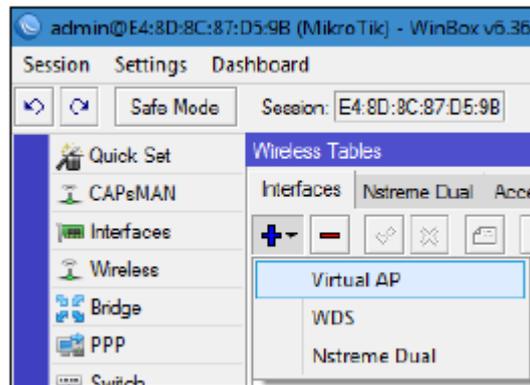




4. Configurar la interfaz bridge con la IP detallada en la topología.



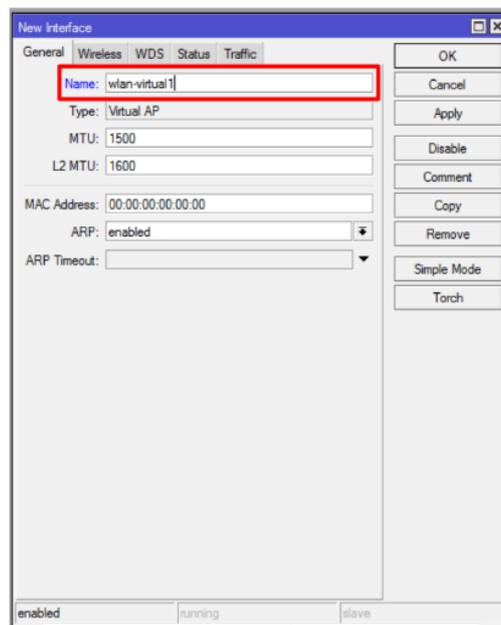
5. Para la creación de las interfaces virtuales AP, ingresar a Wireless y en Interfaces añadir una nueva interfaz Virtual AP.

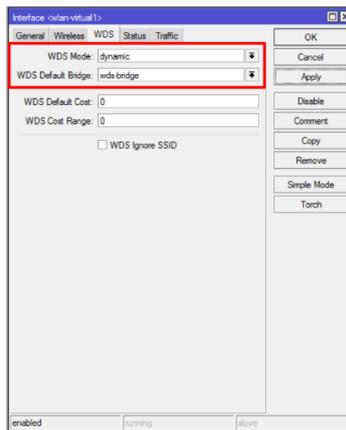
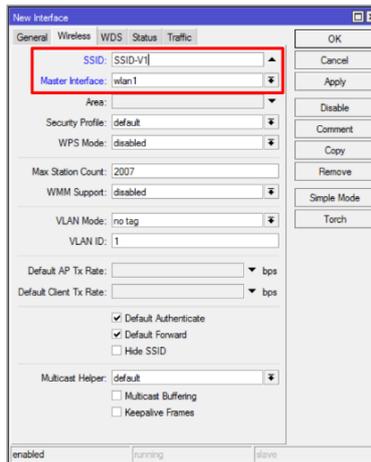


6. Configurar los siguientes Virtual AP:

wlan-virtual1: SSID-V1

wlan-virtual2: SSID-V2





## Configuración de CPE WDS utilizando virtual AP

Para la configuración de los CPE se debe utilizar el proceso aprendido en el anterior Taller, utilizando las IPs detalladas en la topología del presente taller, para cada CPE utilizar los Virtual AP creados en el BS □ SSID-V1 y SSID-V2.

Luego de realizar la configuración de los CPEs desde el BS se debe validar que se encuentren ambas conexiones WDS habilitadas con sus respectivos Virtual AP como se muestra en la siguiente imagen.

admin@E4:8D:8C:87:D5:9B (MikroTik) - WinBox v6.36.2 on hAP lite (smips)

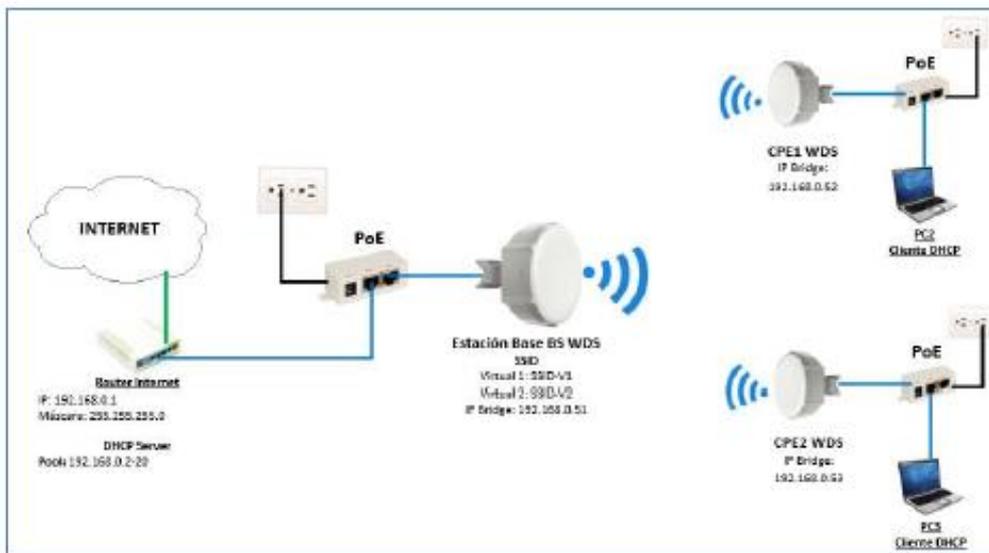
Session Settings Dashboard

Safe Mode Session: E4:8D:8C:87:D5:9B

Wireless Tables

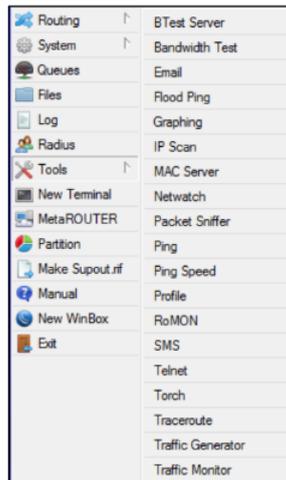
Name	Type	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)
wlan1	Wireless (Atheros AR9...	0 bps	0 bps	0	0
wlan-virtual1	Virtual AP	8.0 kbps	0 bps	14	0
wds9	WDS	8.0 kbps	0 bps	14	0
wlan-virtual2	Virtual AP	7.5 kbps	480 bps	13	1
wds10	WDS	7.5 kbps	480 bps	13	1

7. Como se muestra en la siguiente imagen conectar su router con acceso a internet en BS y probar conectividad hacia Internet desde PC2 y PC3.



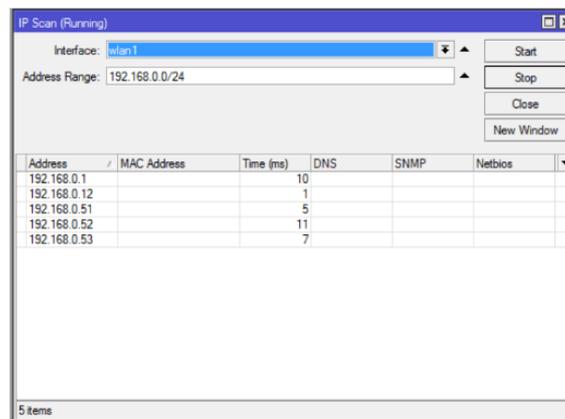
### Uso de herramientas de red disponibles en RouterOS

Como se puede apreciar en la imagen siguiente, Mikrotik contiene de varias herramientas para el control y gestión de la red en general.

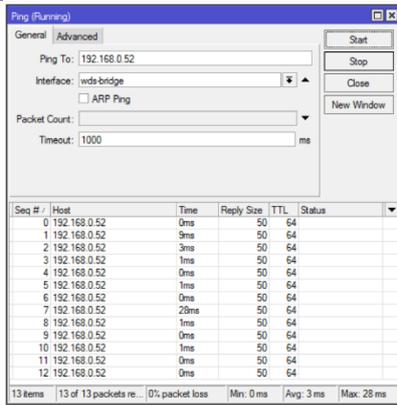


Entre las herramientas más importantes tenemos las siguientes:

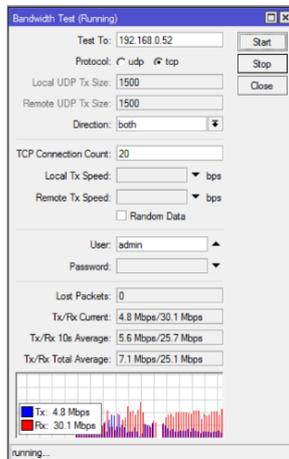
- IP Scan



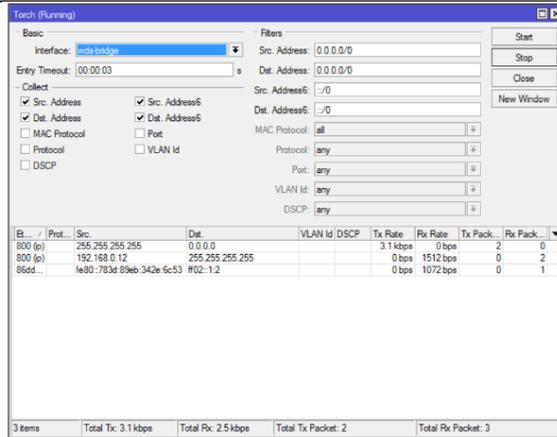
- Ping



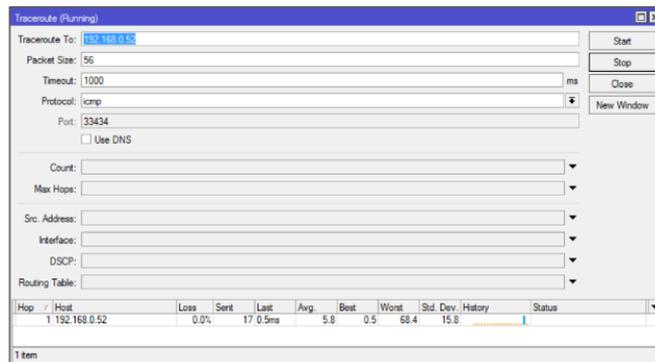
- Bandwith test



- Torch



- Traceroute



## Uso de herramientas para gestión de radio enlace

Dentro de la configuración de la interfaz Wireless se tienen otras herramientas adicionales para la gestión del enlace inalámbrico.

Interface <wlan1>

General Wireless Data Rates Advanced HT HT MCS WDS Netstreme ...

Mode: ap\_bridge

Band: 2GHz-only-N

Channel Width: 20MHz

Frequency: 2412 MHz

SSID: Grupo 1

Radio Name: E48D8C935DCF

Scan List: default

Wireless Protocol: any

Security Profile: default

WPS Mode: push button

Frequency Mode: manual\_txpower

Country: no\_country\_set

Antenna Gain: 0 dBi

DFS Mode: none

Buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Simple Mode, Torch, WPS Accept, Scan..., Freq. Usage..., Align..., Sniff..., Snooper..., Reset Configuration

Freq. Usage (Running)

Interface: wlan1

Buttons: Start, Stop, Close, New Window

Frequency (MHz)	Usage	Noise F...
2412	7.9	-102
2417	6.7	-103
2422	30.3	-104
2427	14.4	-104
2432	9.6	-105
2437	11.6	-101
2442	20.2	-103
2447	7.3	-102
2452	4.0	-102
2457	12.5	-105
2462	13.7	-105

11 items

Scanner (Running)

Interface: wlan1

Start  
Stop  
Close  
Connect  
New Window

Interface	Address	SSID	Channel	Signal	Noise	Signal	Radio Name	RouterO...
AP wlan1	00:25:9C:88:C4:A6	FERCHO	2412/2...	-80	-100	20		
AP wlan1	B4:75:0E:0F:2E:B0	FERCHO	2412/2...	-90	-100	10		
AP wlan1	C8:3F:B4:7C:A0:50	Claro_MIA	2412/2...	-90	-100	10		
AP wlan1	00:14:BF:74:73:4D	PELUCON	2422/2...	-80	-104	24		
P wlan1	00:15:6D:3E:47:79	lkbndtx	2422/2...	-86	-104	18		
AP wlan1	CC:B2:55:5C:9E:00	JGD-Room	2427/2...	-87	-104	17		
AP wlan1	9C:D6:43:CE:54:40	PKF Co. LTDA	2427/2...	-92	-104	12		
A wlan1	C4:72:95:9A:2A:51	NETLIFEZONE	2437/2...	-89	-102	13		
AP wlan1	EC:55:F9:9E:E5:0C	Claro_LASTRA000195711	2437/2...	-81	-102	21		
AP wlan1	C4:72:95:9B:58:C0	AGUIRRE-EXT	2437/2...	-87	-102	15		
AP wlan1	C4:72:95:9A:2A:52	Telconet	2437/2...	-89	-102	13		
AP wlan1	90:4C:E5:69:3F:6B		2437/2...	-69	-102	33		
AP wlan1	A0:F3:C1:5B:DD:98	WONG	2452/2...	-88	-101	13		
AP wlan1	C0:F8:DA:5D:9F:B8	iplink	2462/2...	-74	-106	32		
AP wlan1	00:18:E7:F1:87:C8	BCK_1	2462/2...	-84	-106	22		
AP wlan1	59:56:69:FC:59:27	Claro_JIMENEZ0001458528	2462/2...	-85	-106	21		
AP wlan1	38:4C:90:D4:69:00	Claro_WONG0000251573	2462/2...	-89	-106	17		
AP wlan1	88:9F:FA:3A:C2:B7	Claro_CEREZO0002154271	2462/2...	-92	-106	14		
AP wlan1	C4:12:F5:74:B3:E4	dlink	2462/2...	-91	-106	15		
AP wlan1	AC:EC:80:98:12:E0	Claro_ADUM0004674791	2412/2...	-91	-100	9		
AP wlan1	C8:3F:B4:79:AA:E0	Claro_SANTOS0003574326	2412/2...	-92	-100	8		
AP wlan1	00:18:D2:00:34:57	lkor2	2417/2...	-87	-104	17		

