

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA (WLAN) MEDIANTE EL USO DE RADIOENLACE, PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET GRATUITO APLICANDO UN PORTAL CAUTIVO (HOTSPOT) PARA EL PARQUE CENTRAL “JOSÉ MARÍA URBINA” DEL CANTÓN PÍLLARO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

**AUTOR:**

FAUSTO VALENZUELA

**TUTOR:**

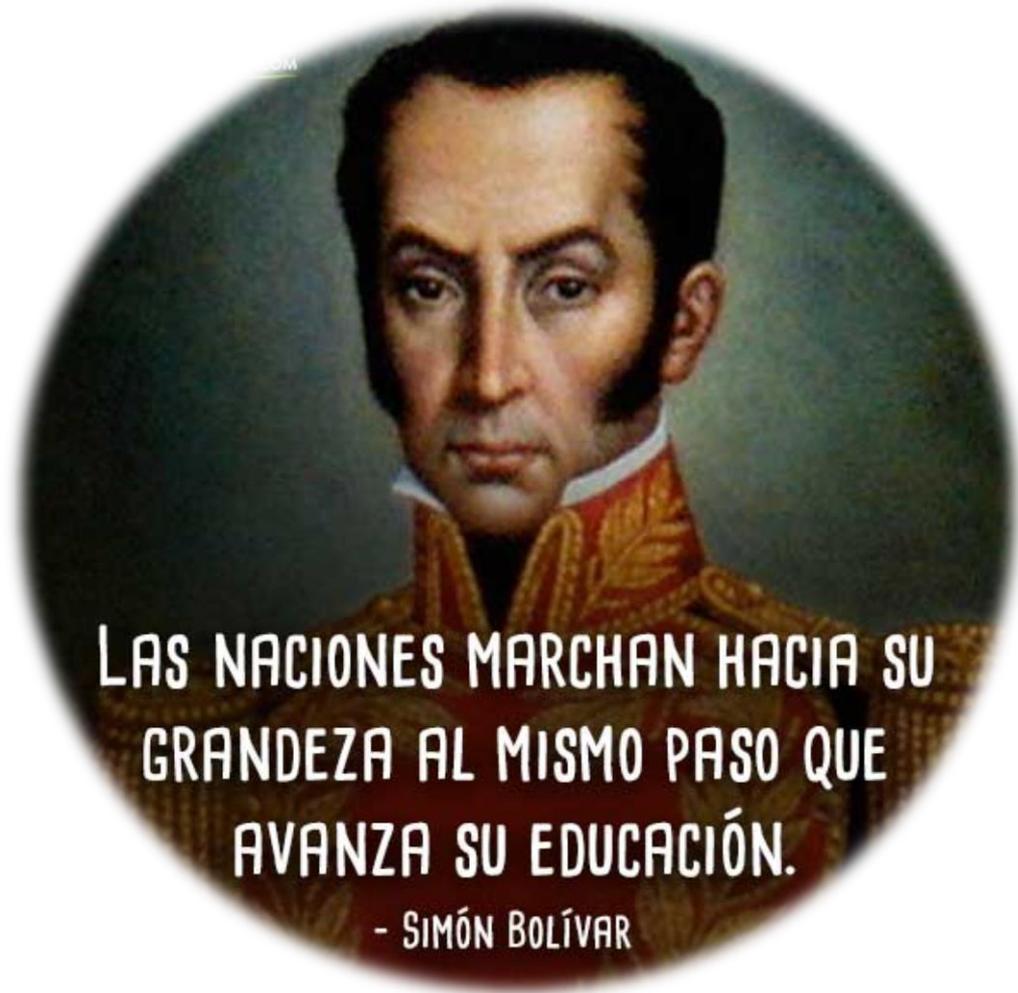
ING. FERNANDO CAICEDO





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# SUMARIO

- RESUMEN DEL PROYECTO
- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- JUSTIFICACIÓN
- OBJETIVO GENERAL
- OBJETIVO ESPECIFICO
- ALCANCE
- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
- MARCO TEÓRICO
- DESARROLLO
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES



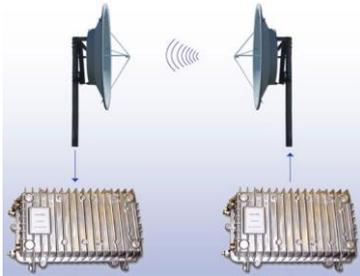
# RESUMEN DEL PROYECTO



Descuido en el ámbito tecnológico



Falta de libre acceso a internet



Antenas adecuadas según el territorio geográfico del sector



Población con libre acceso a internet



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



La tecnología ha evolucionado de una manera masiva hasta el punto que se ha vuelto una base fundamental en la vida de todas las personas en casi todos los aspectos



En las zonas urbanas las empresas buscan el beneficio económico propio, antes que apoyar a la comunidad en general para su desarrollo intelectual



Están en desventaja con las personas que tienen acceso a este servicio, incrementando en mayores cantidades la deserción del estudio debido a la dificultad del acceso a la información.



# JUSTIFICACIÓN



La tecnología interviene en la vida todo el tiempo y por ello es necesario estar actualizados en conocimientos para estar a la par con el mundo



En esta zona carecen de este servicio y esta es una de las razones por lo que la población con bajos recursos económicos no puede tener las mismas oportunidades y beneficios que cualquier persona



# OBJETIVOS

## Objetivo General

Implementar una red de área local inalámbrica (WLAN) mediante el uso de radioenlace, para brindar servicio de internet gratuito mediante un portal cautivo (Hotspot) para el Parque Central “José María Urbina” del Cantón Píllaro en la provincia de Tungurahua

## Objetivos Específicos

- Analizar la cobertura del radioenlace hacia el Parque Central del Cantón Píllaro mediante el uso de la herramienta de simulación de red inalámbrica.
- Realizar un estudio técnico para seleccionar los equipos que cumplan con los requerimientos necesarios para este tipo de radioenlace y portal cautivo (Hotspot).
- Instalar y configurar los equipos de red seleccionados que formarán parte de la infraestructura de la red.
- Realizar pruebas de funcionamiento y corrección de errores de la red con herramientas de diagnóstico