32 items

Wireless Snooper (Running)

Interface: wlan1

Start  
Stop  
Close  
Settings  
New Window

stations

Channel	Address	SSID	Signal	Of Freq. (%)	Of Traf. (%)	Bandwidth	Net...	Stati...
2412/20/gn	90:8D:78:CE:6D:FB	BCK-DTMK	-91	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	B4:75:0E:0F:2E:B0	FERCHO	-85	0.6	5.9	5.0 kbps		
2412/20/gn	C8:3F:B4:7C:A0:50	Claro_MIA	-81	0.6	6.0	5.1 kbps		
2412/20/gn	AC:EC:80:98:12:E0	Claro_ADUM0004...	-88	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	00:25:9C:88:C4:A6	FERCHO	-91	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	18:9C:5D:79:A5:C1	.NETLIFEZONE	-89	1.0	10.5	9.6 kbps		
2412/20/gn	E4:8D:8C:3B:E6:AB	STIWIFIPA	-81	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	C0:8A:DE:06:36:E8	wfiucsg	-91	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	00:11:00:0A:8D:3A		-80	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	5C:F8:A1:A1:22:6B		-82	0.0	0.0	0 bps		
2412/20/gn	18:9C:5D:79:A5:C0	Alcaldia_Guayaquil	-89	2.1	21.6	19.8 kbps		
2412/20/gn	18:9C:5D:79:A5:C2	Telconet	-87	1.1	11.2	10.3 kbps		
2417/20/gn	68:72:51:36:F8:AB	lkbaudi	-75	4.2	54.4	174.6 kbps		
2417/20/gn	00:18:D2:00:34:57	lkor2	-75	0.4	6.1	3.7 kbps		
2417/20/gn	C4:9A:02:4E:7E:C2		-93	0.0	0.0	0 bps		
2422/20/gn	00:14:BF:74:73:4D	PELUCON	-78	0.4	0.6	3.2 kbps		
2422/20/gn	00:15:6D:3E:47:79	lkbndtx	-82	0.0	0.0	0 bps		
2427/20/gn	CC:B2:55:5C:9E:00	JGD-Room	-89	2.6	12.6	24.7 kbps		
2427/20/gn	9C:D6:43:CE:54:40	PKF Co. LTDA	-85	0.0	0.0	0 bps		
2427/20/gn	60:F1:89:5A:50:1C		-93	0.0	0.0	0 bps		
2432/20/gn	64:89:9A:83:D8:E8		-83	0.0	0.0	0 bps		
2432/20/gn	DC:9F:DB:0A:7F:14	lkor	-90	0.0	0.0	0 bps		
2437/20/gn	EC:55:F9:9E:E5:0C	Claro_LASTRA000...	-71	0.6	5.7	5.0 kbps		
2437/20/gn	00:18:D2:00:34:57		-87	1.2	12.2	11.1 kbps		

43 items out of 86 (1 selected)

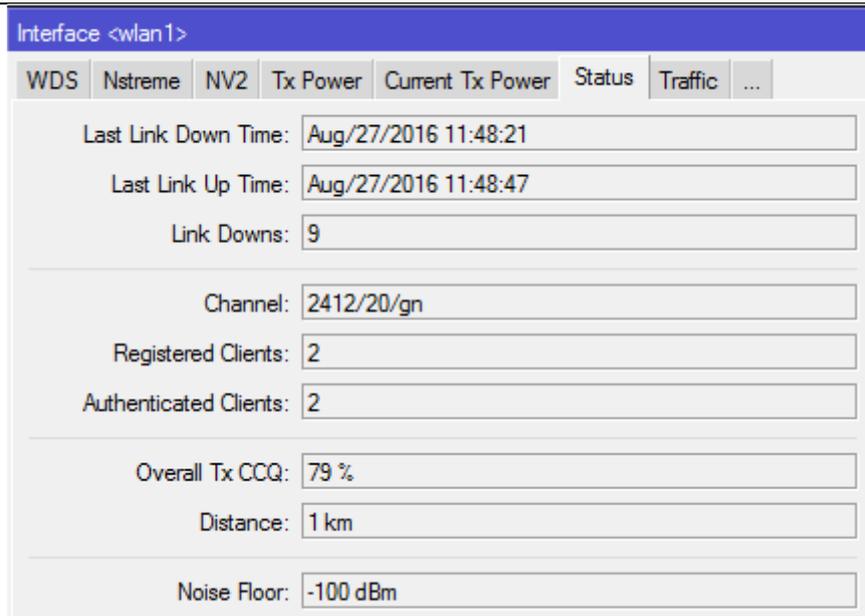
Interface <wlan1>

WDS	Nstreme	NV2	Tx Power	Current Tx Power	Status	Traffic	...
Tx/Rx Rate:		31.1 kbps	/		416 bps		
Tx/Rx Packet Rate:		48 p/s	/		1 p/s		
FP Tx/Rx Rate:		0 bps	/		416 bps		
FP Tx/Rx Packet Rate:		0 p/s	/		1 p/s		
Tx/Rx Bytes:		139.7 MiB	/		224.6 MiB		
Tx/Rx Packets:		179 133	/		197 602		
Tx/Rx Drops:		0	/		0		
Tx/Rx Errors:		0	/		0		

Legend: Tx: 31.1 kbps, Rx: 416 bps

Legend: Tx Packet: 48 p/s, Rx Packet: 1 p/s

enabled    running    slave    running ap



**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

### RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

<b>PUNTAJE:</b>	<b>10</b>
-----------------	-----------

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

8

**TÍTULO PRÁCTICA:** Configurar Modo Router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti.

**OBJETIVO GENERAL:**

Configurar modo router y SOHO con Mikrotik y Ubiquiti

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Dar a conocer fundamentos básicos de ruteo utilizando los equipos en modo Router y Router SOHO con Mikrotik.
- Dar a conocer fundamentos básicos de ruteo utilizando los equipos en modo Router y Router SOHO con Ubiquiti.
- Utilizar rutas estáticas en un enlace inalámbrico.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

### **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

El encaminamiento, enrutamiento o ruteo es tiene como función buscar un posible camino entre todos los posibles enlaces en una red de paquetes cuyas topologías poseen una gran conectividad. Lo que más destaca es tratar de encontrar la mejor ruta, lo primero es definir a que equivale la "mejor ruta" y luego cuál es la "métrica" que se utiliza para medirla.

Para que una red tenga un correcto funcionamiento es esencial que la gran parte de los routers conozcan las diferentes redes que pueden alcanzar y por dónde. El Router tiene la responsabilidad de tener este conocimiento y a su vez tomar la decisión de a quién enviar el tráfico. Para lograr tener el conocimiento fundamental, un equipo se basará básicamente en dos técnicas: ruteo estático y ruteo dinámico.

El enrutamiento estático es la forma más inteligible y que requiere un menor conocimiento para configurar las tablas de ruteo en un equipo. Es un procedimiento manual que necesita que el administrador explique explícitamente en cada uno del equipo las redes que puede llegar a alcanzar y qué camino elegir para llegar.

La mayor ventaja de este enrutamiento, es que no se sobrepone ninguna sobrecarga adicional sobre los routers y los enlaces en una red. Sin embargo, la principal desventaja es determinar los muchos casos para no escoger este método.

Por otro lado, configurar rutas estáticas en una red que contiene un gran número de routers puede volverse un trabajo muy difícil para el administrador, además de que se aumentan las probabilidades de cometer un error, por ende, el encontrar el error llega a ser bastante tedioso y difícil. Pero, además, existe un problema aún mayor: la redundancia. Cuando se utiliza ruteo estático en una red con redundancia y existe un fallo en el enlace del administrador todas las rutas serán modificadas manualmente, lo cual implica que el tiempo de respuesta de una falla es mayor que si se usa un método automático.

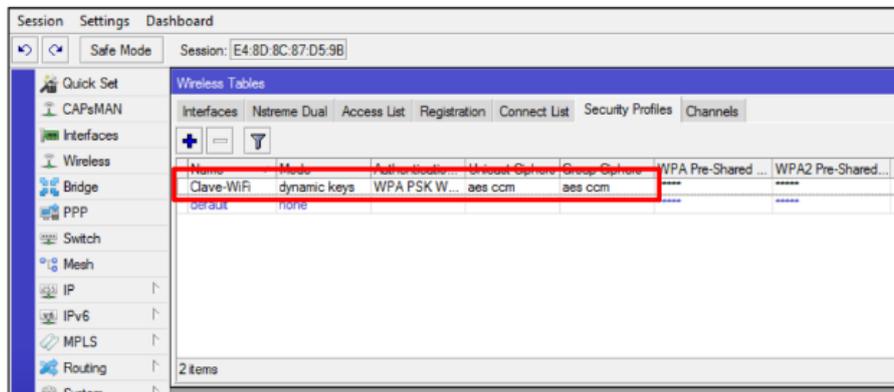
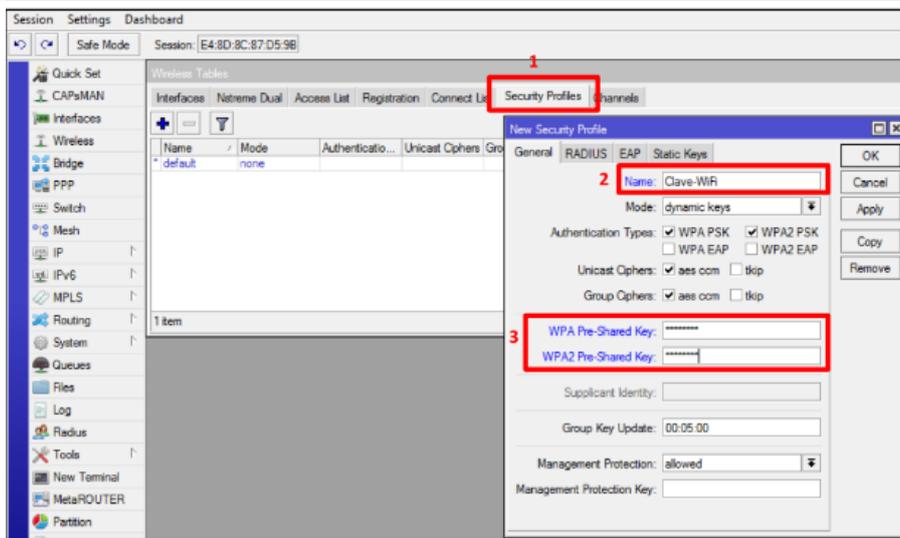
A continuación, se detallan las configuraciones a ser realizadas en el BS y CPE para poder tener comunicación entre dos puntos en Capa 3 utilizando ruteo.



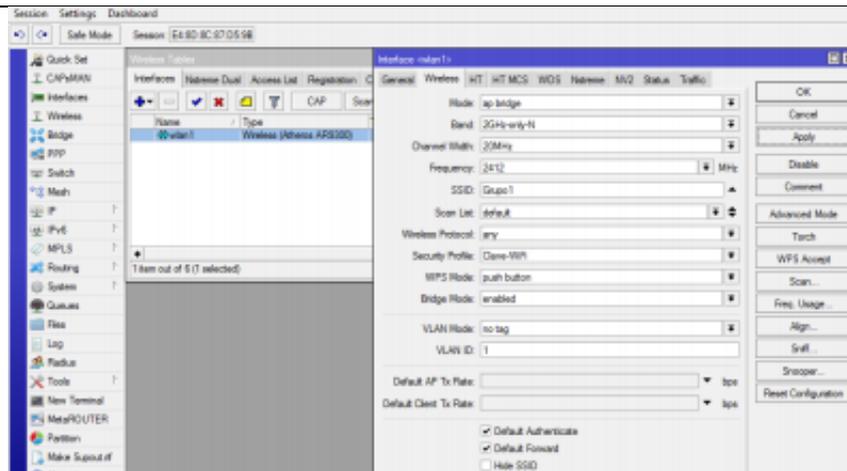
La estación base y el CPE deberán formar un enlace Capa 3 y entre la PC3 y PC2 conectadas en cada extremo del enlace se deberá realizar el ruteo necesario para que se puedan comunicar.

### Configuración en la radio base BS

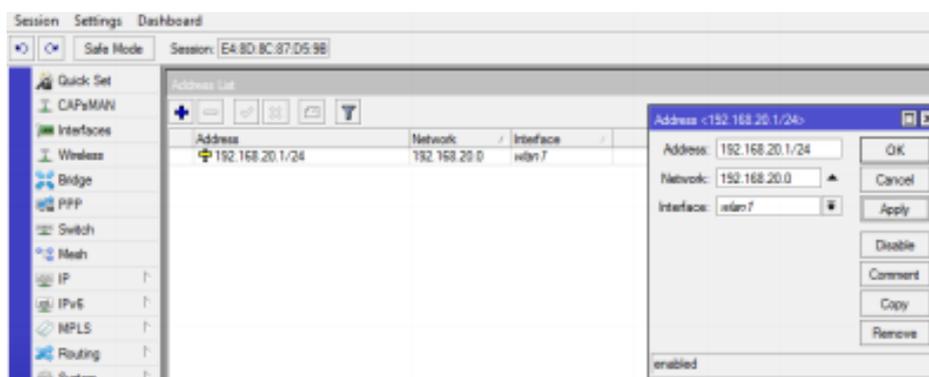
1. Habilitar la interfaz Wireless y configurar un Security Profile (Nombre: Clave-Wifi y Clave WPA/WPA2: Mikrotik). El security profile es la clave y método de acceso que va a utilizar la interfaz wireless para la autenticación de seguridad en el enlace.



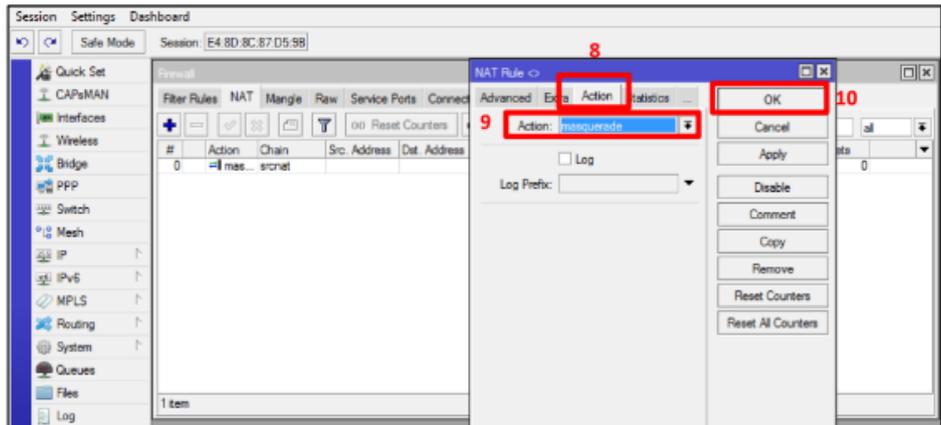
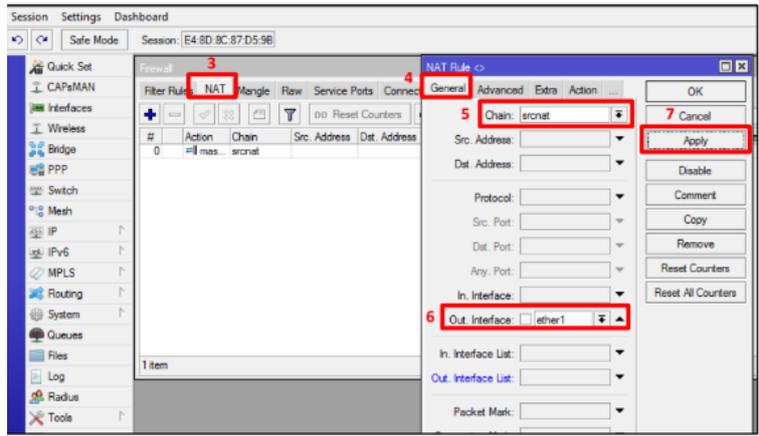
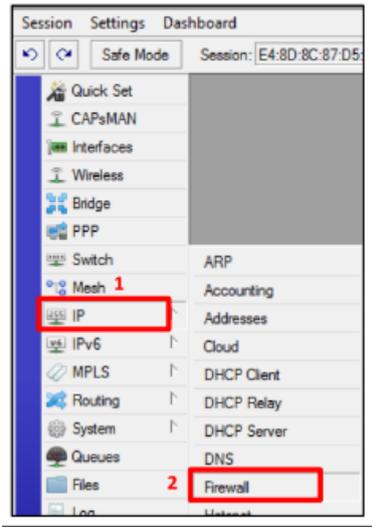
2. Configurar los parámetros de la interfaz wireless security profile, modo de operación, banda de frecuencia y SSID.



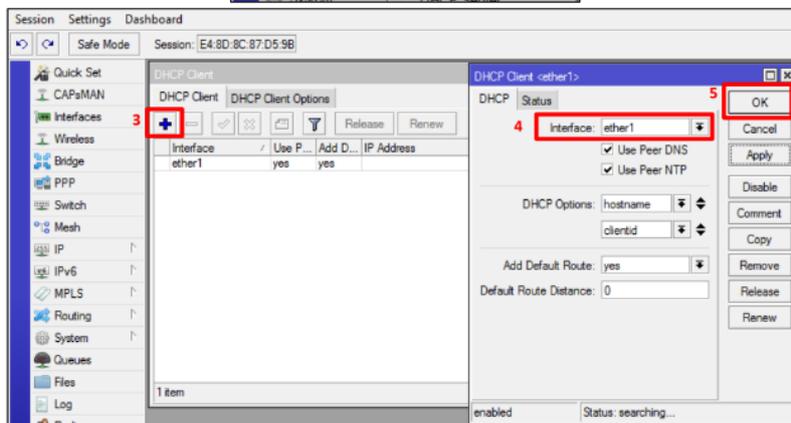
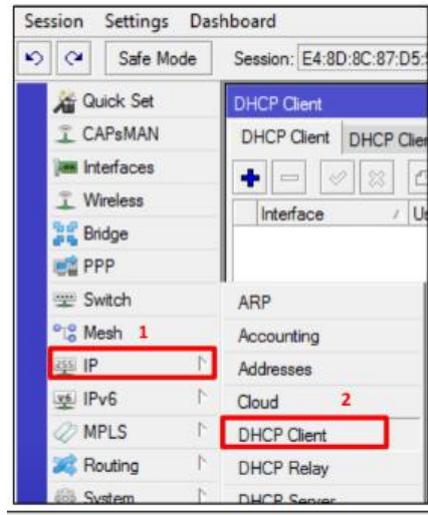
3. Configurar la IP 192.168.20.1/24 en la interfaz wlan1, para establecer conexión IP con la estación.



4. Para que el equipo funcione en modo router se debe habilitar el nateo NAT.  
 NAT: Una dirección IP privada LAN (wlan1) se convierte siempre en una misma dirección IP pública WAN (eth1). Este modo de funcionamiento admitiría a un host dentro de la red ser visible desde Internet. Para la configuración del NAT en el BS se utilizará como interfaz WAN a eth1 y como interfaz LAN a wlan1.

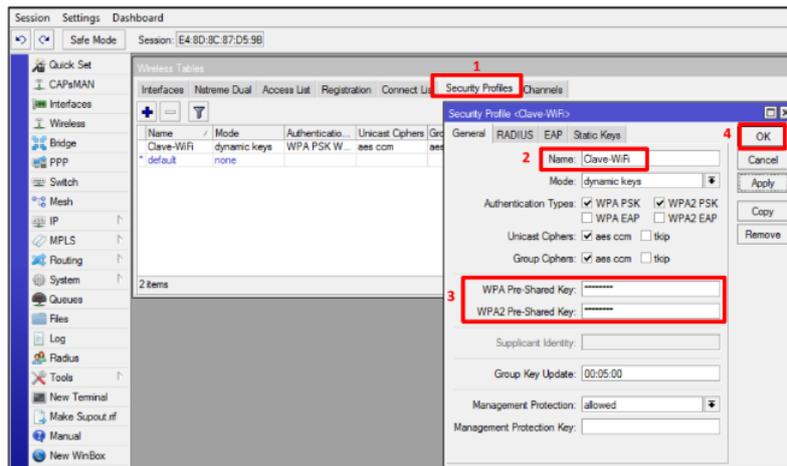


Para finalizar la configuración en el BS, configurar como cliente DHCP la interfaz eth1, en esta interfaz se conectará el acceso hacia Internet por medio de un router de borde y que tiene un DHCP Server embebido.

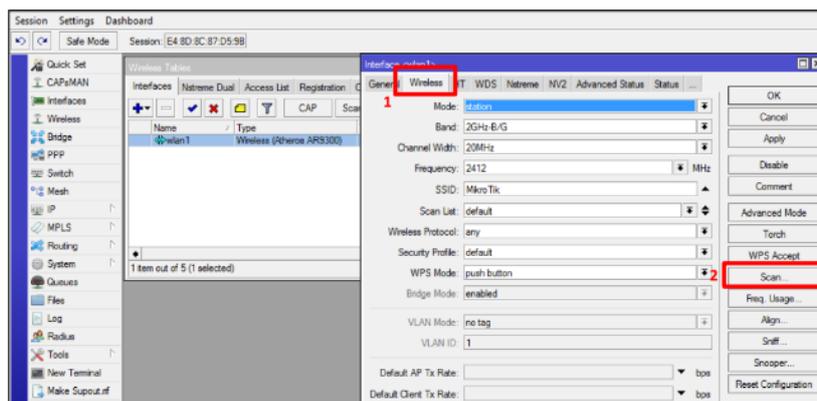


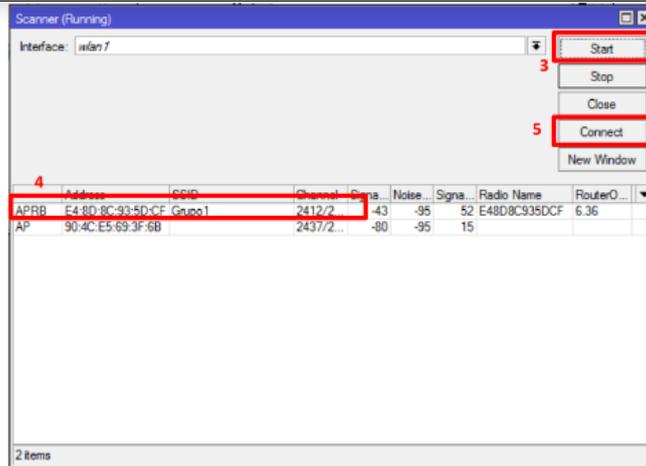
### Configuración en el CPE

1. Habilitar la interfaz Wireless y configurar un Security Profile (Nombre: Clave-Wifi y Clave WPA/WPA2: Mikrotik). El security profile es la clave y método de acceso que va a utilizar la interfaz wireless para la autenticación de seguridad en el enlace.

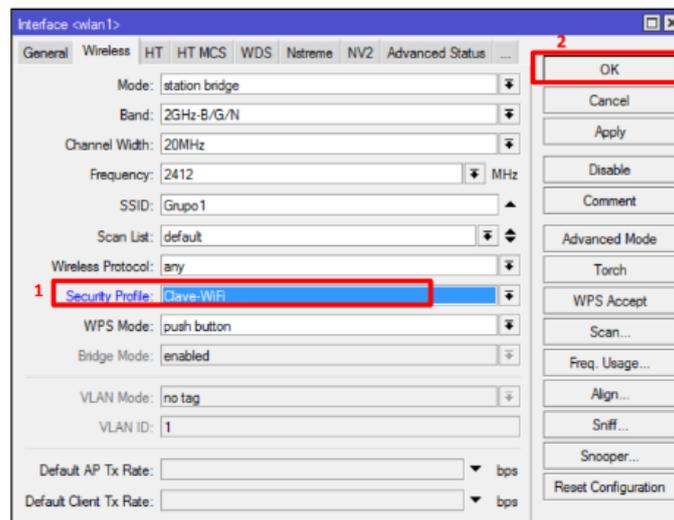


2. Abrir la configuración de la interfaz wlan1 y dar click en el botón Scan y luego Start para que escanee las redes wireless disponibles para conectar, elegir el SSID irradiada por el BS y luego Connect.





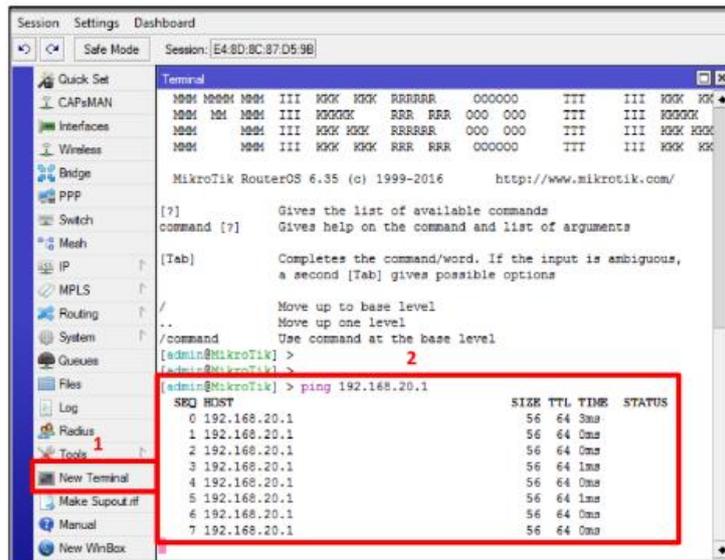
- Automáticamente se asociará a la información de radio (SSID, banda de operación, ancho de canal, etc), pero para finalizar la configuración de la interfaz wlan1 se deberá seleccionar el Security Profile y guardar los cambios.



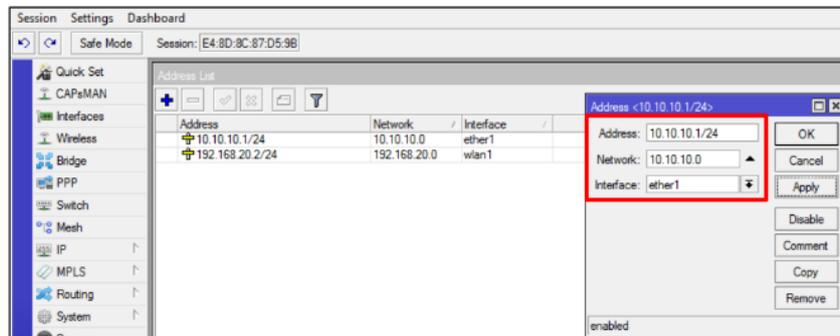
- Configurar la IP 192.168.20.2/24 en la interfaz wlan1.