# ALCANCE

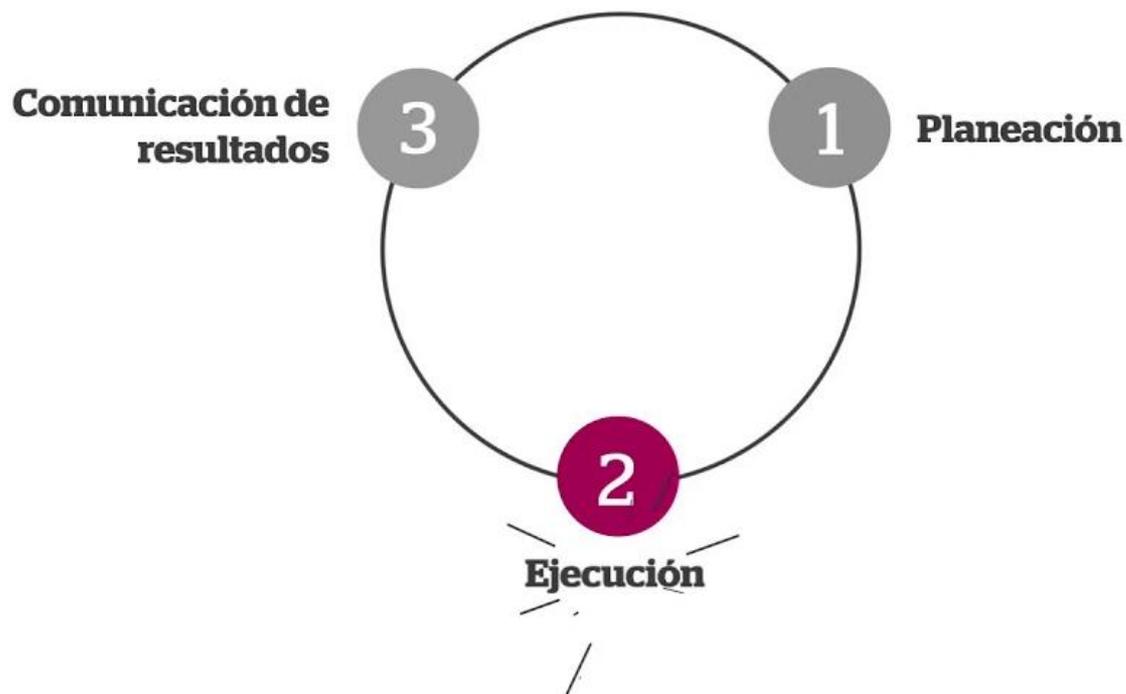


Por el Parque Central de Píllaro transitan alrededor de 300 personas diariamente, los cuales podrían ser las personas que gocen de este beneficio.



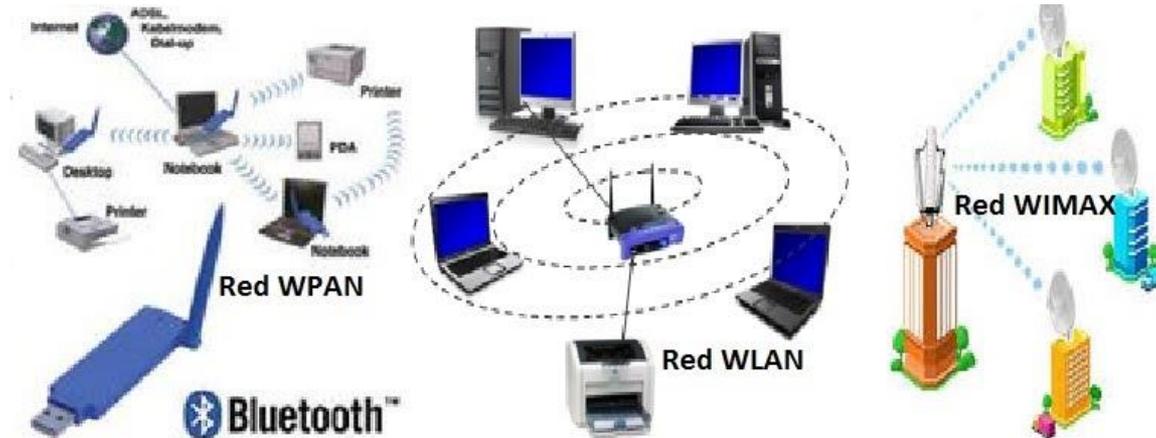
# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## INVESTIGACIÓN APLICADA



# MARCO TEÓRICO

## REDES INALÁMBRICAS



Las redes inalámbricas son de gran utilidad en el mundo debido a que ha hecho muy fácil la comunicación a largas distancias

Las tecnologías de radiofrecuencia permiten al usuario estar conectado a una red sin necesidad de utilizar cables y es de mucha utilidad en lugares en donde una computadora no pueda permanecer en un solo sitio.



# DESARROLLO

## ZONA GEOGRÁFICA

## PÍLLARO



El cantón Píllaro pertenece a la Provincia de Tungurahua, se localiza al norte de la provincia de Tungurahua, a 14 kilómetros de Ambato. La cabecera cantonal se asienta en los 2.800 msnm. Posee una superficie territorial de 442,8 Km<sup>2</sup> que corresponde al 13,14 % del área provincial de Tungurahua, su cabecera cantonal tiene una extensión de 51,6 Km<sup>2</sup> que corresponde al 11,65 % del área cantonal



# DESARROLLO

## SELECCIÓN DE EQUIPOS



Equipos	Características
<u>LiteBeam 5AC</u>	Ganancia de 23dBi, Potencia máxima 25dBm, Consumo de energía de 4W, Posee un procesador <u>Atheros MIPS 74Kc- 533 MHz</u> , Reflector tipo Grilla, Puerto Ethernet 10/100, Frecuencias 5150 - 5875 MHz
<u>Nano Loco M2</u>	Ganancia de 8dBi, Potencia máxima 23dBm, Consumo de energía de 5.5 W, Posee un procesador <u>Atheros MIPS 24Kc, 400 MHz</u> , Puerto Ethernet 10/100, Frecuencia 2.4 <u>Ghz</u>
<u>RouterBoard 951Ui-2HND</u>	CPU de 600MHz,128MB de RAM y tiene un puerto de salida <u>PoE</u> el puerto #5 , <u>RouterBoard serie 900</u> , 5 puertos Ethernet, Antena de 2.5dBi, Puerto <u>Usb 2.0</u> , AP inalámbrico de alta potencia 2.4GHz 1000mW 802.11b/g/n,
<u>Cable UTP</u>	100 BASE-T cat. 5e
<u>Conectores</u>	<u>RJ - 45</u>