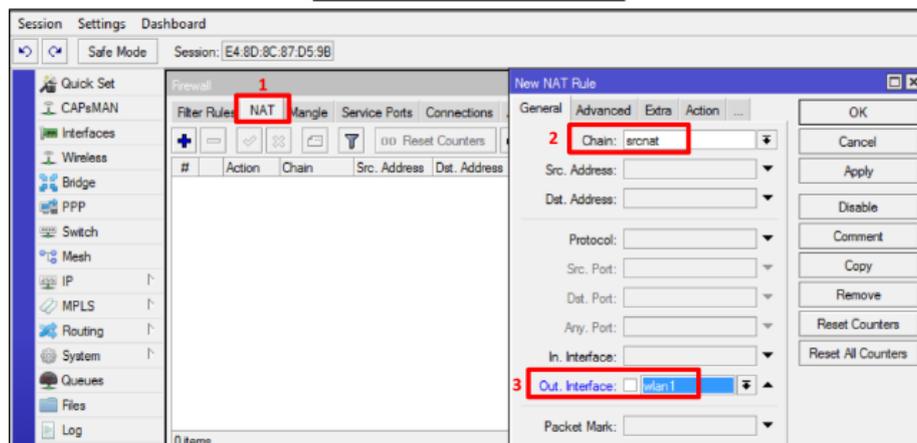
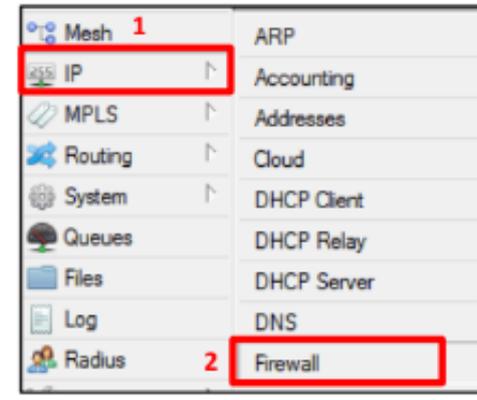
5. Abrir un terminal de consola y hacer ping a la IP del BS (192.168.20.1)

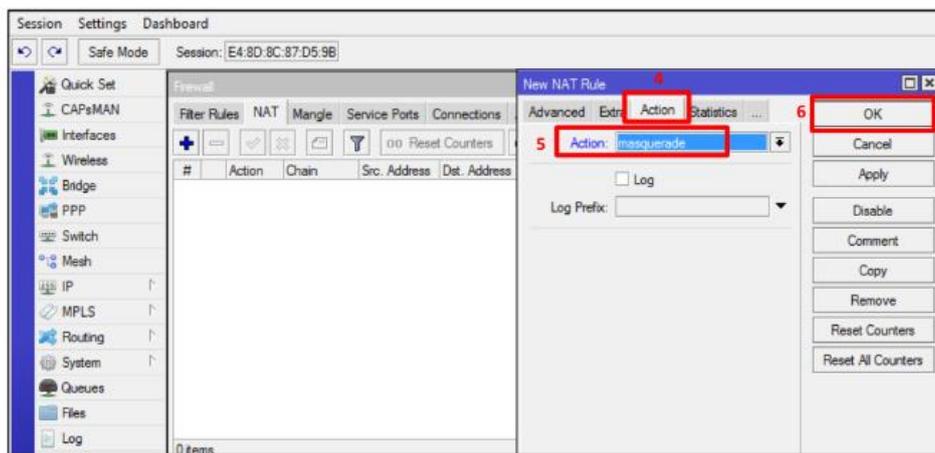


6. Asignar una IP a la interfaz eth1.

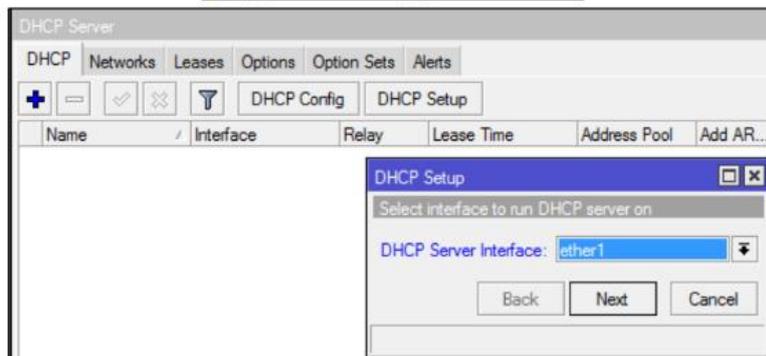


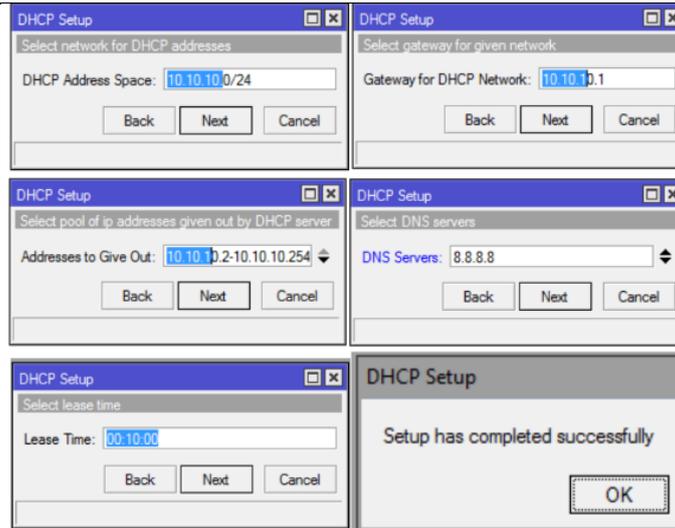
7. Habilitar regla de NAT, considerando como interfaz WAN a wlan1 e interfaz LAN a eth1.





8. Habilitar el servidor DHCP en la interfaz eth1.





Conectar PC2 como cliente DHCP en la interfaz eth1 del CPE y probar conectividad hacia Internet.

**Nota:** No se tiene conectividad porque el CPE no conoce la ruta por donde debe enviar los paquetes con destino Internet.

```

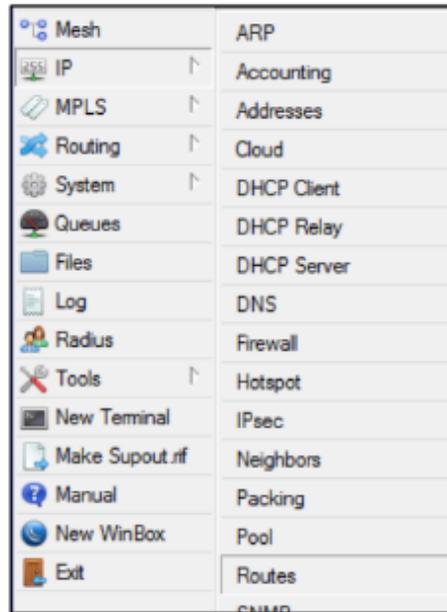
D:\Otros\Programas adicionales\Console2>ping 8.8.8.8

haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.10.1: Red de destino inaccesible.

Estadísticas de ping para 8.8.8.8:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),

```

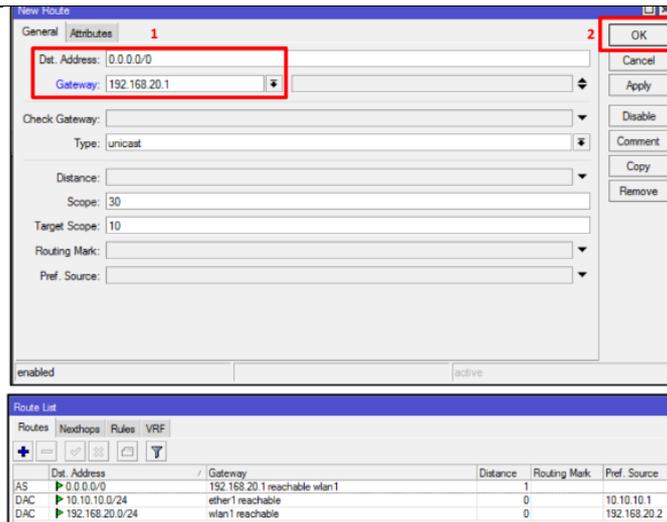
Para establecer la conectividad se deberá configurar una ruta por defecto tanto en el BS y CPE para que los paquetes que tienen destino Internet sean enrutados a sus respectivas interfaces WAN.



### Configuración de ruta por defecto en el CPE

1. Revisar las rutas actualmente definidas y notar que para llegar a la IP (Ej: 8.8.8.8) no existe una ruta definida por lo que el paquete hacia ese destino es eliminado.

Route List					
Routes					
Nexthops Rules VRF					
+ - ✓ ✗ ☰ ⌵					
	Dest. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
DAC	▶ 10.10.10.0/24	ether1 reachable	0		10.10.10.1
DAC	▶ 192.168.20.0/24	wlan1 reachable	0		192.168.20.2



## Configuración de ruta por defecto en radio base BS

1. Para este ejemplo el servidor DHCP del router de Internet le estaba publicando la ruta por defecto que debía conocer para el acceso hacia Internet, caso contrario incluirla considerando como interfaz Gateway la IP del router de Internet 192.168.0.1.

	Dist. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
DAS	0.0.0.0/0	192.168.0.1 reachable ether1	0		
DAC	192.168.0.0/24	ether1 reachable	0		192.168.0.10
DAC	192.168.20.0/24	wlan1 reachable	0		192.168.20.1

Volver a validar el acceso hacia Internet, realizando un ping desde PC2 hacia Internet.

```
D:\Otros\Programas adicionales\Console2>ping www.google.com -t
Haciendo ping a www.google.com [191.99.255.227] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=11ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=8ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=8ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=14ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=9ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=11ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=9ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=9ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=8ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=9ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=14ms TTL=59
Respuesta desde 191.99.255.227: bytes=32 tiempo=9ms TTL=59
```

## **Configuración Modo Router y SOHO**

El encaminamiento, enrutamiento o ruteo es tiene como función buscar un posible camino entre todos los posibles enlaces en una red de paquetes cuyas topologías poseen una gran conectividad. Lo que más destaca es tratar de encontrar la mejor ruta, lo primero es definir a que equivale la "mejor ruta" y luego cuál es la "métrica" que se utiliza para medirla.

Para que una red tenga un correcto funcionamiento es esencial que la gran parte de los routers conozcan las diferentes redes que pueden alcanzar y por dónde. El Router tiene la responsabilidad de tener este conocimiento y a su vez tomar la decisión de a quién enviar el tráfico. Para lograr tener el conocimiento fundamental, un equipo se basará básicamente en dos técnicas: ruteo estático y ruteo dinámico.

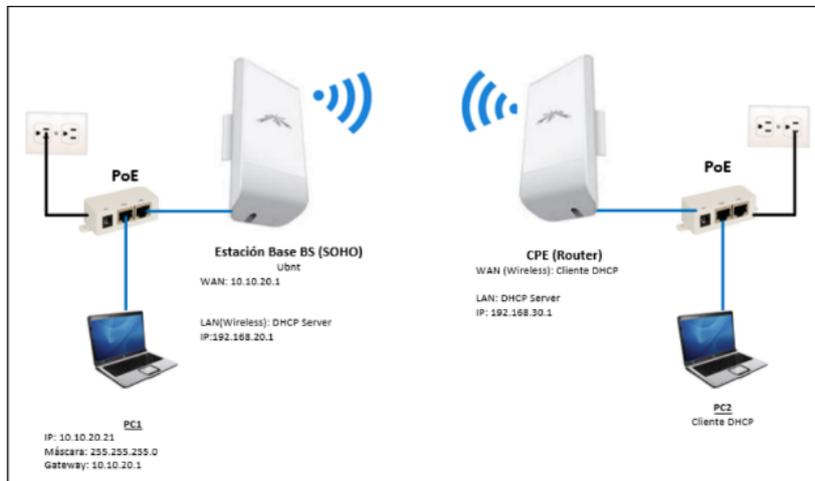
El enrutamiento estático es la forma más inteligible y que requiere un menor conocimiento para configurar las tablas de ruteo en un equipo. Es un procedimiento manual que necesita que el administrador explique explícitamente en cada uno del equipo las redes que puede llegar a alcanzar y qué camino elegir para llegar.

La mayor ventaja de este enrutamiento, es que no se sobrepone ninguna sobrecarga adicional sobre los routers y los enlaces en una red. Sin embargo, la principal desventaja es determinar los muchos casos para no escoger este método.

Por otro lado, configurar rutas estáticas en una red que contiene un gran número de routers puede volverse un trabajo muy difícil para el administrador, además de que se aumentan las probabilidades de cometer un error, por ende, el encontrar el error llega a ser bastante tedioso y difícil. Pero, además, existe un problema aún mayor: la redundancia. Cuando se utiliza ruteo estático en una red con redundancia y existe un fallo en el enlace del administrador todas las rutas serán modificadas manualmente, lo cual implica que el tiempo de respuesta de una falla es mayor que si se usa un método automático.

## Marco procedimental

A continuación, se detallan las configuraciones a ser realizadas en el BS y CPE para poder tener comunicación entre dos puntos en Capa 3 utilizando ruteo. Las siguientes configuraciones serán realizadas en la opción Network.



## Configuraciones en el BS

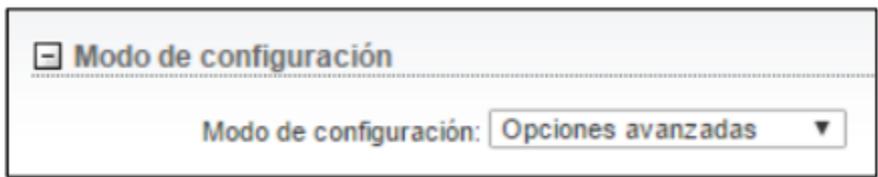
1. Configurar como Enrutador SOHO

Función de red

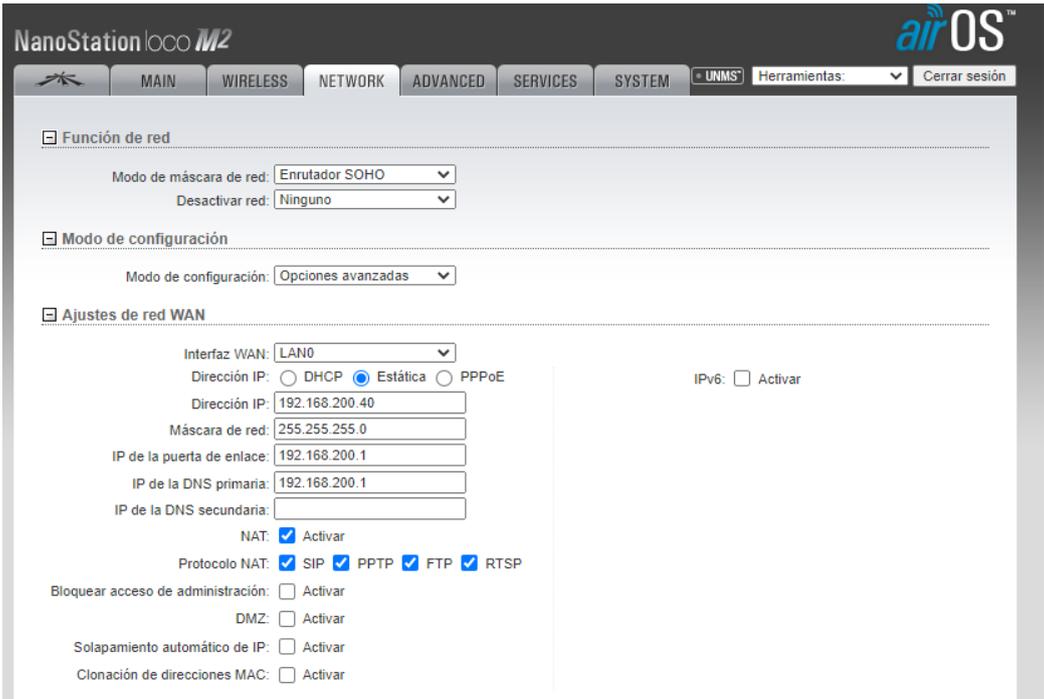
Modo de máscara de red:

Desactivar red:

2. Habilitar Opciones Avanzadas



- 3. Cambiar la IP de la interfaz WAN por 192.168.200.40/255.255.255.0, habilitar NAT, deshabilitar el solapamiento automático de IP y el bloqueo de acceso de administración como se muestra en la imagen.