# DESARROLLO

## DATOS TECNICOS

### ESCALABILIDAD



### SEGURIDAD



### TECNOLOGÍA



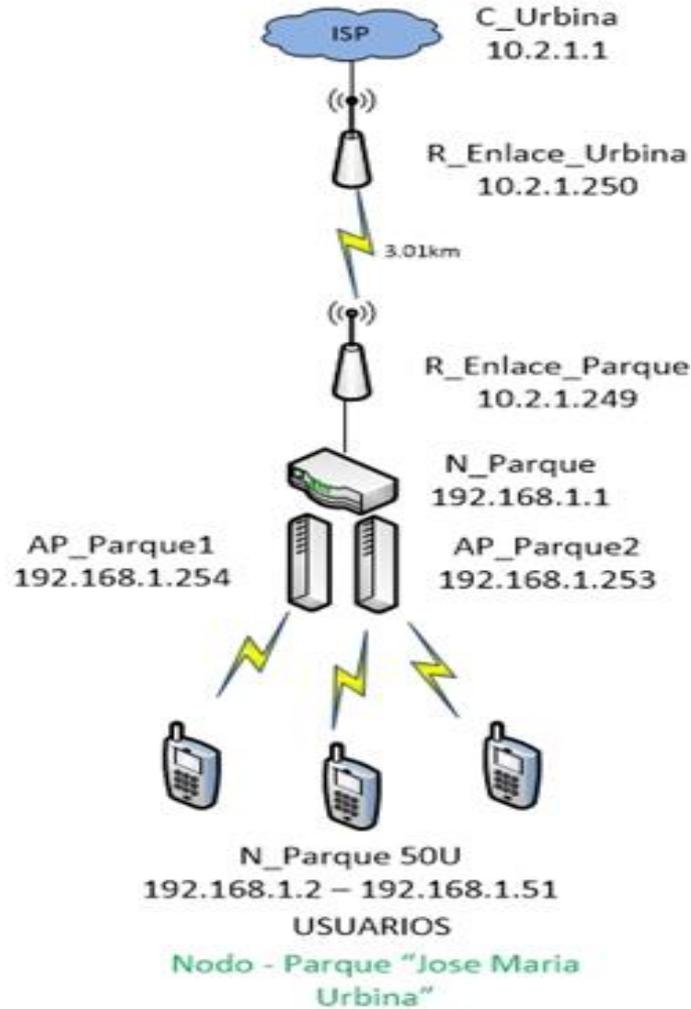
### ADAPTABILIDAD



# DESARROLLO

## DIRECCIONAMIENTO Y ASIGNACIÓN DE IP'S

Central – Parroquia Urbina



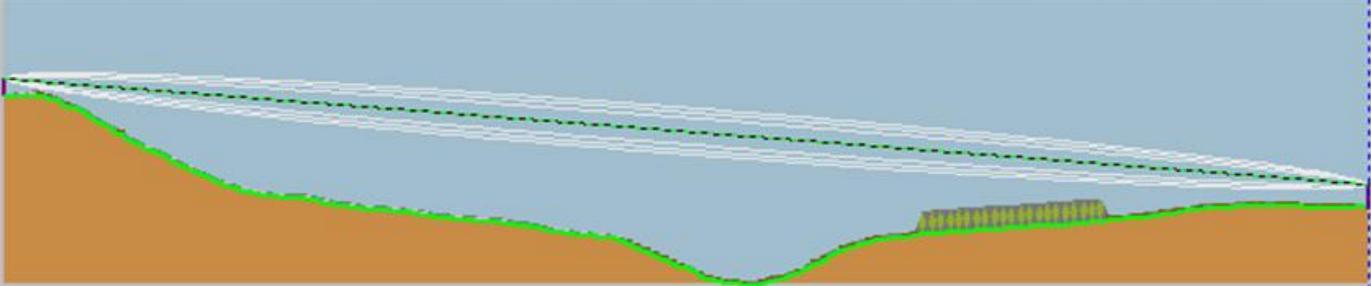
# DESARROLLO

## PRESUPUESTO DE ENLACE

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimet=163.10°	Ang. de elevación=-0.990°	Despeje a 0.10km	Peor Fresnel=3.1F1	Distancia=2.98km
Espacio Libre=116.7 dB	Obstrucción=-0.3 dB TR	Urbano=0.0 dB	Bosque=0.0 dB	Estadísticas=6.7 dB
Pérdidas=123.0dB	Campo E=76.6dBμV/m	Nivel Rx=-52.8dBm	Nivel Rx=511.12μV	Rx relativo=43.2dB



**Transmisor**

Central Urbina S9+40

Rol: Master

Nombre del sistema Tx: Antena Ac 2Gen

Potencia Tx: 0.3162 W 25 dBm

Pérdida de línea: 0.4 dB

Ganancia de antena: 23 dBi 20.8 dBd

Potencia radiada: PIRE=57.54 W PRE=35.09 W

Altura de antena (m): 8

**Receptor**

Nodo Parque S9+40

Rol: Esclavo

Nombre del sistema Rx: Antena Ac 2Gen

Campo E requerido: 33.44 dBμV/m

Ganancia de antena: 23 dBi 20.8 dBd

Pérdida de línea: 0.4 dB

Sensibilidad Rx: 3.5481μV -96 dBm

Altura de antena (m): 10

**Red**

Red Nodo Base - Nodo Parque

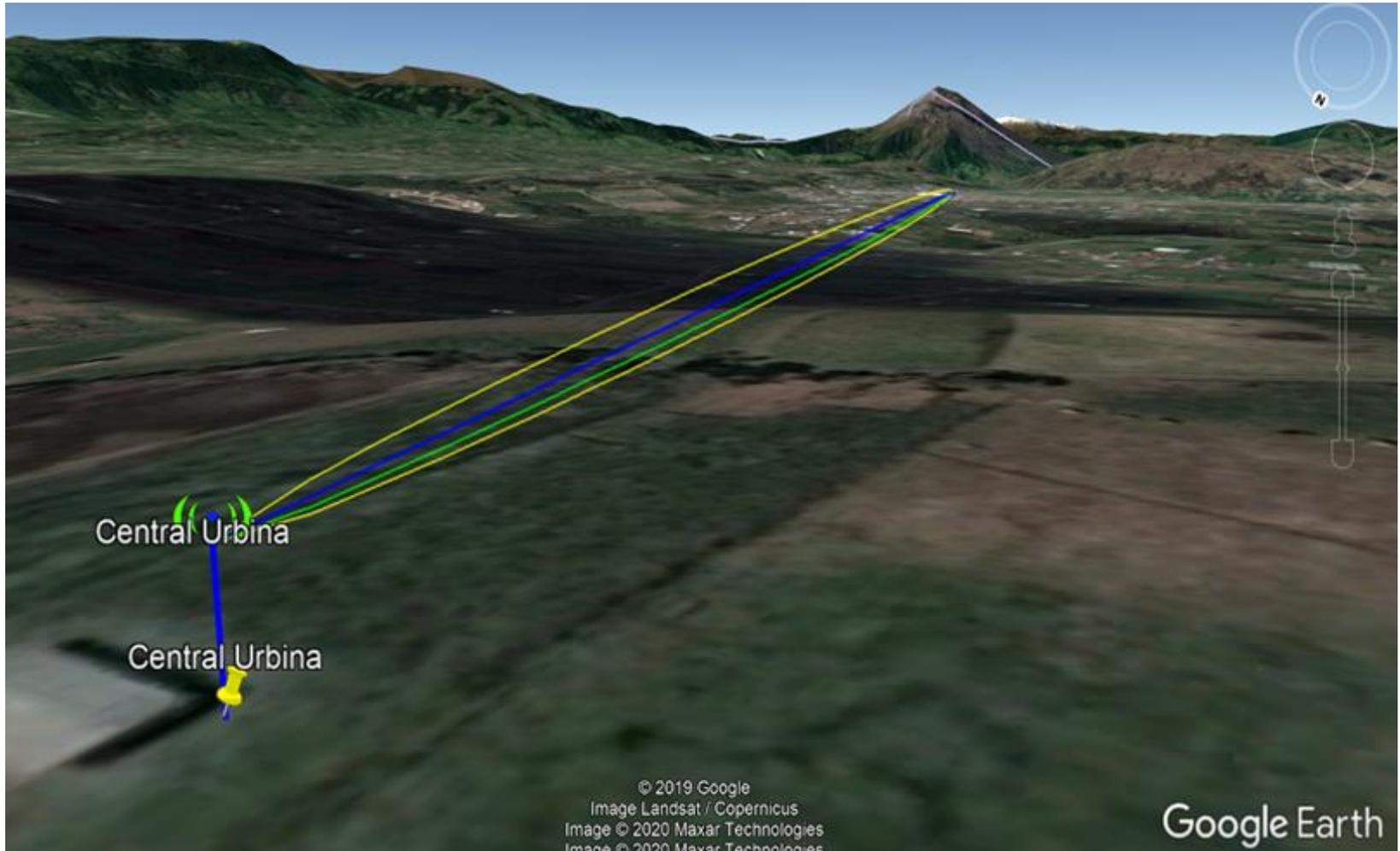
**Frecuencia (MHz)**

Mínimo: 5150 Máximo: 5875



# DESARROLLO

## PRESUPUESTO DE ENLACE



# DESARROLLO

## PRESUPUESTO DE ENLACE

Datos de evaluación	Valores	
	Radio Mobile	Calculo visual/manual
Línea de Vista	Si	Si
Radio de Zona Fresnel	3.1 F1	6.62 m
Señal Recibida	-55.2 dBm	-50 dBm
Nivel de sensibilidad de Rx	40.8 dBm	46.41dBm

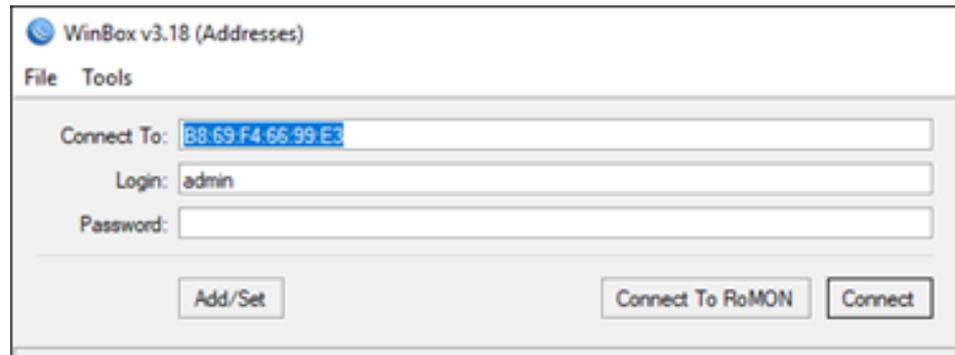


# DESARROLLO

## INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

### CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD 951UI-2HND

Acceder al routerboard



The screenshot shows the WinBox v3.18 (Addresses) window. It has a menu bar with 'File' and 'Tools'. Below the menu bar, there are three input fields: 'Connect To:' with the value 'BB:69:F4:66:99:E3', 'Login:' with the value 'admin', and 'Password:'. At the bottom, there are three buttons: 'Add/Set', 'Connect To RoMON', and 'Connect'.

Reseteo del routerboard

```
/          Move up to base level
..         Move up one level
/command   Use command at the base level
[admin@MikroTik] > system reset no=yes
Dangerous! Reset anyway? [y/N]:
y
system configuration will be reset
```



# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD

### ACCESO A INTERNET

#### Asignación de IP

Address <10.2.1.20/24>

Address: 10.2.1.20/24

Network: 10.2.1.0

Interface: Internet

#### Asignación DNS

Servers: 8.8.4.4

172.24.30.1

Servers:

Allow Remote Requests

#### Configuración del NAT

NAT Rule <>

General Advanced Extra Action Statistics

Chain: srcnat

Src. Address:

Dst. Address:

#### Ruteo

Route <0.0.0.0/0>

General Attributes

Dst. Address: 0.0.0.0/0

Gateway: 10.2.1.1

Check Gateway:

Type: unicast

#### Comprobación de acceso a internet

```
Use command at the base level
[admin@MikroTik] > ping 8.8.8.8
  SEQ HOST                SIZE TTL  TIME  STATUS
   0 8.8.8.8                56  53  66ms
   1 8.8.8.8                56  53  66ms
   2 8.8.8.8                56  53  66ms
   3 8.8.8.8                56  53  66ms
   4 8.8.8.8                56  53  66ms
```

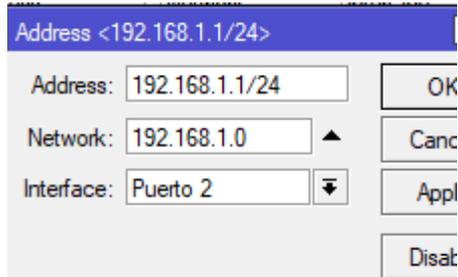


# DESARROLLO

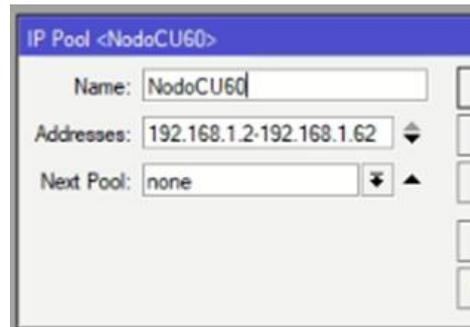
## CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD

### CONFIGURACIÓN DE DHCP

Asignación de IP (Puerto 2)



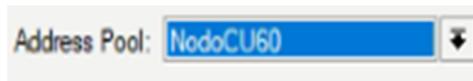
Creacion de rango IP



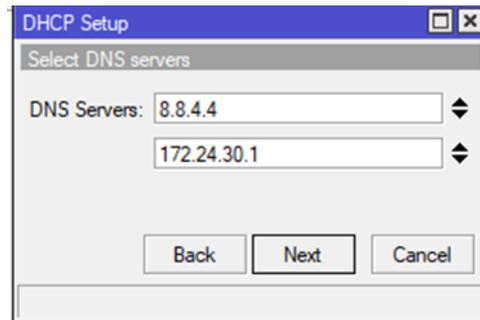
Configuración del NAT



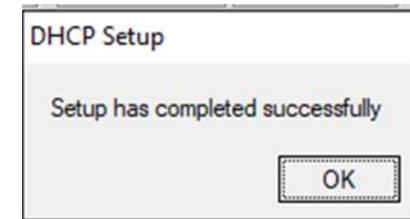
Selección del Pool



Selección de DNS



Configuración completa

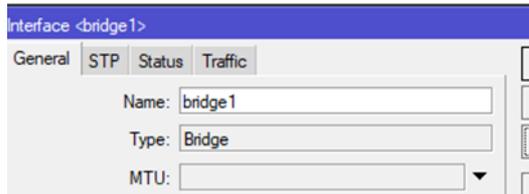


# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD

### CONFIGURACIÓN DEL BRIDGE

Creación del bridge



Interface <bridge1>

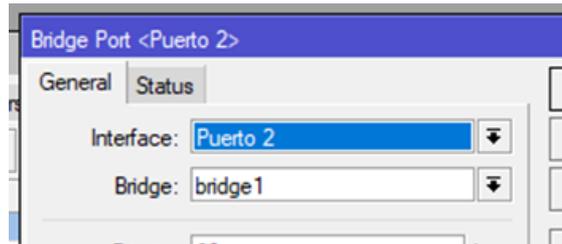
General STP Status Traffic

Name: bridge1

Type: Bridge

MTU: [dropdown]