- 4. En la red LAN configurar la IP 192.168.20.1/255.255.255.0 y dejar activado el DHCP Server, cambiar el Pool DHCP considerando la nueva dirección de red 192.168.20.x

**Ajustes de red LAN**

Interfaz LAN: BRIDGE0 Supr

Dirección IP: 192.168.20.1 IPv6:  Activar

Máscara de red: 255.255.255.0

Proxy DNS:  Activar

Servidor de DHCP:  Desactivado  Activado  Relé

Intervalo de inicio: 192.168.20.2

Intervalo de finalización: 192.168.20.254

Máscara de red: 255.255.255.0

Tiempo de concesión: 600

UPnP:  Activar

Añadir LAN:  Añadir

---

**Gestión de ajustes de red**

Interfaz de gestión: LAN0 ▼

5. Cambiar la configuración y aplicar los cambios.

Asignar la IP 192.168.200.220 en la PC1. O podemos dejarlo en DHCP.

**Configuraciones en el CPE**

1. Configurar al CPE en modo Enrutador.

**Función de red**

Modo de máscara de red: Enrutador ▼

Desactivar red: Ninguno ▼

2. Habilitar las opciones avanzadas.

**Modo de configuración**

Modo de configuración: Opciones avanzadas ▼

3. En la interfaz WAN dejar activada la interfaz como cliente DHCP y desactivar el bloqueo de acceso de administración.

The screenshot displays the WAN configuration page, organized into three main sections:

- Función de red:** Includes dropdown menus for 'Modo de máscara de red' (set to 'Enrutador') and 'Desactivar red' (set to 'Ninguno').
- Modo de configuración:** A dropdown menu for 'Modo de configuración' set to 'Opciones avanzadas'.
- Ajustes de red WAN:** Contains various settings:
  - 'Interfaz WAN': 'WLAN0'
  - 'Dirección IP': Radio buttons for 'DHCP' (selected), 'Estática', and 'PPPoE'.
  - 'IP de reserva de DHCP': '192.168.200.41'
  - 'Máscara de red de reserva de DHCP': '255.255.255.0'
  - 'NAT': 'Activar' (checked)
  - 'Protocolo NAT': 'SIP', 'PPTP', 'FTP', and 'RTSP' (all checked)
  - 'Bloquear acceso de administración': 'Activar' (unchecked)
  - 'DMZ': 'Activar' (unchecked)
  - 'Solapamiento automático de IP': 'Activar' (unchecked)
  - 'Clonación de direcciones MAC': 'Activar' (unchecked)
  - 'IPv6': 'Activar' (unchecked)

4. En la interfaz LAN activar el DHCP Server utilizando la IP 192.168.30.1 y modificando el Pool DHCP con la nueva dirección de red 192.168.30.x

#### [-] Ajustes de red LAN

Interfaz LAN: LAN0

Dirección IP:

Máscara de red:

Proxy DNS:  Activar

Servidor de DHCP:  Desactivado  Activado  Relé

Intervalo de inicio:

Intervalo de finalización:

Máscara de red:

Tiempo de concesión:

UPnP:  Activar

IPv6:  Activar

Añadir LAN:

#### [-] Gestión de ajustes de red

Interfaz de gestión:

#### [+] Reserva de la dirección de DHCP

5. Aplicar cambios en el equipo.

6. Cambiar la IP en la PC2 por 192.168.30.10 o dejarlo activado como cliente DHCP.

Una vez finalizada la configuración validar que el enlace inalámbrico se encuentre arriba ingresando a la pestaña Main.

Para el acceso al BS utilizar la nueva IP configurada en el equipo: 10.10.20.1

192.168.200.40/index.cgi

NanoStation loco M2 airOS™

[MAIN](#)
[WIRELESS](#)
[NETWORK](#)
[ADVANCED](#)
[SERVICES](#)
[SYSTEM](#)
[UNMS](#)
Herramientas: ▼
[Cerrar sesión](#)

---

**Estado**

Modelo de Dispositivo: NanoStation loco M2	CPU: <div style="width: 100%;"><div style="width: 1%;"></div></div> 1 %
Nombre de dispositivo: NanoStation loco M2 P2	Memory: <div style="width: 100%;"><div style="width: 78%;"></div></div> 78 %
Modo de máscara de red: Enrutador SOHO	AP MAC: 68:72:51:6A:3E:9F
Modo inalámbrico: Punto de acceso WDS	Conexiones: 1
SSID: Practica8	Umbral mínimo de ruido: -95 dBm
Seguridad: WPA2-AES	Transmitir CCQ: 90.9 %
Versión: v6.3.2 (XM)	airMAX: Desactivado
Tiempo activo: 01:48:50	UNMS: [?] Desactivado
Fecha: 2020-07-15 14:45:44	
Canal/Frecuencia: 1 / 2412 MHz	
Ancho de canal: 40 MHz (Superior)	
Banda de frecuencia: 2402 - 2442 MHz	
Distancia: 0.1 millas (0.2 km)	
Cadenas de TX/RX: 2X2	
Potencia de TX: 3 dBm	
Antena: Built in - 8 dBi	
WLAN0 MAC: 68:72:51:6A:3E:9F	
LAN0 MAC: 68:72:51:6B:3E:9F	
LAN0: 100Mbps-Completo	

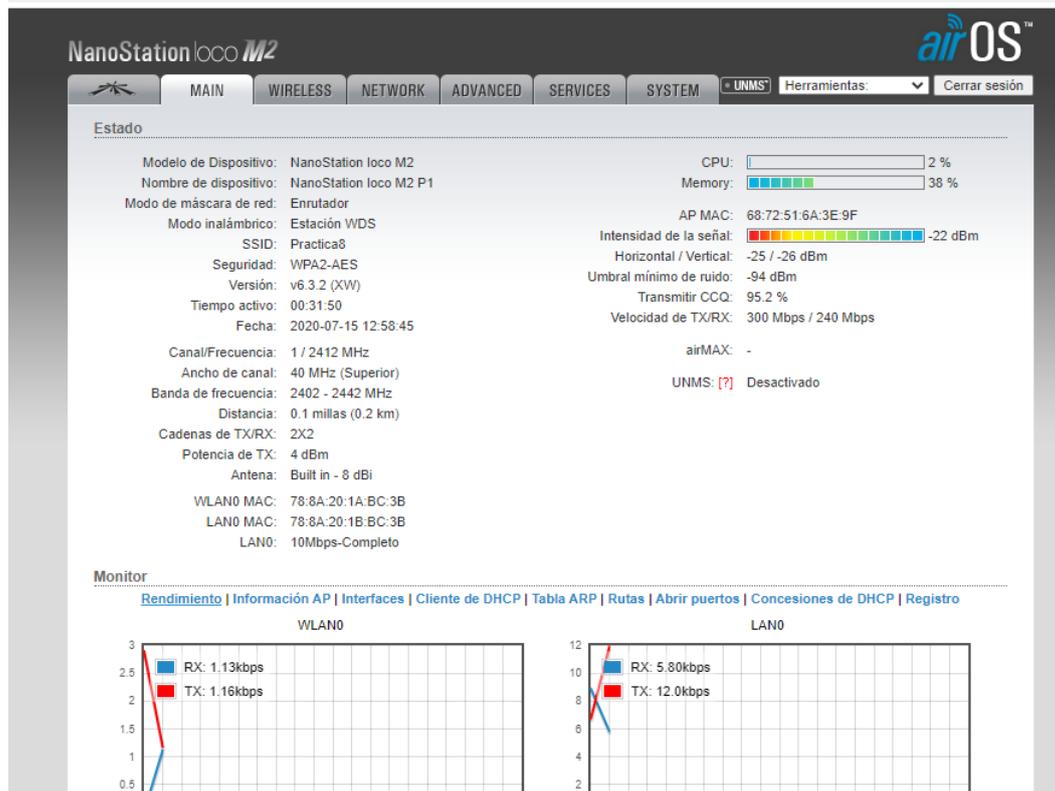
---

**Monitor**

[Rendimiento](#) |
[Estaciones](#) |
[Interfaces](#) |
[Tabla ARP](#) |
[Rutas](#) |
[Abrir puertos](#) |
[Concesiones de DHCP](#) |
[Registro](#)

<p>WLAN0</p> <p>RX: 0bps TX: 0bps</p>	<p>LAN0</p> <p>RX: 9.90kbps TX: 6.97kbps</p>
---	--

Para el acceso al CPE utilizar la nueva IP configurada en el equipo: 192.168.30.1



### RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

### CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

### RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

<b>PUNTAJE:</b>	<b>10</b>
-----------------	-----------

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

9

**TÍTULO PRÁCTICA:** Configurar generalidades de Mikrotik con VLAN, DHCP y simple Queue.

**OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las configuraciones generales de Mikrotik con VLAN, DHCP, y simple Queue.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Aprender a configurar VLAN con Mikrotik.
- Aprender a configurar DHCP con Mikrotik.
- Aprender a configurar simple Queue con Mikrotik.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

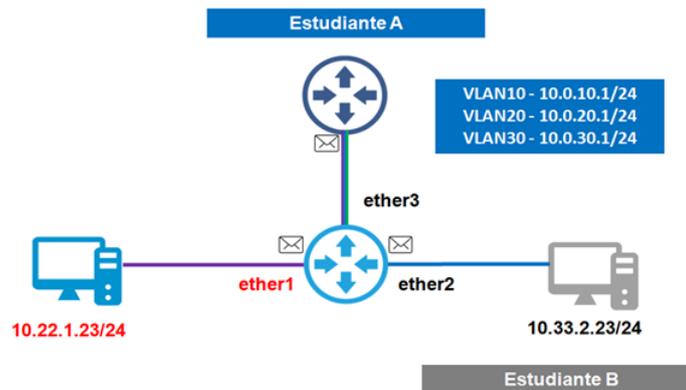
## Configuración de vlan en Mikrotik

### VLAN

Consiste en un método para generar redes lógicas independientes dentro de la misma red física. Diferentes VLAN pueden convivir en un puerto físico o en una sola red física.

La VLAN está compuesta por dos o más redes de computadoras, incluso si están conectadas físicamente a diferentes segmentos de la LAN, se comportan como si estuvieran conectadas al mismo conmutador.

1. En esta práctica de laboratorio se utilizarán 2 routers donde el estudiante A será el creador de las VLANs y el estudiante B va a recibir las VLANs con un DHCP en las interfaces eth1 y ether2.



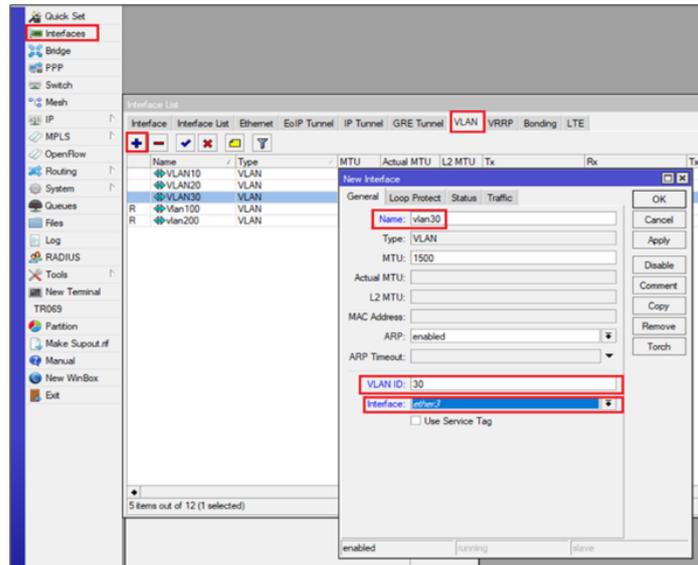
### VLAN del lado del Servidor

2. Crear las VLANs en la interfaz eth3. A cada una de las VLANs, se le debe de asignar un nombre y un ID. Realizarlo en el siguiente formato:

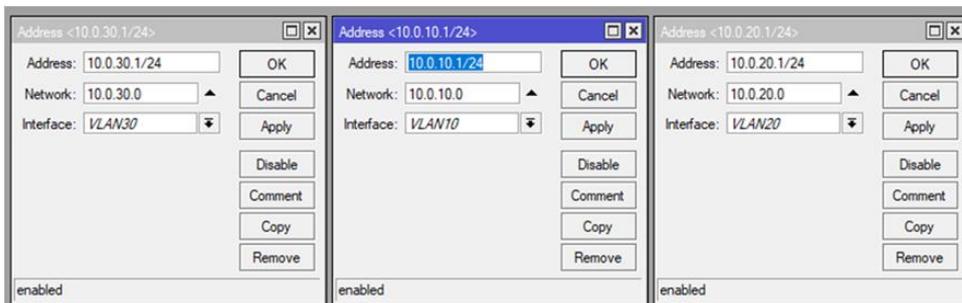
VLAN10 – ID 10

VLAN20 – ID 20

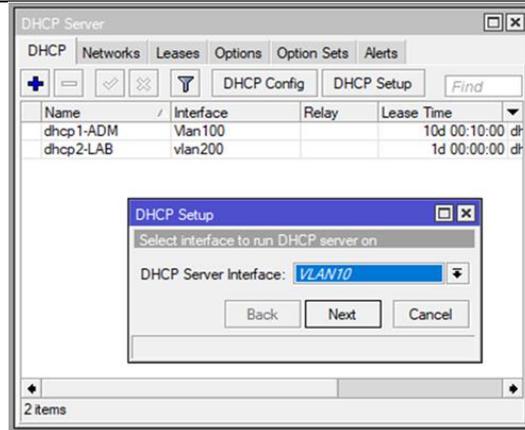
VLAN30 – ID 30



1. Configurar un direccionamiento IP para cada una de las VLANs. Para VLAN10 utilizar 10.0.10.1/24 y continuar con las demás interfaces.

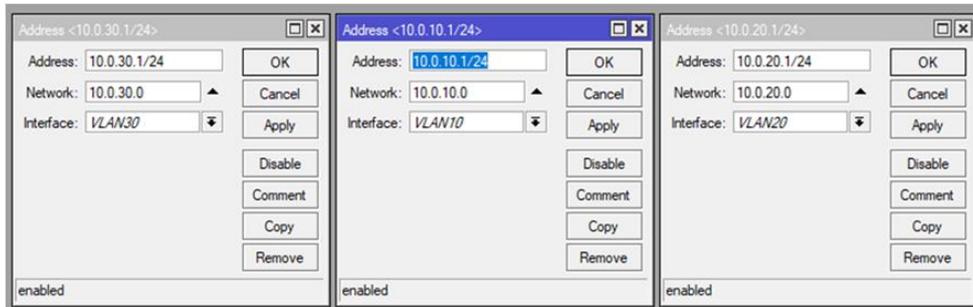


2. Crear un DHCP para cada una de las VLANs a las que hemos asignado una IP. Al final tendremos 3 DHCPs para cada VLAN.

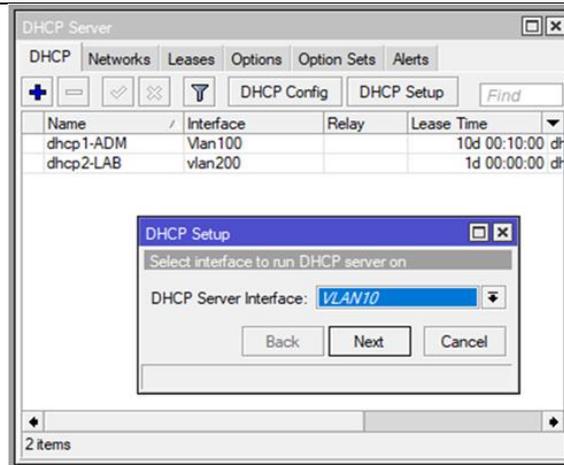


### VLAN del lado del Cliente

3. Configurar el estudiante B quien será el receptor de las VLANs que hemos creado.

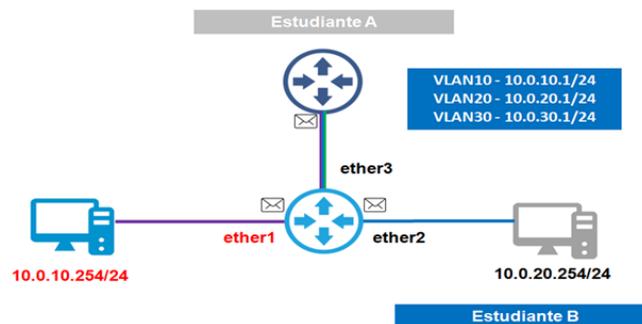


4. Crear un DHCP para cada una de las VLANs a las que hemos asignado una IP. Al final tendremos 3 DHCPs para cada VLAN.

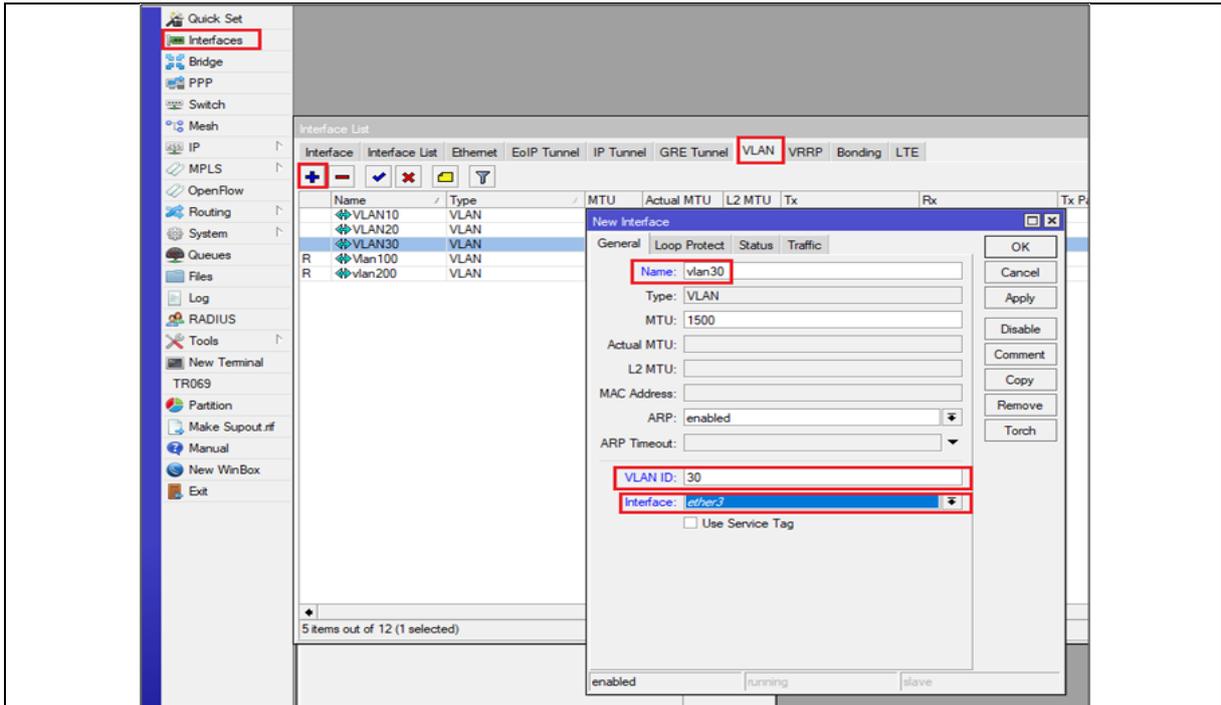


## VLAN del lado del Cliente

5. Configurar el estudiante B quien será el receptor de las VLANs que hemos creado.



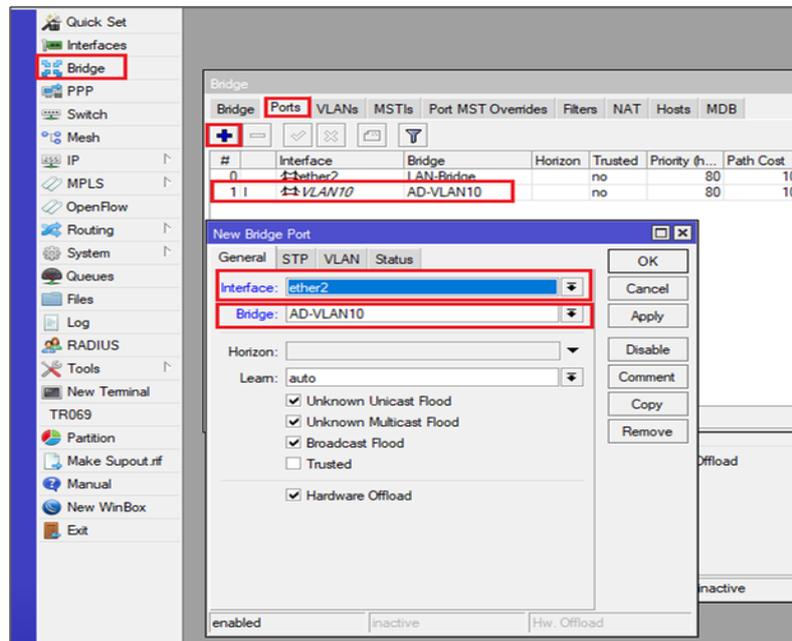
6. Crear las VLANs en la interfaz que interconecta los routers. Para nuestro caso podemos utilizar ether3. De esta forma tenemos un puerto troncal recibiendo nuestras VLANs.



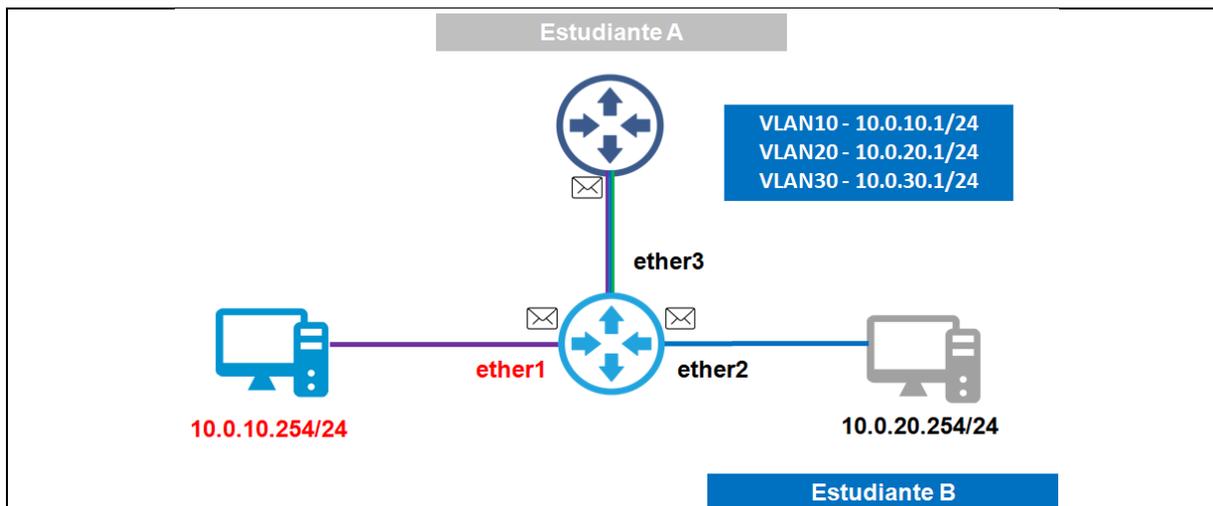
7. Designar 2 Bridges con los nombres AD-VLAN10 y VLAN20. La tercera VLAN la vamos a utilizar para otro laboratorio.

Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pack...	Rx Packet (p/s)
R AD-VLAN10	Bridge	1592	0 bps	0 bps	0	0
R AD-VLAN20	Bridge	65535	0 bps	0 bps	0	0
R VLAN-Bridge	Bridge	1596	117.6 kbps	46.5 kbps	33	31

8. Asignar los puertos a cada uno de los Bridges integrando una interfaz física y una VLAN. Luego de crear este bridge la interfaz integra la VLAN y recibe el DHCP del servidor.

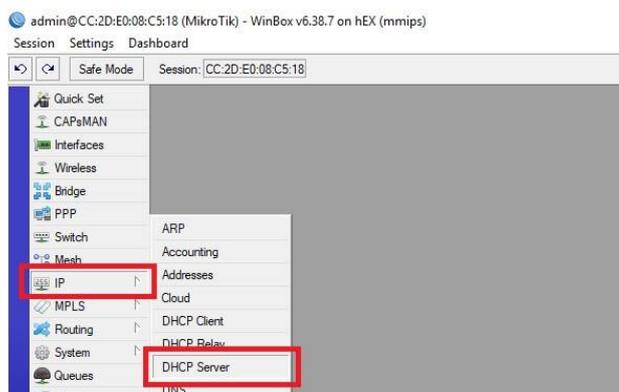


9. Finalmente, el estudiante B debe recibir los 2 DHCPs, uno en ether1 y otro en ether2.



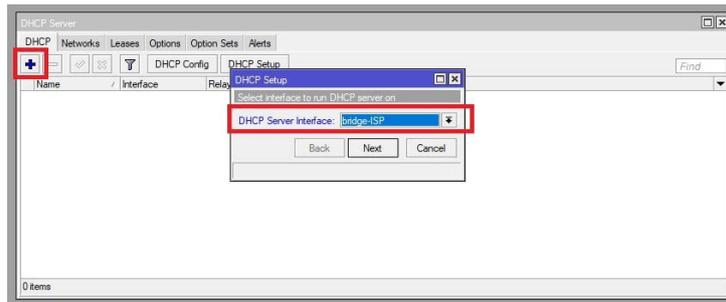
### Configuración de dhcp en Mikrotik

1. Ir al menú izquierdo a IP -> DHCP Server:



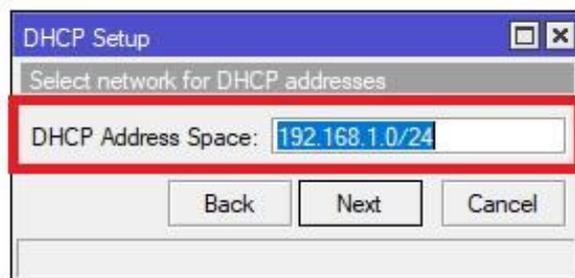
### Menú servidor DHCP en Mikrotik

2. Dar "click" en el botón "DHCP Setup" y rellenar las opciones. Primero donde se va a configurar el DHCP, en nuestro caso "bridge-ISP" que corresponde a la interfaz LAN que nos engloba los puertos del 2 al 5:



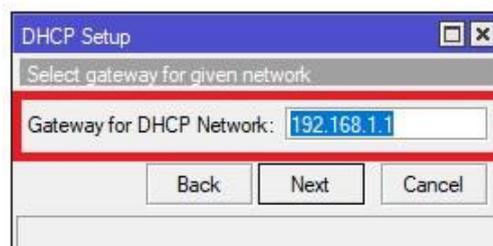
### Configuración servidor DHCP

3. A continuación, dar 'click' en "Next" y colocar la red que se desea usar. En nuestro caso 192.168.1.0/24:



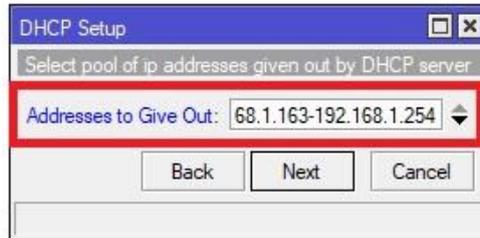
### Definir la red para el DHCP

4. Dar click en "Next" y seleccionar la IP del router, el cual se convertirá en la puerta de enlace de las máquinas que se conecten al Mikrotik.