Selección del Puerto 2



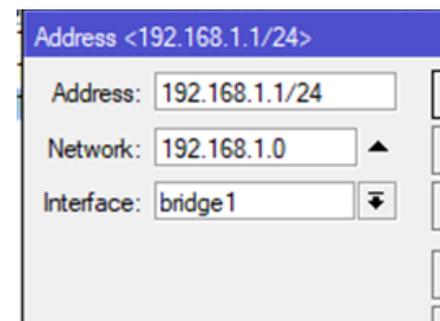
Bridge Port <Puerto 2>

General Status

Interface: Puerto 2

Bridge: bridge1

Modificación Puerto 2



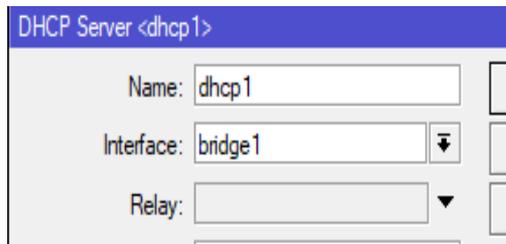
Address <192.168.1.1/24>

Address: 192.168.1.1/24

Network: 192.168.1.0

Interface: bridge1

Modificación DHCP



DHCP Server <dhcp1>

Name: dhcp1

Interface: bridge1

Relay: [dropdown]

Comprobación de acceso a internet Puerto 2

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.17134.950]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Fausto>ping 8.8.8.8

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=104ms TTL=52

Estadísticas de ping para 8.8.8.8:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 104ms, Máximo = 104ms, Media = 104ms
```

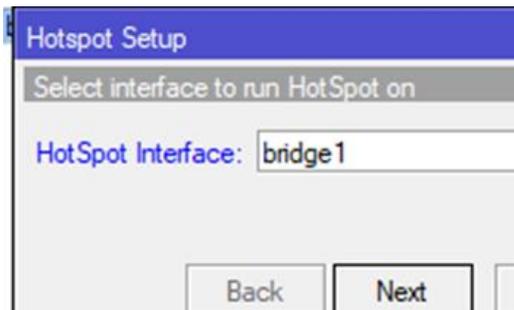


# DESARROLLO

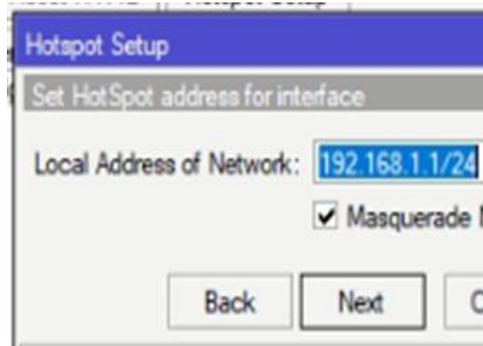
## CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD

### CONFIGURACIÓN DEL PORTAL CAUTIVO

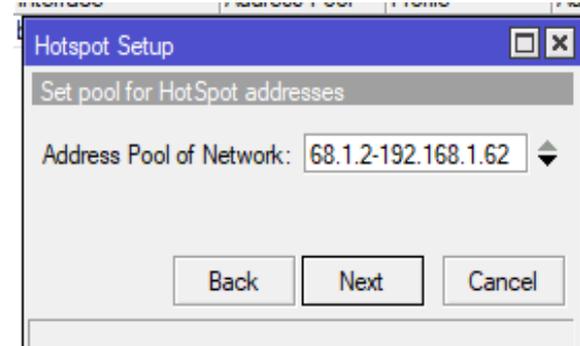
Selección de la interface



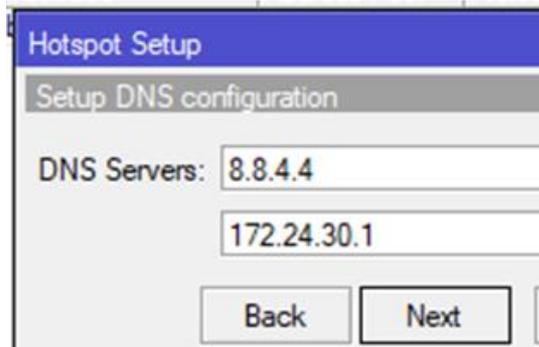
Verificar puerta de enlace



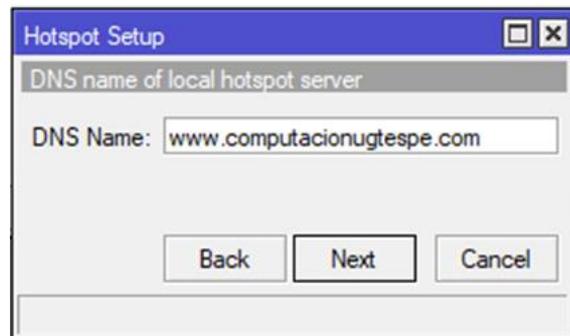
Verificar rango de IP's



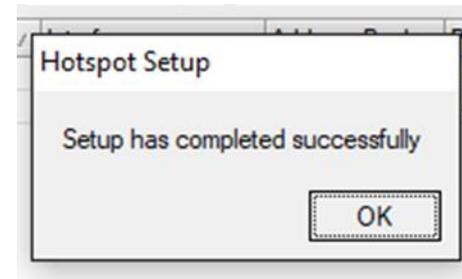
Verificar DNS



Nombre del DNS



Creación completa

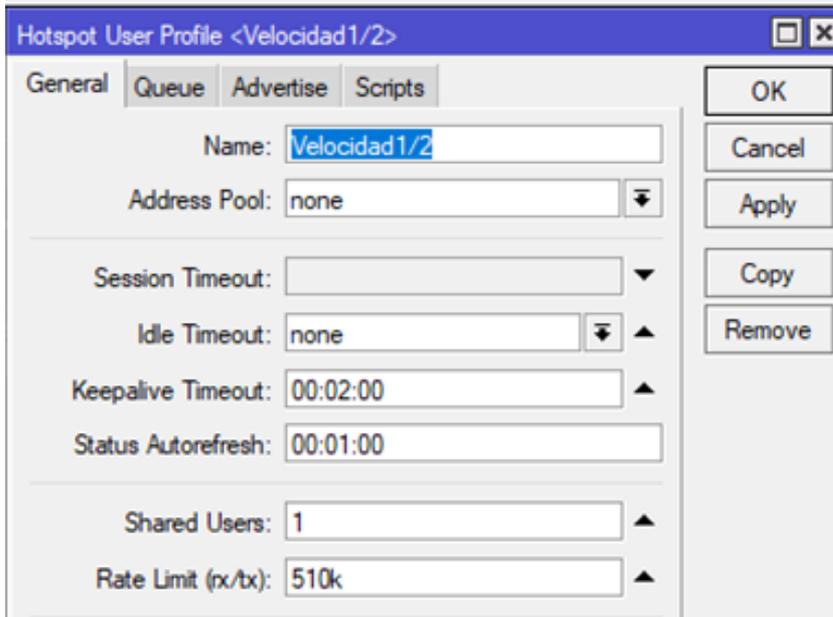


# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD

### CONFIGURACIÓN DEL PORTAL CAUTIVO

Creacion del perfil



Hotspot User Profile <Velocidad1/2>

General Queue Advertise Scripts

Name:

Address Pool:

Session Timeout:

Idle Timeout:

Keepalive Timeout:

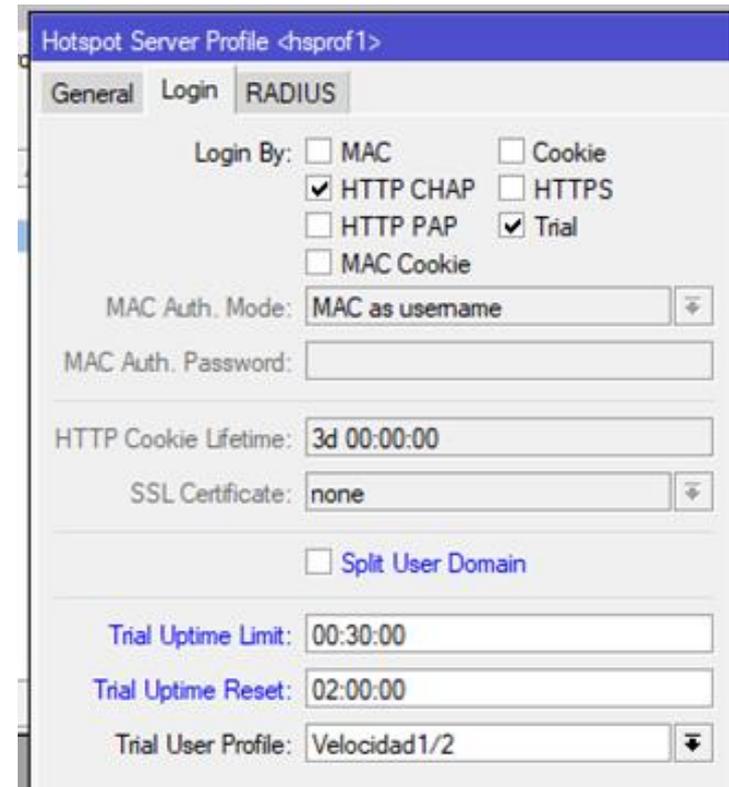
Status Autorefresh:

Shared Users:

Rate Limit (rx/tx):

OK Cancel Apply Copy Remove

Configuración del tiempo de acceso



Hotspot Server Profile <hsprof1>

General Login RADIUS

Login By:  MAC  Cookie  
 HTTP CHAP  HTTPS  
 HTTP PAP  Trial  
 MAC Cookie

MAC Auth. Mode:

MAC Auth. Password:

HTTP Cookie Lifetime:

SSL Certificate:

Split User Domain

Trial Uptime Limit:

Trial Uptime Reset:

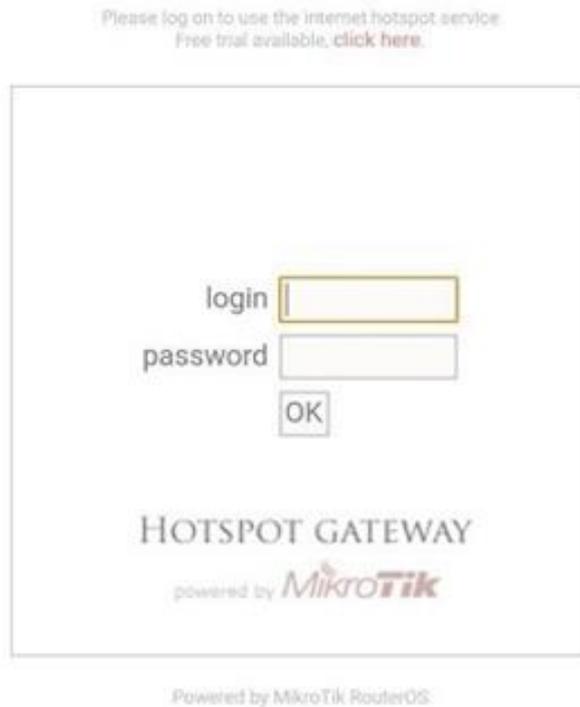
Trial User Profile:



# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE ROUTERBOARD

### PERSONALIZACIÓN DEL PORTAL CAUTIVO



# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE LAS ANTENAS DEL RADIO ENLACE CONFIGURACIÓN DE ANTENA NODO PRINCIPAL URBINA

### Configuración Inalámbrica Básica

MODO INALÁMBRICO [?]	Access Point P1P	ANTENA	23 - 23 dBi
SSID	R_Enlace_Urbina	CALCULAR LÍMITE DE PIRE	OFF
PAÍS	Ecuador	GANANCIA DE LA ANTENA	23 dBi
ANCHO DEL CANAL	10 MHz	POTENCIA DE SALIDA	24 dBm
CONTROL FREQUENCY LIST, MHz	OFF	AUTO ADJUST DISTANCE	ON
CENTER FREQUENCY, MHz	Automático	DISTANCIA [?]	0.4 mi. 0.6 km
		MAX TX DATA RATE	Automático
		DATA RATE MODULE	Default

### Seguridad Inalámbrica

SEGURIDAD	WPA2-AES	
AUTENTICACIÓN WPA	PSK	
CLAVE PRE-COMPARTIDA WPA	●●●●●●●●	MOSTRAR



# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE LAS ANTENAS DEL RADIO ENLACE CONFIGURACIÓN DE ANTENA NODO PARQUE

### Configuración Inalámbrica Básica

MODO INALÁMBRICO [?]	Station PtP	ANTENA	23 - 23 dBi
SSID	R_Enlace_Urbina	CALCULAR LÍMITE DE PIRE	OFF
	SELECCIONAR...	GANANCIA DE LA ANTENA	23 dBi
FIJAR A LA MAC DEL PUNTO DE ACCES	74:83:C2:A4:5D:BC	POTENCIA DE SALIDA	24 dBm
PAÍS	Ecuador	AUTO ADJUST DISTANCE	ON
ANCHO DEL CANAL	10 MHz	DISTANCIA [?]	0.4 mi, 0.6 km
AUTO CHANNEL WIDTH [?]	OFF	MAX TX DATA RATE	Automático
CONTROL FREQUENCY SCAN LIST, MHz	OFF	DATA RATE MODULE	Default

### Seguridad Inalámbrica

SEGURIDAD	WPA2-AES	
AUTENTICACIÓN WPA	PSK	
CLAVE PRE-COMPARTIDA WPA	●●●●●●●●	MOSTRAR