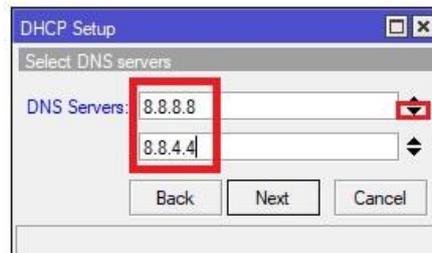
### Definir la puerta de enlace para el DHCP

5. Luego dar clic en “Next” y seleccionar el rango de IPs que deseamos repartir a los diversos equipos, en este caso desde la 192.168.1.163 a la 192.168.1.254:



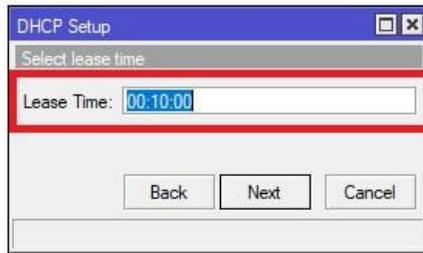
### Direcciones IP para repartir

6. Seleccionar “Next” y elegimos los DNS, para añadir uno hacer ‘clic’ a la flecha lateral que apunta hacia abajo:



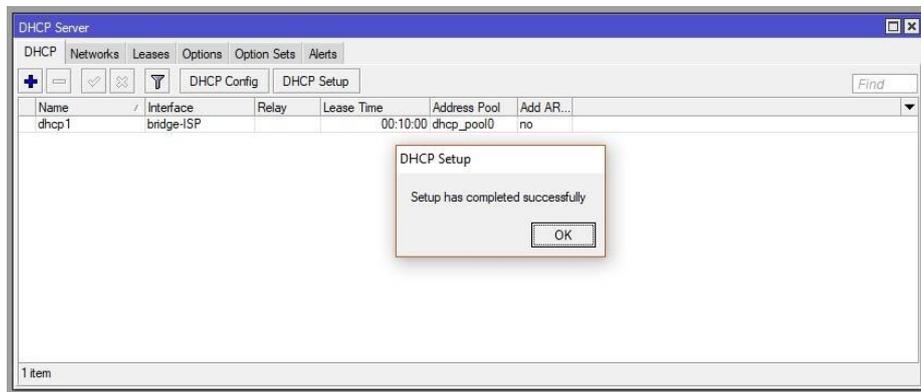
### Selección de los DNS para el DHCP

7. Dar clic en “Next” y elegir el tiempo de préstamo de las IPs:



### Tiempo de préstamo de las IPs para el DHCP

8. Por último, hacer click en “Next” y nos mostrará que se ha configurado correctamente:



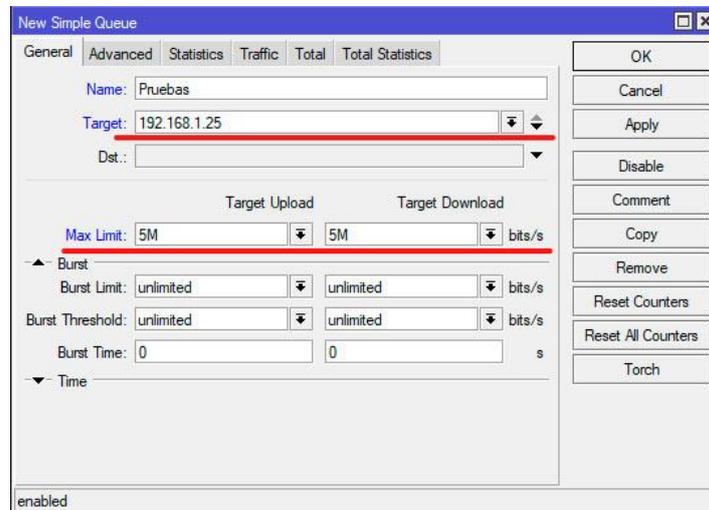
**Nota:** Se puede visualizar que cualquier equipo que van a conectar en los puertos del 2 al 5 por lo cual recibirán de manera automática una IP.

## Configuración de Queue en Mikrotik

### Simple Queues

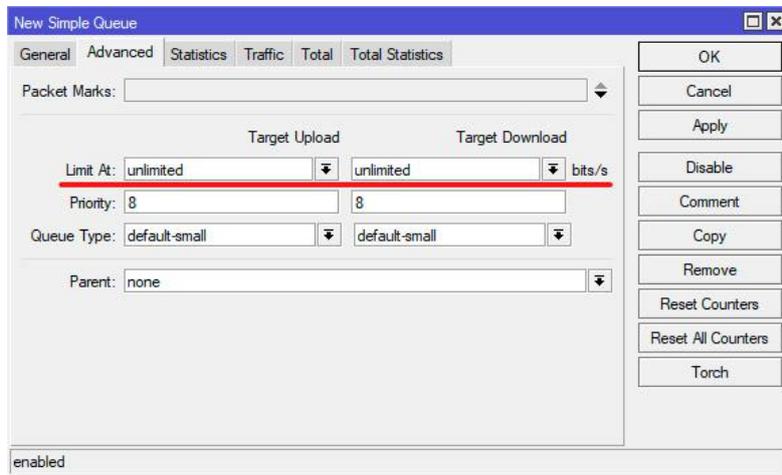
Para manejar el control de tráfico de la red de manera sencilla se utiliza simple queue. Siendo simples reglas de prioridad por IP.

Estas reglas permiten establecer un límite de ancho de banda para 1 o varios equipos definiendo su IP aquí:



- Dar click en el icono “+” para dirigirnos al menú izquierdo dentro de Queues-> Simple queues.
- Esta regla tiene por nombre prueba, que usualmente puede ser el nombre del equipo como “Servidor”, “Router oficina”, “Gerencia”, etc y estamos estableciendo que el máximo de subida y bajada para la IP 192.168.1.25 (que pueden ser varias dentro

de una sola regla) es de 5M. También una opción muy útil se encuentra en la pestaña de avanzado:



- Usar Limit At para certificar que este equipo tendrá por lo menos x Megas de bajada o subida.

### Queue Tree

Queue tree es lo mismo que simple queue, pero por servicio. Es decir, se establece un mínimo y máximo (dependiendo de las necesidades) pero por servicio en vez de IP.

- Primero se deben crear las reglas necesarias en mangle para realizar un marcado de paquetes apropiado, que es el cerebro de todo lo que se hará después:

...	RX					
26	mark connection	forward				
27	mark packet	forward				
...	TX					
28	mark connection	prerouting				
29	mark packet	prerouting				
...	DNS					
30	mark packet	forward				6 (tcp)
31	mark packet	forward				6 (tcp)
...	UDP					
32	mark packet	forward				17 (udp)
33	mark packet	forward				17 (udp)
...	HTTP - HTTPS					
34	mark packet	forward				6 (tcp)
35	mark packet	forward				6 (tcp)
...	HTTP - HTTPS Downloads					
36	mark packet	forward				6 (tcp)
37	mark packet	forward				6 (tcp)
...	Other					
38	mark packet	forward				
39	mark packet	forward				

- A continuación, se adjuntan los Script con el cual se crearon las reglas de la imagen. Esto es solo el comienzo y puede ser adaptado a las necesidades de cada plataforma:

```
add action=mark-connection chain=forward comment=RX
in-interface-list="Redes WAN" new-connection-mark=rx-con passthrough=yes
```

```
add action=mark-packet chain=forward connection-mark=rx-con
new-packet-mark=rx-pkt passthrough=yes
```

```
add action=mark-connection chain=prerouting comment=TX in-interface-list="Redes LAN"
new-connection-mark=tx-con passthrough=yes
```

```
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=tx-con new-packet-mark=tx-pkt
passthrough=yes
```

```
add action=mark-packet chain=forward comment=DNS connection-mark=rx-con new-  
packet-mark=dns-rx-pkt passthrough=no port=53 protocol=tcp
```

```
add action=mark-packet chain=forward connection-mark=tx-con new-packet-mark=dns-tx-  
pkt passthrough=no port=53 protocol=tcp
```

```
add action=mark-packet chain=forward comment=UDP connection-mark=rx-con new-  
packet-mark=udp-rx-pkt passthrough=no protocol=udp
```

```
add action=mark-packet chain=forward connection-mark=tx-con new-packet-mark=udp-tx-  
pkt passthrough=no protocol=udp
```

```
add action=mark-packet chain=forward comment="HTTP - HTTPS" connection-bytes=0-  
1000000 new-packet-mark=http-rx-pkt packet-mark=rx-pkt passthrough=no port=80,443  
protocol=tcp
```

```
add action=mark-packet chain=forward connection-bytes=0-1000000 new-packet-  
mark=http-tx-pkt packet-mark=tx-pkt passthrough=no port=80,443 protocol=tcp
```

```
add action=mark-packet chain=forward comment="HTTP - HTTPS Downloads" connection-  
bytes=1000000-0 connection-mark=rx-con new-packet-mark=http-downloads-pkt  
passthrough=no port=80,443 protocol=tcp
```

```
add action=mark-packet chain=forward connection-bytes=1000000-0 connection-mark=tx-  
con new-packet-mark=http-uploads-pkt passthrough=no port=80,443 protocol=tcp
```

```
add action=mark-packet chain=forward comment=Other new-packet-mark=other-rx-pkt  
packet-mark=rx-pkt passthrough=no
```

```
add action=mark-packet chain=forward new-packet-mark=other-tx-pkt packet-mark=tx-pkt  
passthrough=no
```

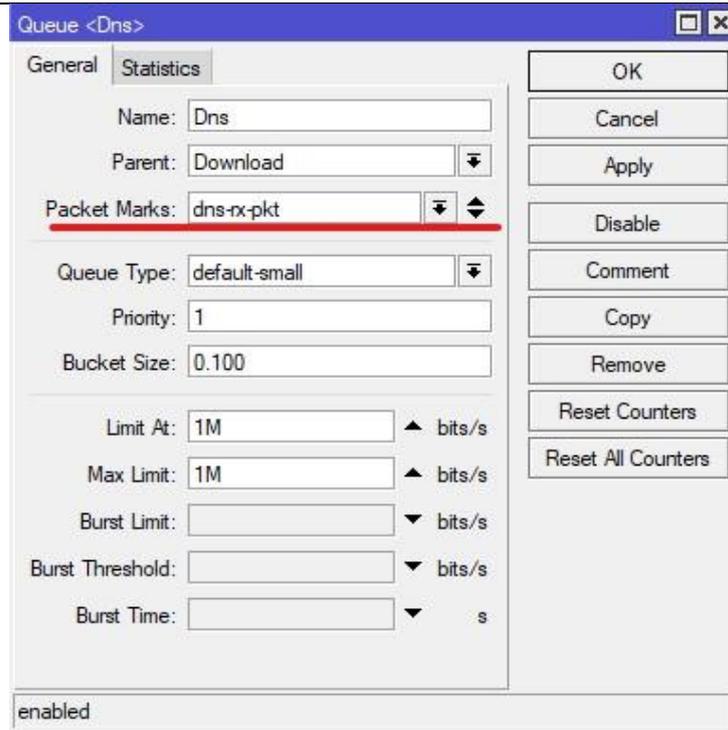
En este ejemplo se marcaron las conexiones de bajada y subida. Luego discriminando por puerto se marcan los paquetes de DNS, RDP, HTTP, etc.

- Luego de hacer todas las marcas que necesitemos en el mangle establecer las reglas en el queue tree. Creando un grupo general y dividiendo en subidas y bajadas así:

Name	Parent	Packet Marks	Limit At (b...)	Max Limit ...	Avg. Rate	Queued Bytes	Bytes	Packets
All Bandwidth	global			100M	162.4 kbps	0 B	275.7 GiB	307 543 492
Download	All Bandwidth	rx-pkt		100M	162.4 kbps	0 B	275.6 GiB	306 964 528
Dns	Download	dns-rx-pkt	1M	1M	0 bps	0 B	0 B	0
Http Browsing	Download	http-rx-pkt	5M	15M	77.4 kbps	0 B	30.2 GiB	44 670 495
Http Downloads	Download	http-downloads-pkt		50M	0 bps	0 B	195.3 GiB	189 295 357
Other	Download	other-rx-pkt		50M	82.2 kbps	0 B	16.0 GiB	25 452 290
udp-rx-pkt	Download	udp-rx-pkt			2.7 kbps	0 B	34.1 GiB	47 546 386
Uploads	All Bandwidth			50M	0 bps	0 B	36.4 MiB	578 964
Other Upload	Uploads	other-tx-pkt	1M	20M	0 bps	0 B	34.1 MiB	543 464
dns-tx-pkt	Uploads	dns-tx-pkt			0 bps	0 B	0 B	0
http-tx-browsing	Uploads	http-tx-pkt	1M	50M	0 bps	0 B	1389.9 KB	18 643
http-tx-uploads	Uploads	http-uploads-pkt	1M	50M	0 bps	0 B	792.0 KB	13 783
udp-tx-pkt	Uploads	udp-tx-pkt			0 bps	0 B	217.6 KB	3 074

13 items      0 B queued      0 packets queued

- Las reglas individuales se agregan especificando la marca de paquete que queremos establecer el máximo del tráfico:



- Dependiendo de la topología de la red quizás sea más conveniente utilizar Simple Queue o Queue Tree. Incluso pueden ser una mezcla de ambas. Esto evita que un solo equipo se consuma todo el ancho de banda y también equilibrar el consumo por servicio

### **RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

### **CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li> <li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li> </ul>

	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Observaciones</b>
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					
<b>PUNTAJE:</b>					<b>/10</b>

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

10

**TÍTULO PRÁCTICA:** Configurar seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.

**OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las configuraciones de seguridades de red con Mikrotik y Ubiquiti.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Configurar seguridades con Mikrotik.
- Configurar seguridades con Ubiquiti.
- Configuraciones de firewall con Mikrotik.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo de esta.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos Ubiquiti y Mikrotik de una manera responsable y calificada para evitar daños los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

## **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

### **Configuración de seguridades red con Mikrotik**

#### **1. Usuarios y Contraseñas**

Entrar y sustituir las credenciales de fábrica de manera más segura sería colocarle una contraseña más segura.

#### **2. Actualizar el Firmware**

Tener siempre actualizado el Firmware, por cada actualización siempre traen mejoras y si Mikrotik se llega a percatar de algún error o debilidad, sacan una nueva versión.

#### **3. Puertos de Acceso**

Desactivar cualquier servicio que no se va a utilizar. Lo mismo va para telnet, ssh y la API Winbox.

Para deshabilitar estos puertos o bien modificarlos entrar a IP -> Services entonces abre la ventana que la siguiente imagen muestra y ahí se pueden deshabilitar.

Name	Port	Available From	Certificate
api	8728		
api-ssl	8729		none
ftp	21		
ssh	22		
telnet	23		
winbox	8291		
www	80		
X www-ssl	443		none

8 items (1 selected)

Para modificar el puerto simplemente dar doble clic, modificar, aplicar y presionar OK.

IP Service <ssh>

Name: ssh

Port: 22

Available From: [dropdown]

Buttons: OK, Cancel, Apply, Disable

Status: enabled

#### 4. Reglas de Firewall

Tener un mejor manejo y control de lo que ingresa o sale de nuestra Red.

#### 5. Utilizar VPN

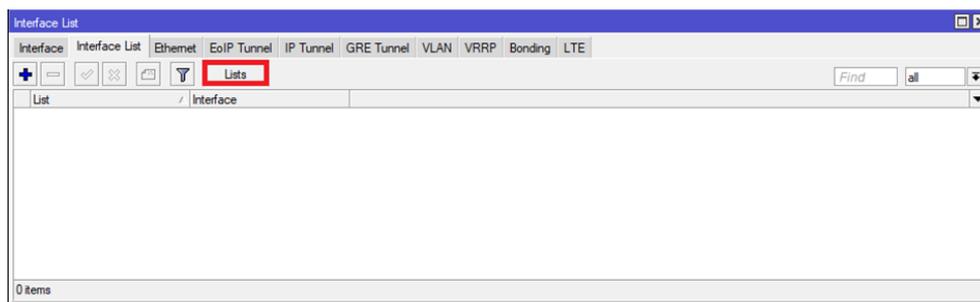
Cifrar las conexiones que existan en todos los dispositivos.

## 6. Desactivar la Función Neighbor Discovery

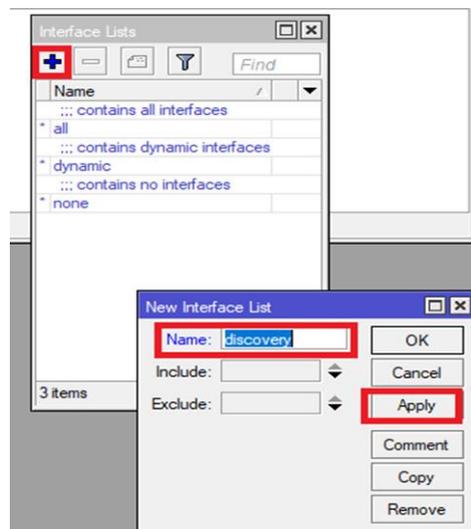
Esta función se utiliza cuando no se es necesario que el equipo Mikrotik sea visto en la Red o bien para elegir porque interface se quiere conectar el equipo vía Winbox.

Lo primero es crear una lista para admitir el discovery por ejemplo y solo permitir la conexión por una sola interface del equipo Mikrotik.

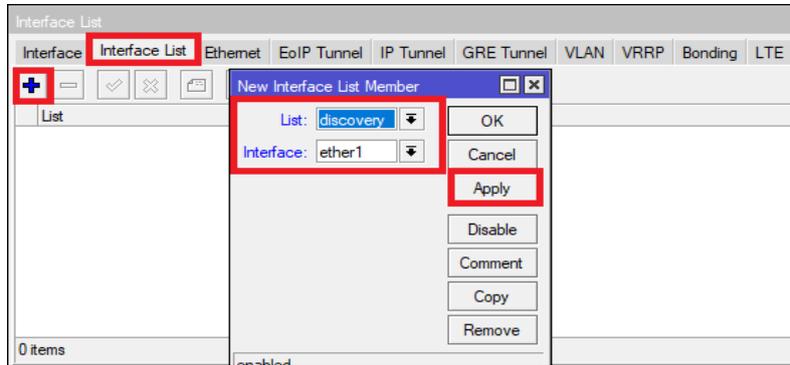
En el menú principal se encuentra Interfaces luego en el botón List.



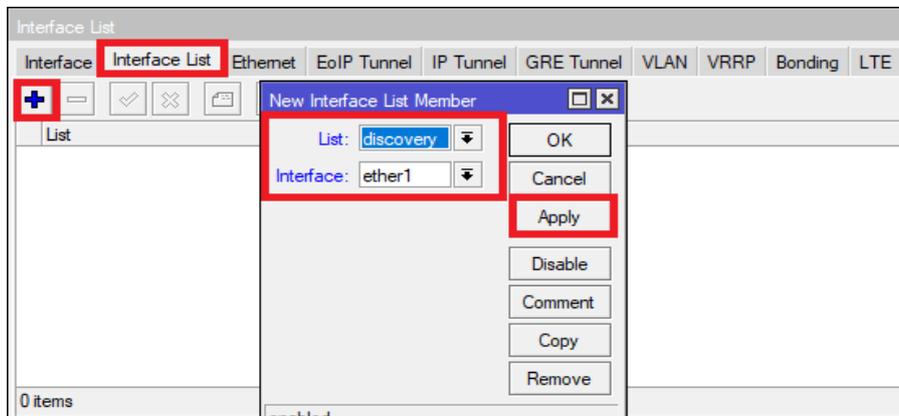
Una vez que nos muestra las siguientes ventanas y se agrega una lista nueva la cual llamaremos "discovery".



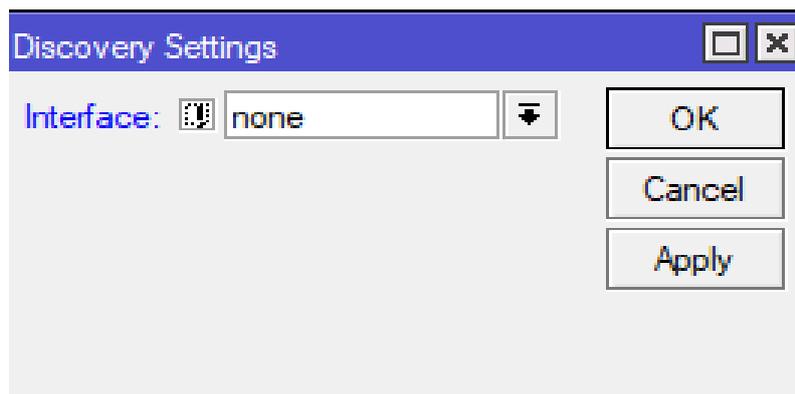
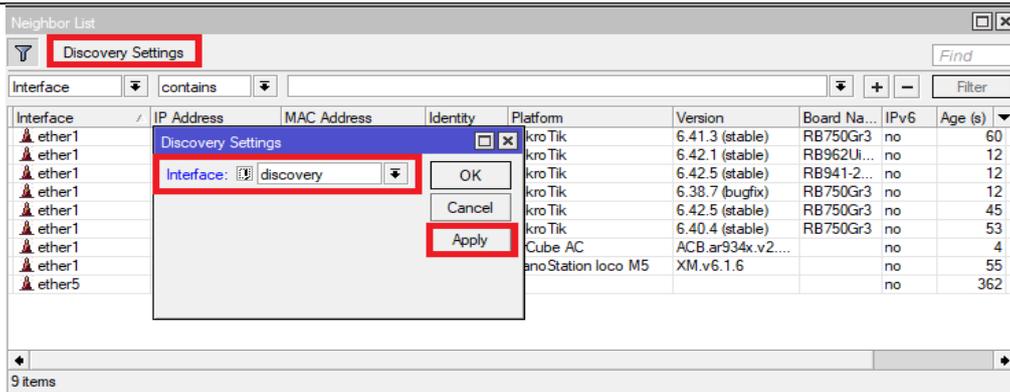
Una vez creada la lista, ir a la siguiente pestaña que dice Interface List y agregar una nueva y luego elegir la lista que fue creada con anterioridad y seleccionar porque Interface pueda ser visualizado el equipo.



Luego de que ya está creado la Interface List, se debe ir a IP -> Neighbor List -> Discovery Settings y seleccionar la lista de nombre "discovery".



También se puede seleccionar "none" para que no ser escaneado y solo se permita acceder teniendo los datos del equipo. Si se pierden estos datos, nos veremos obligado a restablecer valores de fábrica.



## Configuración de seguridades red en Ubiquiti

### 1. Definir una gestión aislada de la red de clientes

Se usa una VLAN a la que sólo se tiene acceso, como administrador de la red. Por ellos es fundamental crear una VLAN que esté relacionada a la interface WLAN0 y configurar dicha interface como interface de gestión. Sin embargo, se puede elegir tanto en fijar una IP estática local de gestión a cada CPE (esto es engorroso y difícil de mantener), o definir un cliente DHCP para dicha interface VLAN.

Lo más importante cuando se realiza el bloqueo al acceso a la gestión desde la interface WAN (WLAN o PPP) y concretar esta VLAN que se acaba de establecer como interface de gestión.

Encryption:  Enable  
 NAT:  Enable  
 Block management access:  Enable  
 DMZ:  Enable  
 Auto IP Aliasing:  Enable  
 MAC Address Cloning:  Enable

**LAN Network Settings**

LAN Interface: LAN0   
 IP Address: 192.168.1.1  
 Netmask: 255.255.255.0  
 DHCP Server:  Disabled  Enabled  Relay  
 UPnP:  Enable  
 IPv6:  Enable

Add LAN:

**Management Network Settings**

Management Interface: WLAN0.500  
 Management IP Address:  DHCP  Static  
 DHCP Fallback IP: 192.168.10.1  
 DHCP Fallback Netmask: 255.255.255.0  
 Auto IP Aliasing:  Enable  
 IPv6:  Enable

**Interfaces**

**IP Aliases**

Enabled	Interface	IP Address	Netmask	Comment	Action
<input checked="" type="checkbox"/>	LAN0	192.168.2.65	255.255.255.252		<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Del"/>

## 2. Cambiar los puertos por defecto

Los puertos en AirOS deberán ser cambiados en SERVICIOS, y es aconsejable colocar puertos aleatorios para HTTP, HTTPS y SSH. Evidentemente, es muy importante no activar el servicio de Telnet.

**Web Server**

Web Server:  Enable  
 Secure Connection (HTTPS):  Enable  
 Secure Server Port: 9487  
 Server Port: 9087  
 Session Timeout: 5 minutes

**SSH Server**

SSH Server:  Enable  
 Server Port: 9477  
 Password Authentication:  Enable  
 Authorized Keys:

**Telnet Server**

Telnet Server:  Enable  
 Server Port: 23

**NTP Client**

NTP Client:  Enable  
 NTP Server: 0.ubnt.pool.ntp.org

### 3. Restringir el acceso al CPE en la parte LAN

Se usan las reglas de Firewall del CPE y se debe limitar el acceso al mismo a una LAN distinta y desde una IP concreta. Es decir, crear una red de gestión LAN separada de la red de cliente. La estrategia es la siguiente:

#### - Versión 1:

DROP a todo con protocolo TCP con destino a la IP LAN de nuestro CPE, EXCEPTO a IP que llamaremos "IP del Técnico" y puerto de destino el que tengamos determinado, una que definiremos previamente y que el cliente no tiene conocimiento de ella.

Como se puede visualizar en ejemplo, la IP del CPE es la 192.168.30.1 y la IP autorizada ("IP del técnico") es la 192.168.30.10

Se toma en cuenta que el DHCP del lado del cliente nunca ofrezca la IP .10

Activado

Comentario	Interfaz	Tipo IP	Origen	Destino	Acción
<input checked="" type="checkbox"/> DROP	LAN0	TCP	<input type="checkbox"/> 192.168.30.10/24	<input type="checkbox"/> 192.168.30.1/24	<input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Supr"/>

ACCEPT ANY IP

#### - Versión 2:

Se Crea una nueva LAN con una IP diferente. Para este ejemplo se ha elegido 192.168.1.1/24 para la LAN de cliente y 192.168.2.65/30 para la "LAN de gestión".

Se crea una regla de firewall que bloquea el acceso al CPE desde cualquier IP de la LAN de cliente.

☐ IP Aliases

Enabled	Interface	IP Address	Netmask	Comment	Action
<input checked="" type="checkbox"/>	LAN0	192.168.2.65	255.255.255.252		<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Del"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	WLAN0.500	10.99.100.2	255.255.255.0		<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Del"/>

LAN0

Con la demostración anterior se ha conseguido es que sólo se tenga acceso al CPE (192.168.2.65) desde la IP 192.168.2.66. Es una red que no tiene acceso a internet (no hay NAT hacia la WAN). Posteriormente, este método no puede considerarse un auténtico método de seguridad, simplemente se llega y evitar los intentos de acceso por parte del cliente e incluso, nos protegerá en buena medida de ataques automatizados.

- Considerar la complejidad de la contraseña. Es curioso, pero casi todos tenemos por costumbre cambiar el usuario por defecto (ubnt) por “admin”, esto es algo que es contraproducente y que también debe cambiarse: evitar el uso de “admin”, “root”, “administrator” y similares, escogiendo algo más esotérico e improbable (pero que seamos capaces de recordar).
- Mantener actualizado el firmware de nuestros equipos, tanto los CPE como los equipos de nuestra propia red (routers, enlaces, cobertura). El mantenerse actualizado no sólo nos protege ante posibles problemas de seguridad, sino que además nos aporta en muchos casos mejoras.

### RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

**CONCLUSIONES:**

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

**RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:**

<b>Fecha de realización de la práctica:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Luis Miguel Ordoñez Guerrero</li><li>- Robinson Romaldo Alvarado Cantos</li></ul>

	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Observaciones</b>
Sustentación correcta de las prácticas 35% del puntaje					
Eficacia, evidencia ilustraciones y correcta organización del progreso de la práctica 35% del puntaje					
Desenlaces de las prácticas 30% del puntaje					

**PUNTAJE:** /10