# DESARROLLO

## CONFIGURACIÓN DE LAS ANTENAS DE ACCESO

Modo inalámbrico:

WDS (Modo puente transparente):  Activar

SSID:   Ocultar SSID

Código del país:

Modo IEEE 802.11:

Ancho de canal:[?]

Lista de frecuencias, MHz:

Canal de extensión:

Lista de frecuencias, MHz:  Activar

Calcular límite EIRP:  Activar

Antena:

Potencia de salida:  dBm

Módulo de velocidad de datos:

Índice TX máx., Mbps:   Auto

---

**Seguridad inalámbrica**

Seguridad:

Autenticación RADIUS MAC:  Activar

MAC ACL:  Activar



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## RESULTADOS RADIO ENLACE

### LATENCIA Y PAQUETES PERDIDOS

Nº de paquetes enviados	Paquetes Perdidos (%)	Tiempo de respuesta		
		Min	Max	Promedio
50	0	0.943 ms	4.556 ms	1.45 ms

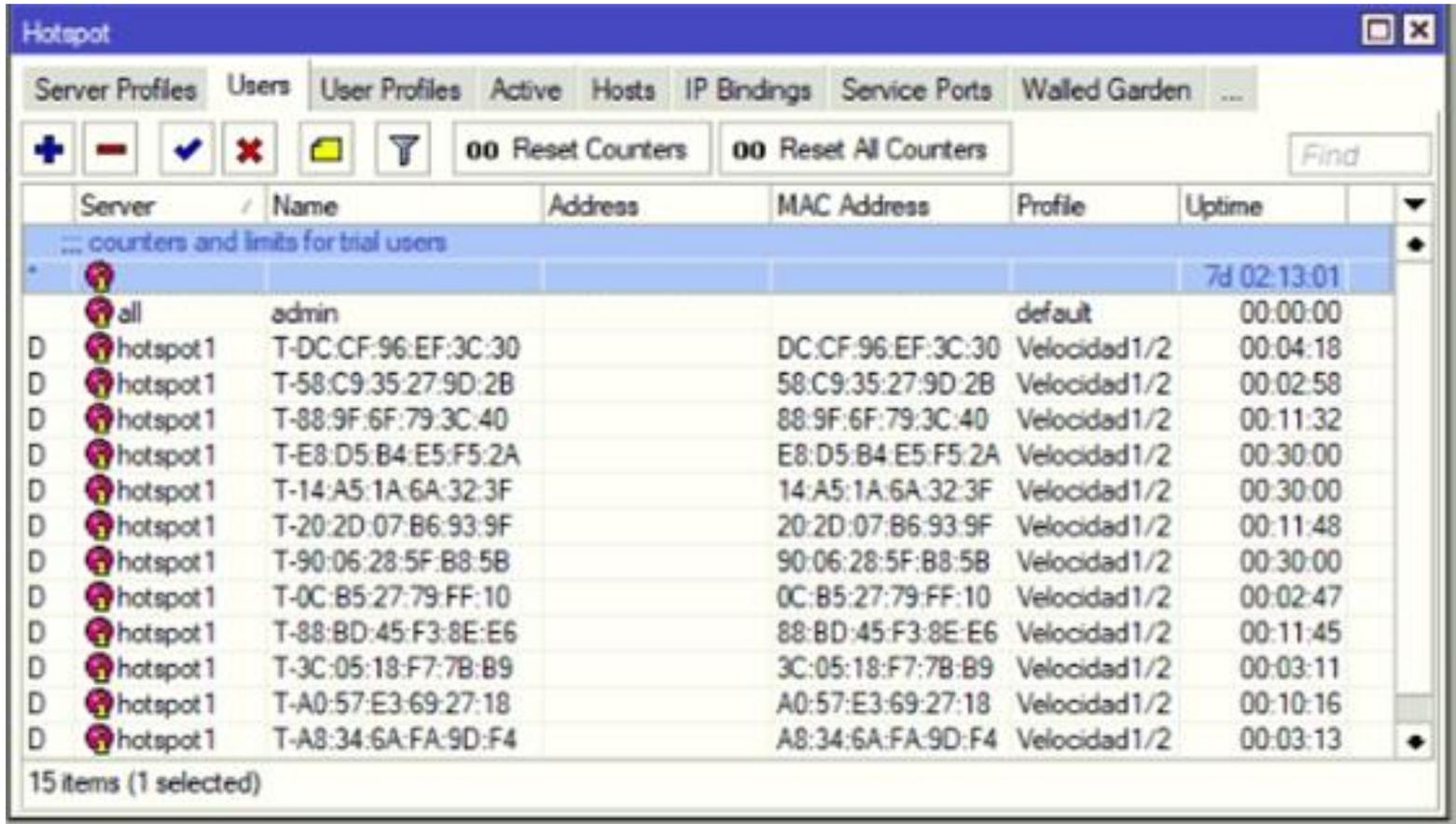
### RENDIMIENTO

Tasa de transmisión (Mbps)		Intensidad de la señal (dBm)
<b>TX</b>	<b>RX</b>	-54 dBm
24.59	42.12	



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## RESULTADOS HOTSPOT



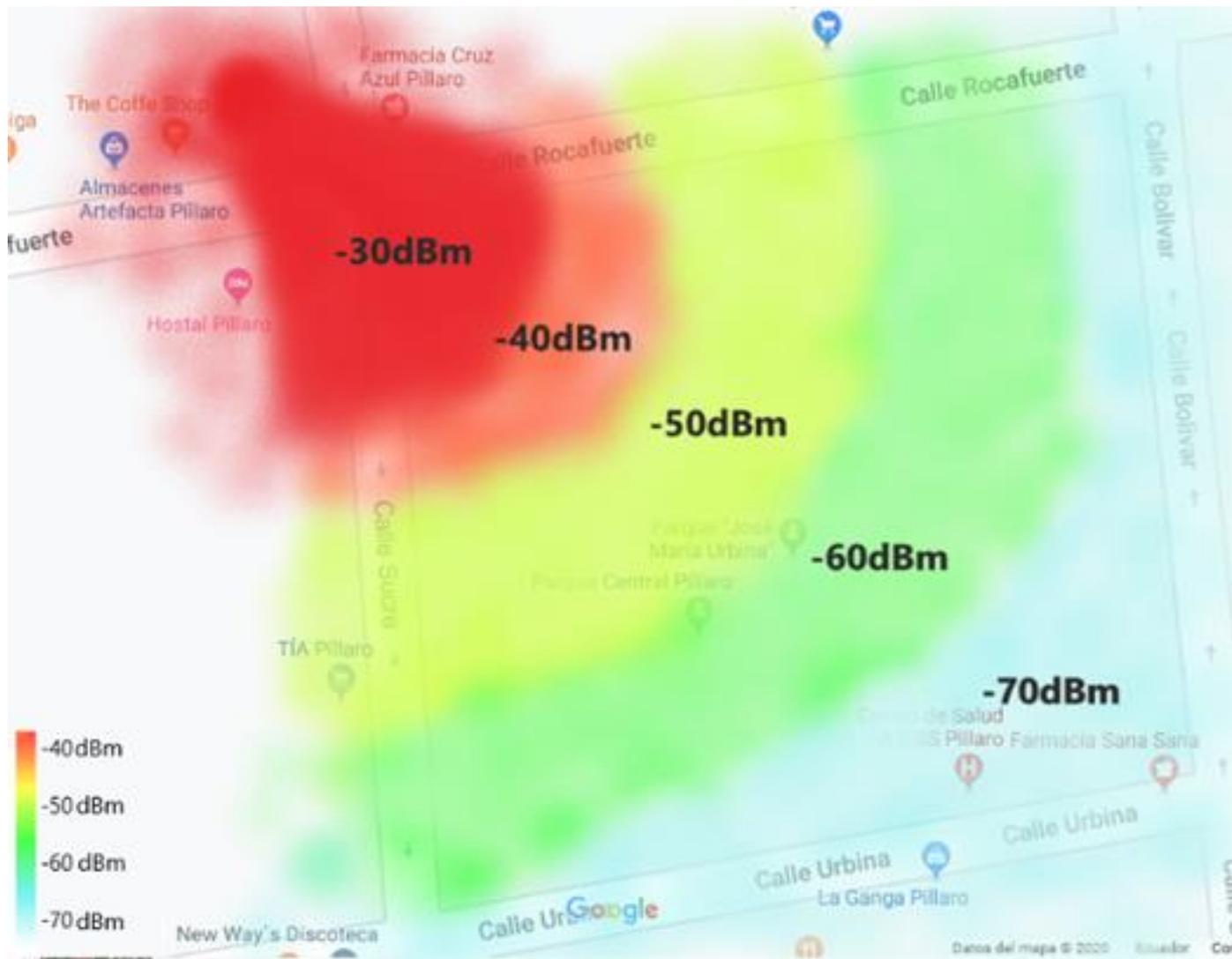
The screenshot shows the Mikrotik Hotspot Manager interface. The window title is "Hotspot". The menu bar includes "Server Profiles", "Users", "User Profiles", "Active", "Hosts", "IP Bindings", "Service Ports", and "Walled Garden". Below the menu bar are several icons for actions like adding, deleting, and filtering, along with buttons for "Reset Counters" and "Reset All Counters". A search box labeled "Find" is on the right. The main area is a table with columns: "Server", "Name", "Address", "MAC Address", "Profile", and "Uptime". The table contains 15 rows of data, with the first row selected. The status bar at the bottom indicates "15 items (1 selected)".

Server	Name	Address	MAC Address	Profile	Uptime
... counters and limits for trial users					
*	all	admin		default	7d 02:13:01
D	hotspot 1	T-DC:CF:96:EF:3C:30	DC:CF:96:EF:3C:30	Velocidad1/2	00:04:18
D	hotspot 1	T-58:C9:35:27:9D:2B	58:C9:35:27:9D:2B	Velocidad1/2	00:02:58
D	hotspot 1	T-88:9F:6F:79:3C:40	88:9F:6F:79:3C:40	Velocidad1/2	00:11:32
D	hotspot 1	T-E8:D5:B4:E5:F5:2A	E8:D5:B4:E5:F5:2A	Velocidad1/2	00:30:00
D	hotspot 1	T-14:A5:1A:6A:32:3F	14:A5:1A:6A:32:3F	Velocidad1/2	00:30:00
D	hotspot 1	T-20:2D:07:B6:93:9F	20:2D:07:B6:93:9F	Velocidad1/2	00:11:48
D	hotspot 1	T-90:06:28:5F:B8:5B	90:06:28:5F:B8:5B	Velocidad1/2	00:30:00
D	hotspot 1	T-0C:B5:27:79:FF:10	0C:B5:27:79:FF:10	Velocidad1/2	00:02:47
D	hotspot 1	T-88:BD:45:F3:8E:E6	88:BD:45:F3:8E:E6	Velocidad1/2	00:11:45
D	hotspot 1	T-3C:05:18:F7:7B:89	3C:05:18:F7:7B:89	Velocidad1/2	00:03:11
D	hotspot 1	T-A0:57:E3:69:27:18	A0:57:E3:69:27:18	Velocidad1/2	00:10:16
D	hotspot 1	T-A8:34:6A:FA:9D:F4	A8:34:6A:FA:9D:F4	Velocidad1/2	00:03:13



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## COBERTURA DE ANTENAS EN EL PARQUE CENTRAL



# CONCLUSIONES

- Para el radio enlace de la red inalámbrica que une la parroquia Urbina con el parque central de Píllaro se analizaron todos los factores técnicos necesarios para poder seleccionar la tecnología 802.11 ac, debido a que esta tecnología nos ofrece grandes beneficios en comparación con las demás.
- Antenas para radio enlaces de versiones anteriores no tienen los beneficios como las antenas implementadas en este proyecto, como es la comprobación de frecuencias menos saturadas para su uso.
- Para la distribución del internet en el parque central de Píllaro de igual manera se tomó en cuenta todos los factores técnicos necesarios para poder seleccionar la forma más adecuada que todo el parque tenga acceso a la red de forma óptima.
- La implementación de este proyecto en el parque central de Píllaro será un gran avance para la ciudad ya que esto motivará a las autoridades a preocuparse más por las personas de escasos recursos y la población en general.
- La red que se implementó tuvo gran aceptación por parte de los usuarios que acuden al parque central y se notó gran uso de la red desde su primer día de funcionamiento.
- El uso de los dispositivos marca Ubiquiti y Mikrotik son una muy buena combinación ya que entre ellos se obtienen excelentes resultados en la creación de redes inalámbricas y la administración de ellas en forma completa, además de tener interfaces muy amigables y de fácil configuración.



# RECOMENDACIONES

- Capacitar al encargado de la red inalámbrica, para que pueda solucionar algún tipo de inconveniente que puede presentarse en el transcurso del proyecto y brinde un servicio técnico eficiente a los usuarios.
- Dar a conocer el proyecto a las personas que transitan el parque a través de volantes publicitarios los cuales indiquen los beneficios que tiene el uso de esta red inalámbrica en el ámbito académico.
- Al realizar la implementación de las antenas punto a punto se debe realizar con anticipación la comprobación de la altura del terreno con la herramienta radio mobile confirmando si existe la posibilidad de línea de vista directa.
- Para la colocación de las antenas de distribución se debe tomar en cuenta el ángulo de distribución de cada antena con los datos técnicos de la misma, para tomarlos en cuenta a la hora de la colocación y cubrir toda la zona que se desea transmitir la señal en este caso todo el parque.
- Existen varias maneras de colocar los equipos de administración los cuales deben tener las respectivas seguridades, pero existe un equipo de protección llamada “caja térmica” la cual posee varios tamaños dependiendo de la necesidad, es muy factible para colocar los equipos de administración o los cables POE de las antenas de manera ordenada y segura.
- Todos los equipos de red por lo general son muy delicados a voltajes altos por ello es recomendable usar reguladores de voltaje los cuales protejan en caso de alguna sobrecarga de energía.
- Se recomienda usar equipos Mikrotik y Ubiquiti para realizar este tipo de proyectos ya que los equipos son de muy buena calidad, soportan altas y bajas temperaturas y están diseñados para estar expuestos a los cambios de clima, además ser muy económicos.



**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA