



# Herramienta sobre Python para estudios de comportamiento de los Pool IPs en los BRAS

BRASPython tool for studying IP pool behavior in BRAS

MSc. Elio Ramón Ávila Rodríguez<sup>1</sup>

---

Recibido:05/2025 Aceptado: 06/2025 Publicado: 08/2025

## Resumen

La puesta en servicio de la modalidad pospago en los sitios WiFi Interoperabilidad de los hoteles a lo largo del país, con la posibilidad de conectar hasta 3 dispositivos con la misma cuenta, así como la ampliación de la cobertura en las instalaciones hoteleras y el incremento de sus niveles de ocupación, han traído consigo un mayor uso de direcciones IPs. A raíz de esto, la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S. A. (ETECSA) ha experimentado un incremento de las solicitudes para el aumento de los rangos de direcciones IPs en dichos sitios WiFi, los cuales se basan en cálculos empíricos a partir de los estimados del número de huéspedes y del uso del servicio. El hecho de no contar con herramientas que faciliten estadísticas precisas del uso de las direcciones IPs dificulta la realización de estudios de comportamiento que permitan escoger el Pool óptimo. Esto puede provocar afectaciones del servicio e insatisfacciones, tanto a clientes como a ETECSA. En los primeros, por ocurrir agotamiento de direcciones, y en los segundos por un uso ineficiente de los recursos de red. Lo anterior constituyó el problema a resolver en esta investigación, que motivó el

<sup>1</sup> ETECSA. elio.avila@etecsa.cu

desarrollo de un utilitario programado sobre *Python*, con el cual fuera posible colectar la información necesaria para realizar los estudios correspondientes. En este documento se describe el trabajo realizado y los resultados obtenidos con la herramienta elaborada, que contribuye a brindar un mejor servicio de la Empresa al sector turístico y a hacer un uso más eficiente de los recursos de red.

**Palabras clave:** Python, Netmiko, Automatización de Redes, WiFi

## **Abstract**

*The deployment of postpaid services at interoperable hotel Wi-Fi sites nationwide—allowing up to three devices per account—alongside expanded coverage and higher occupancy, has increased IP address utilization. Consequently, the Telecommunications Company of Cuba S. A., ETECSA has experienced an increase in terms of requests for IP address ranges at these sites, currently allocated via empirical calculations based on estimated guest numbers and service usage. The absence of tools providing accurate IP address usage statistics hinders behavioral studies to determine optimal pool sizing. This may cause service disruption and dissatisfaction for both customers experience address exhaustion, while ETECSA faces inefficient network resource allocation. To address this, a Python-based utility was developed to collect data for behavioral analysis. This tool was developed so as to solve the this problem. This paper describes the work performed and the results obtained with this tool, contributing to our Company enhancing tourism-sector service delivery and optimizing network resource efficiency.*

**Keywords:** Python, Netmiko, Network Automation, WiFi

## **Introducción**

El servicio conocido como WiFi Interoperabilidad constituye una de las posibles formas de acceso a Internet que brinda ETECSA, como proveedor de servicios en hoteles, campismos, restaurantes, hospitales, universidades, terminales, entre otros muchos lugares. En la arquitectura de red de este servicio, que utiliza una solución IPoE con autenticación Web (Figura 1), el tráfico de los clientes se transporta por capa desde los

Puntos de Acceso (AP) de la red WiFi desplegada en cada lugar, hasta los equipos ME60, que hacen la función de Servidores de Acceso de Banda Ancha (BRAS, por sus siglas en inglés) en la red IP/MPLS. Para ello, se trazan convenientemente las VLANs de servicio por los conmutadores de acceso y los equipos de tránsito de las redes de transporte/agregación, que terminan en las subinterfaces BAS correspondientes en dichos BRAS. En estos últimos equipos se garantiza el control de usuario a través de la interacción con los demás elementos del sistema, tales como: Control de Sesiones, Portal Cautivo, AAA y DNS. Los BRAS funcionan además como los servidores DHCP hacia los clientes, que asignan dinámicamente las direcciones IPs a sus estaciones (STA) o equipos terminales. Para ello es necesario configurar un Pool de direcciones IPs privadas, exclusivo para cada sitio en particular. ETECSA, como proveedor de servicios administra y gestiona estos rangos, y su dimensionado se realiza sobre la base de la información brindada por el personal donde se instale el servicio, que incluye la cantidad estimada de clientes concurrentes, calculada a partir del número de APs instalados y la ocupación prevista de las instalaciones, elementos que pueden variar con el tiempo.

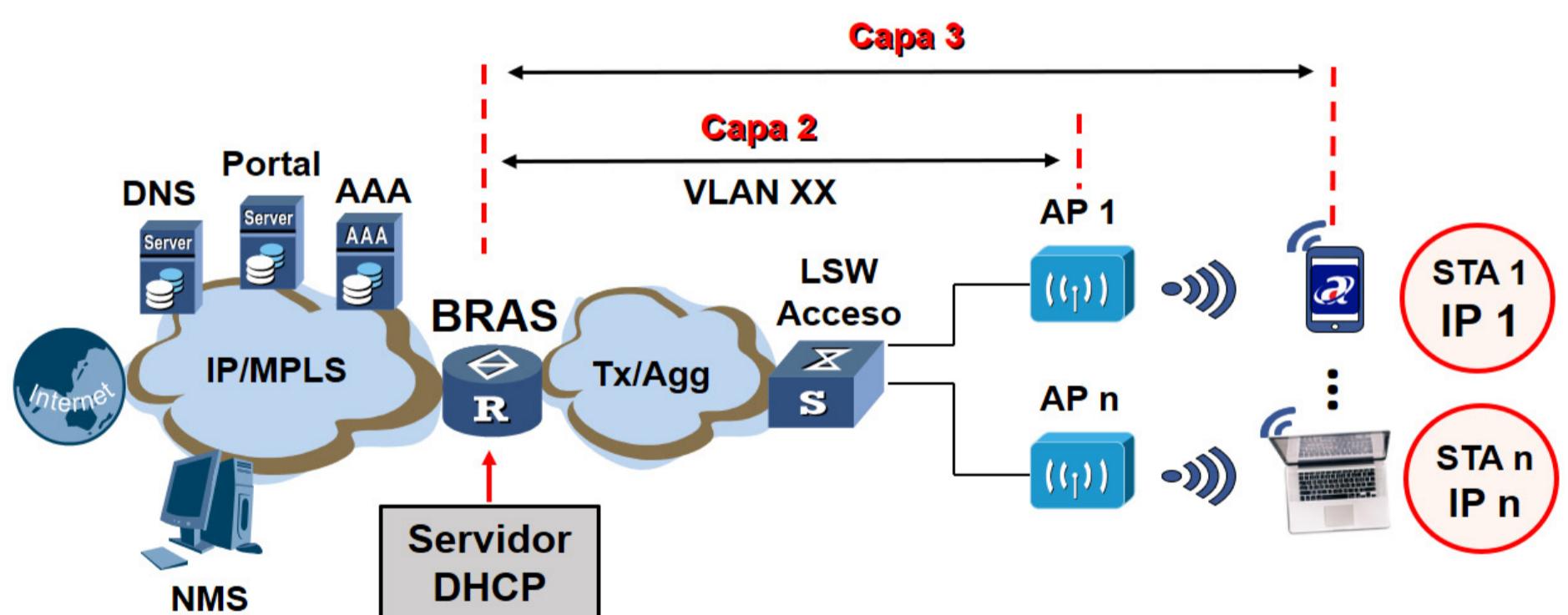


Figura 1. Esquema resumido del servicio WiFi Interoperabilidad

En la asignación de los Pool IPs antes mencionados pueden ocurrir los siguientes casos:

1.- Pool subdimensionado: Queda por debajo de las necesidades reales. Puede ocurrir que un número de dispositivos de clientes solicite las IPs y no queden direcciones disponibles para asignarle

(ocurre agotamiento del rango configurado en el servidor). Esto provoca afectación del servicio en aquellos clientes que no logren obtener las direcciones IPs.

2.- Pool sobredimensionado: Queda por encima de las necesidades reales. Provoca un uso ineficiente de recursos de red (IPs) en detrimento del proveedor, que, en caso extremo, puede quedar sin rangos libres para su operación.

3.- Pool correctamente dimensionado: Acorde a las necesidades reales. Sin afectación de clientes ni proveedor.

Como parte de la atención priorizada de la Empresa al sector turístico, se trabaja continuamente en la mejora del servicio WiFi en los hoteles y en la solución a sus demandas. Fruto de esto surgió la modalidad de WiFi Interoperabilidad denominada Billetera Pospago, que se aplica con buenos resultados desde el año 2022, esta comenzó por La Habana y se ha extendido a lo largo de todo el país. Seguidamente, se mencionan algunas novedades de este servicio:

1.- Facturación por tráfico total cursado y no por el crédito consumido de las cuentas activas.

2.- Creación de las cuentas de clientes desde el propio hotel, con acceso a la plataforma GESNAUTA.

3.- Posibilidad de conexión de hasta 3 dispositivos por cada cuenta.

4.- Necesidad de permanencia de las cuentas conectadas el mayor tiempo posible una vez autenticadas. Para lograrlo se deshabilitó en los BRAS la desconexión por bajo tráfico y por inactividad. En el caso particular de los hoteles de la cadena Gaviota, esta última opción quedó configurada para la desconexión a los 15 minutos.

En esta modalidad de pospago, las cuentas de los clientes pueden permanecer activas hasta el cierre de sesión, desconexión que envía el AAA a las 12 horas de estar autenticadas. Esto, unido a la expansión del servicio WiFi en las instalaciones hoteleras, con cobertura prácticamente en todas sus áreas y al incremento de los niveles de ocupación, ha traído consigo un mayor uso de las direcciones IPs, y con ello, la necesidad de ampliar el Pool en aquellos lugares donde así lo requieran. En este contexto, se han incrementado las demandas de

ampliación de los Pool IP por parte del personal técnico y administrativo de los hoteles, que realizan un estimado a partir del número de huéspedes por las capacidades habitacionales, multiplicado por los 3 dispositivos posibles de conectar por cuenta, siendo elevado el número de direcciones IPs solicitadas (mayoritariamente rangos /22 y /21).

Por otra parte, el sistema de gestión NCE del proveedor brinda indicios de agotamiento de direcciones IPs de los Pool, al mostrar alarmas del uso por encima del 80% de las direcciones IPs (valor configurable, tiene fijado el que trae por defecto), pero no brinda en una línea de tiempo los valores específicos que alcanza, sino solo cuando rebasan el valor de umbral configurado. Es por ello que, en los casos objeto de análisis, la información requerida se obtenía puntualmente, encuestando de forma manual al BRAS donde estuviera configurado el servicio en particular.

Lo anterior resulta un inconveniente para el seguimiento preciso del uso de direcciones IPs, lo que dificulta la realización de estudios de comportamiento, que permitan escoger el Pool óptimo y sirvan de evidencia a mostrar ante la demanda de los clientes. Esto puede provocar afectaciones del servicio e insatisfacciones, tanto a clientes como a nuestra Empresa, hecho que constituyó el problema a resolver en nuestro caso y que motivó el desarrollo de un utilitario programado sobre Python, con el cual fuera posible colectar la información que se necesita para realizar los estudios y análisis correspondientes de los Pool IPs.

Python es tendencia en el mundo de la automatización de redes de datos (Damien, 2020), hecho dado por su sencillez, versatilidad, modularidad, el procesamiento de bases de datos, el manejo de archivos e interfaces gráficas para la visualización de la información, así como por las múltiples y poderosas bibliotecas que dispone para la conexión a equipos de diversos fabricantes, como es el caso de Netmiko (Byers, 2024), utilizada en este trabajo. Además, cuenta con una amplia comunidad internacional de desarrolladores, que es activa, participativa y colaborativa. Estos elementos, así como el tener una experiencia previa de su uso, fueron decisivos a la hora de escoger el lenguaje de

programación utilizado. En este documento se describe el trabajo realizado y los resultados obtenidos con la herramienta computacional elaborada.

## Materiales y métodos

Este trabajo se desarrolló bajo un enfoque de ingeniería aplicada e investigación para el desarrollo (I+D). La metodología se estructuró en tres fases secuenciales para abordar el problema central de la falta de datos precisos sobre el uso de direcciones IP en el servicio WiFi Interoperabilidad. La fase I consistió en el análisis de los comandos posibles de utilizar sobre los BRAS ME60, que permitieran colectar la información necesaria. La fase II se centró en el análisis de las herramientas disponibles para la automatización de redes, que permitieran gestionar los BRAS de forma remota a través del protocolo SSH, la fase III consistió en el desarrollo e implementación de un utilitario para la recolección automatizada, el procesamiento y la presentación de los datos. A continuación, se describen estas fases.

### **Estudio de los comandos posibles para obtener la información requerida**

Como primera tarea se realizó un estudio de la información técnica, que permitiera conocer los comandos disponibles y escoger el adecuado para los propósitos definidos. Entre ellos se escogió el comando *disp ip-pool pool-usage pool-name* (nombre del Pool), cuya salida brinda de forma simple y explícita la información que se requiere, la cual es: rango de direcciones del Pool, IPs en uso (incluye las asignadas, en conflicto y las bloqueadas) y el porcentaje de utilización que estas representan.

### **Automatización de red con la biblioteca Netmiko de Python**

Como segundo paso se estudiaron las posibles herramientas para colectar la información requerida, se escogió para ello la biblioteca Netmiko de Python. Esta biblioteca fue desarrollada por Kirk Byers como una versión mejorada de Paramiko y está diseñada para facilitar la interacción automatizada con dispositivos de red de múltiples fabricantes, como son: Cisco, Juniper, Arista, y muchos otros (Byers, 2024). Netmiko utiliza varias tecnologías de comunicación, siendo la más importante el protocolo

SSH (*Secure Shell*), que encripta la información de gestión transmitida logrando así una comunicación más segura. SSH está disponible en la mayoría de los dispositivos de telecomunicaciones para su acceso remoto, siendo este el método más utilizado a la hora de aplicar la automatización al campo de las redes de telecomunicaciones (Damien, 2020). Esta biblioteca ayuda a los operadores de redes a enviar comandos a equipos como commutadores, enruteadores, *firewalls*, entre otros, en una forma programática y repetible, y ofrece una manera simple y coherente de automatizar tareas de gestión de dispositivos de red (Figura 2). Lo anterior minimiza la intervención manual de los operadores y reduce el margen de error humano. Esto, unido a las potencialidades que ofrece Python en múltiples áreas, fueron las razones por las cuales se decidió por esta herramienta, a la hora de escoger un método eficaz de automatización de red.



Figura 2. Automatización de redes con Netmiko

## Estructura del programa elaborado sobre Python

Posteriormente, se elaboró un programa sobre Python que consta de dos módulos (Figura 3); el primero (izquierda) muestra una interfaz de usuario (GUI, del inglés *Graphical User Interface*), que permite introducir los parámetros necesarios para su ejecución, en su desarrollo se empleó

sobre todo en la biblioteca Tkinter. El segundo (derecha) cuenta a su vez de dos partes, una para la conexión periódica a los equipos vía SSH (utilizando las bibliotecas Netmiko y Schedule), donde se envía a los BRAS el comando escogido, descrito anteriormente, este permite interrogar uno o varios Pool IPs seleccionados y procesar convenientemente la información que este devuelve. La otra parte, luego de terminado el número de lecturas definidas, guarda los datos obtenidos en ficheros con extensión .csv, .txt y .pdf, en este último caso los muestra en forma gráfica. Para esta parte se emplearon las bibliotecas Pandas y Matplotlib.

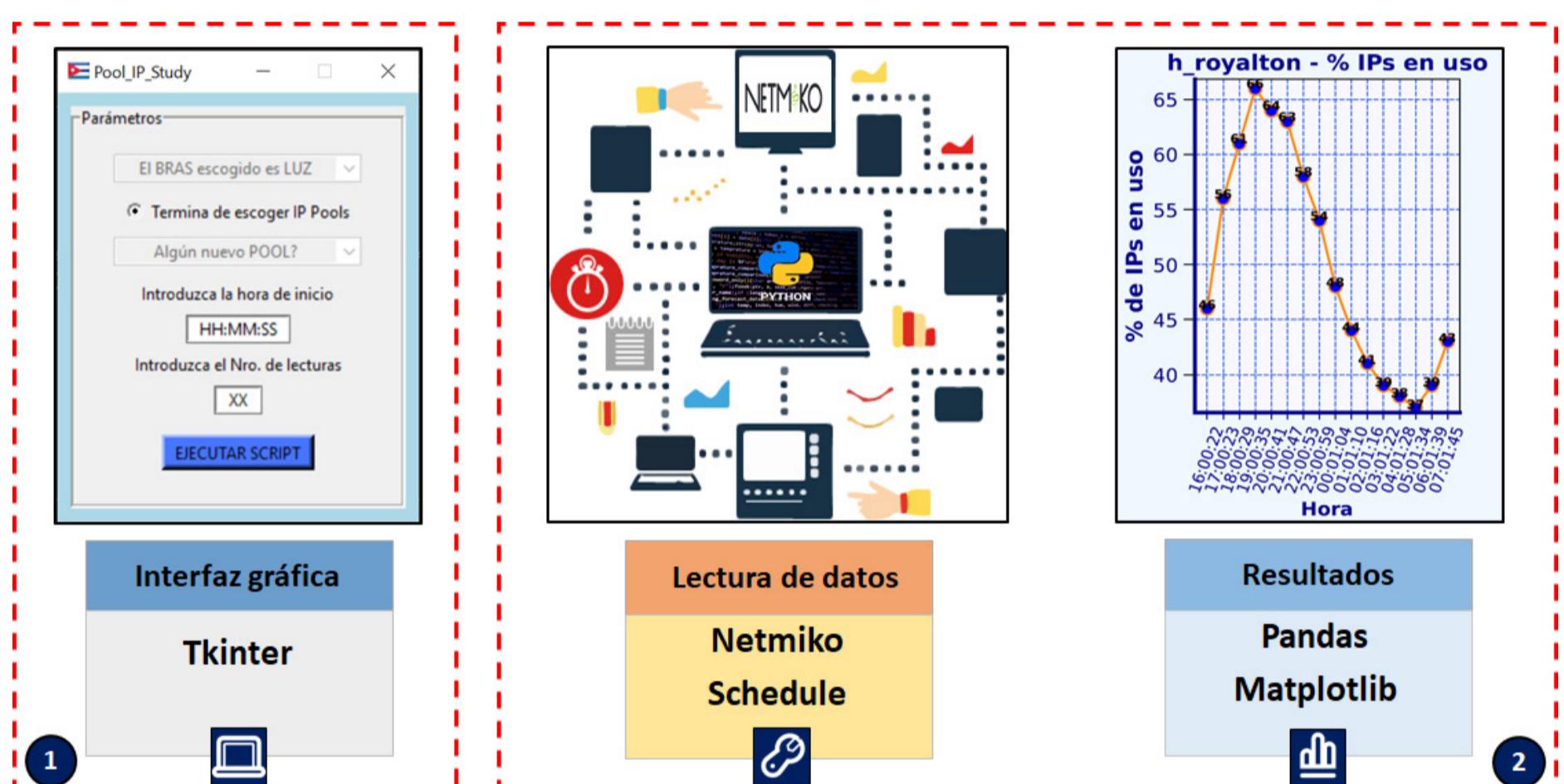


Figura 3. Estructura del programa elaborado en Python

## Pasos de ejecución del programa

La ejecución del programa consta de cuatro pasos (Figura 4):

- 1.- Escoger el BRAS que se desee de una lista desplegable (Figura 4a).
- 2.- Escoger él (o los) Pool IPs objeto de análisis de una lista desplegable (los obtiene de forma automática, conectándose al BRAS seleccionado) (Figura 4b).
- 3.- Introducir la hora de comienzo para la toma de las lecturas y el número de estas a realizar (Figura 4c).
- 4.- Dar click sobre el botón 'Ejecutar Script' (Figura 4c).

Una vez hecho lo anterior, comienza a ejecutarse el módulo 2 a la hora introducida, este toma el número de lecturas deseadas y procesa la información obtenida.

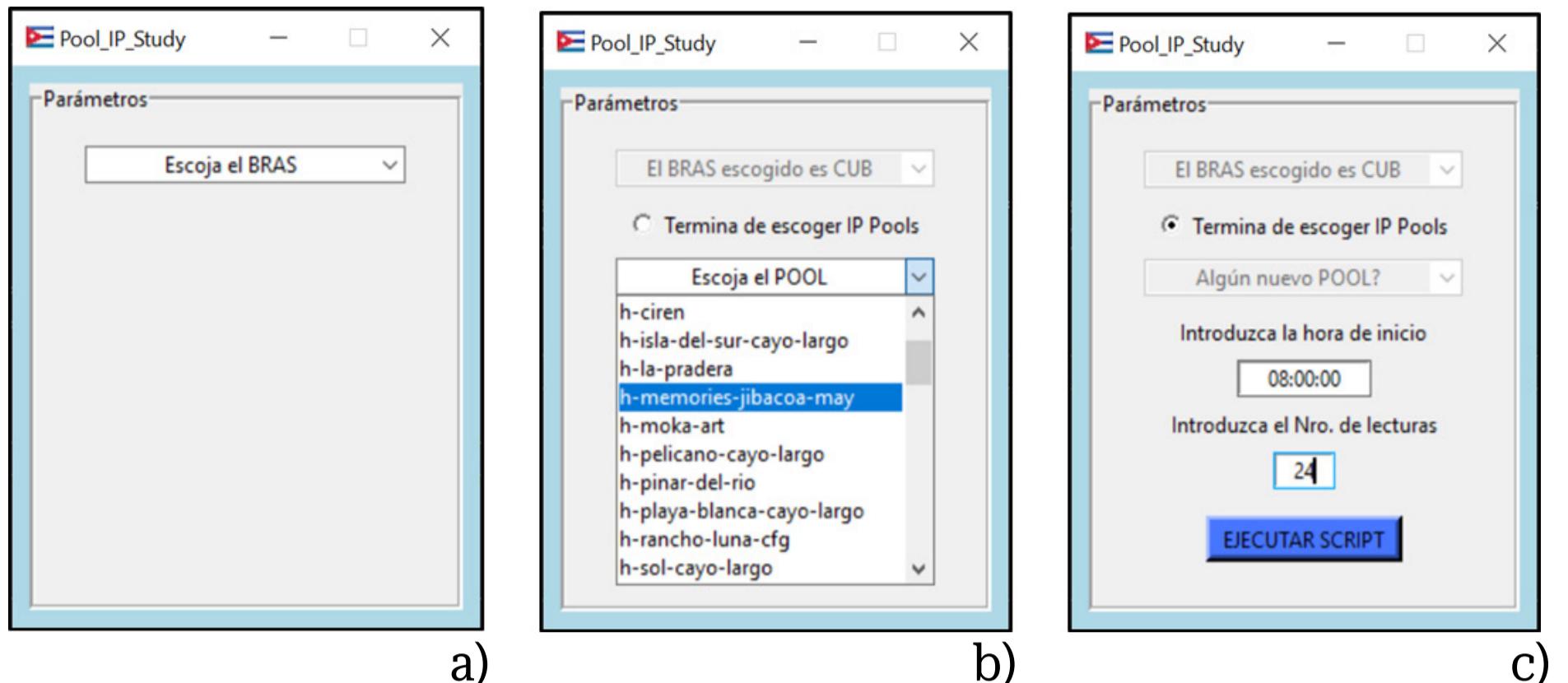


Figura 4. Pasos de ejecución del programa

## Resultados y discusión

Una vez terminado el ciclo de ejecución del programa mostrado en el acápite anterior, la información con él obtenida se guarda en ficheros Excel y de texto, con extensión .csv y .txt (ejemplo de esto se muestra en las figuras 5a y b), en ese orden), así como gráficos con extensión .pdf.

a)

b)

Figura 5. Ejemplo de ficheros Excel y de texto con la información

El caso de la Figura 6 es uno de aquellos que se le dio seguimiento a partir de las alarmas que se generan en el sistema de gestión NCE. Se pudo comprobar por la información obtenida con el utilitario sobre Python, que ocurría agotamiento de direcciones IPs (en los círculos en rojo momentos en que alcanza el 100% de su uso) y con ello, afectación a los clientes.

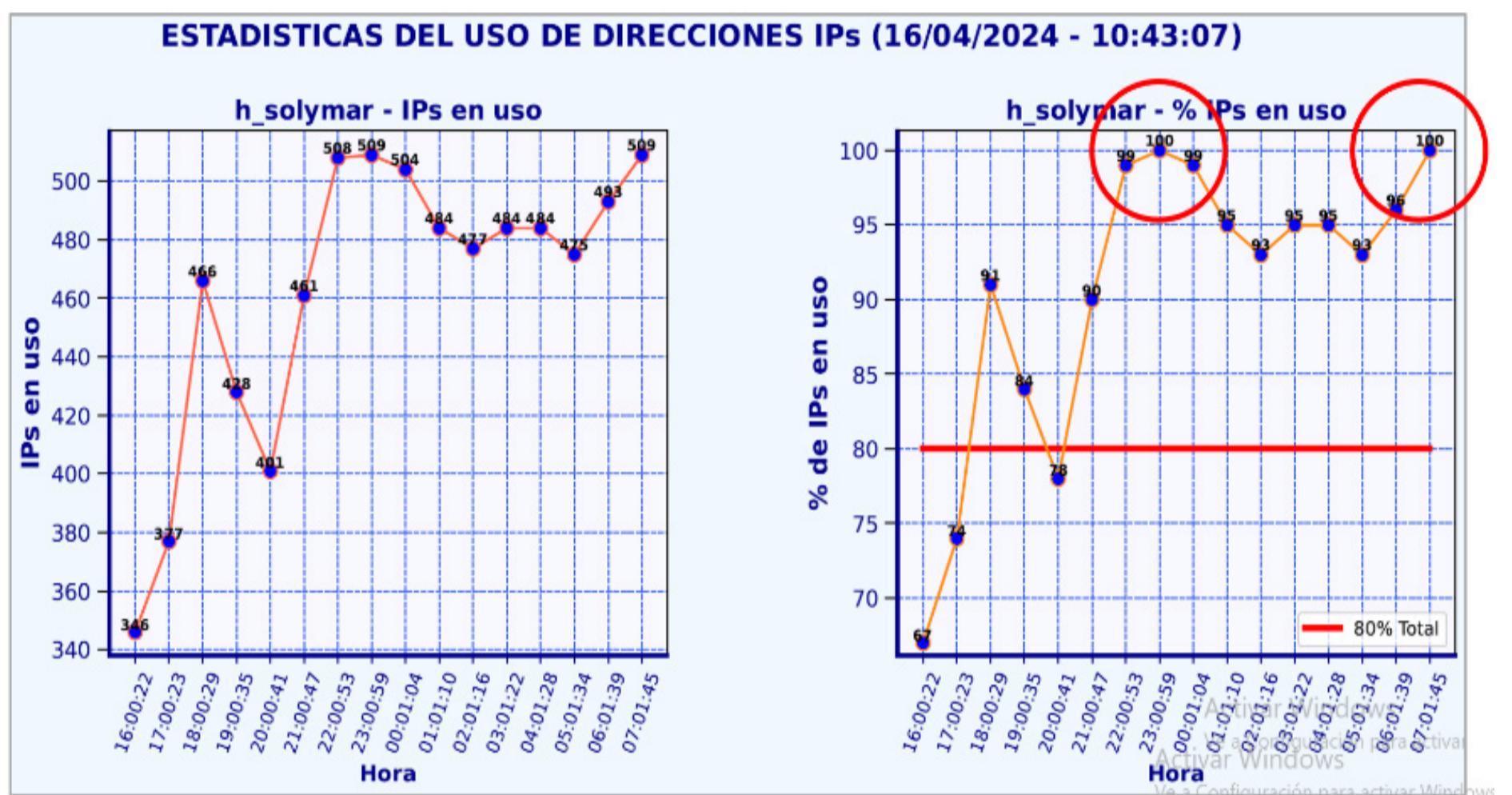


Figura 6. Comportamiento de un Pool IP sub-dimensionado

En la Figura 7 se muestra un caso al que se le aumentó el Pool IP a un /21, atendiendo a una demanda del hotel. Se puede observar en los gráficos obtenidos que no supera el 20% del uso de direcciones IPs, siendo un ejemplo de sobre dimensionamiento, con afectación para nuestra Empresa.

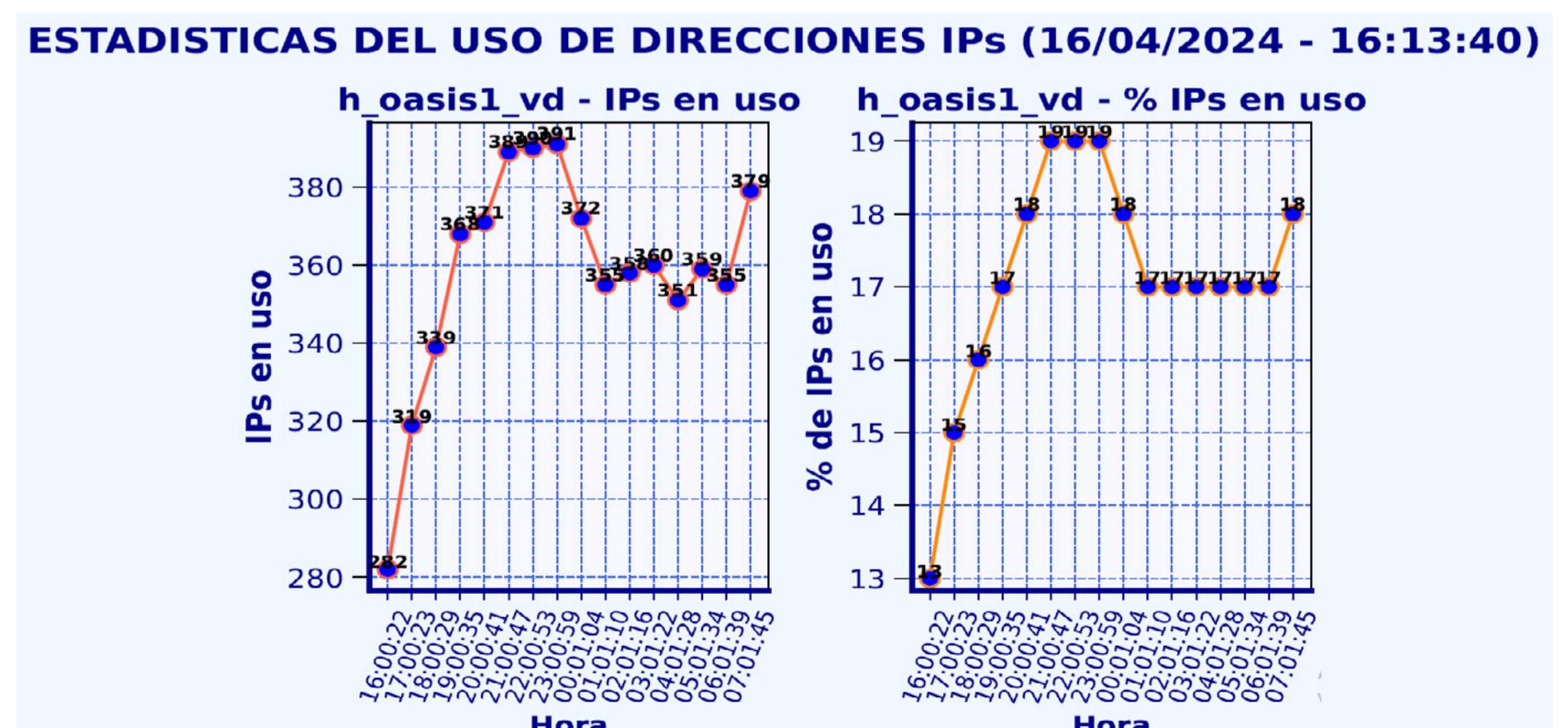


Figura 7. Comportamiento de un Pool IP sobredimensionado

En la Figura 8 se observa un caso correctamente dimensionado. Este en particular había solicitado ampliar su rango de direcciones IP, lo que no fue necesario hacer en ese momento, a partir de las estadísticas obtenidas y compartidas con el personal del hotel.

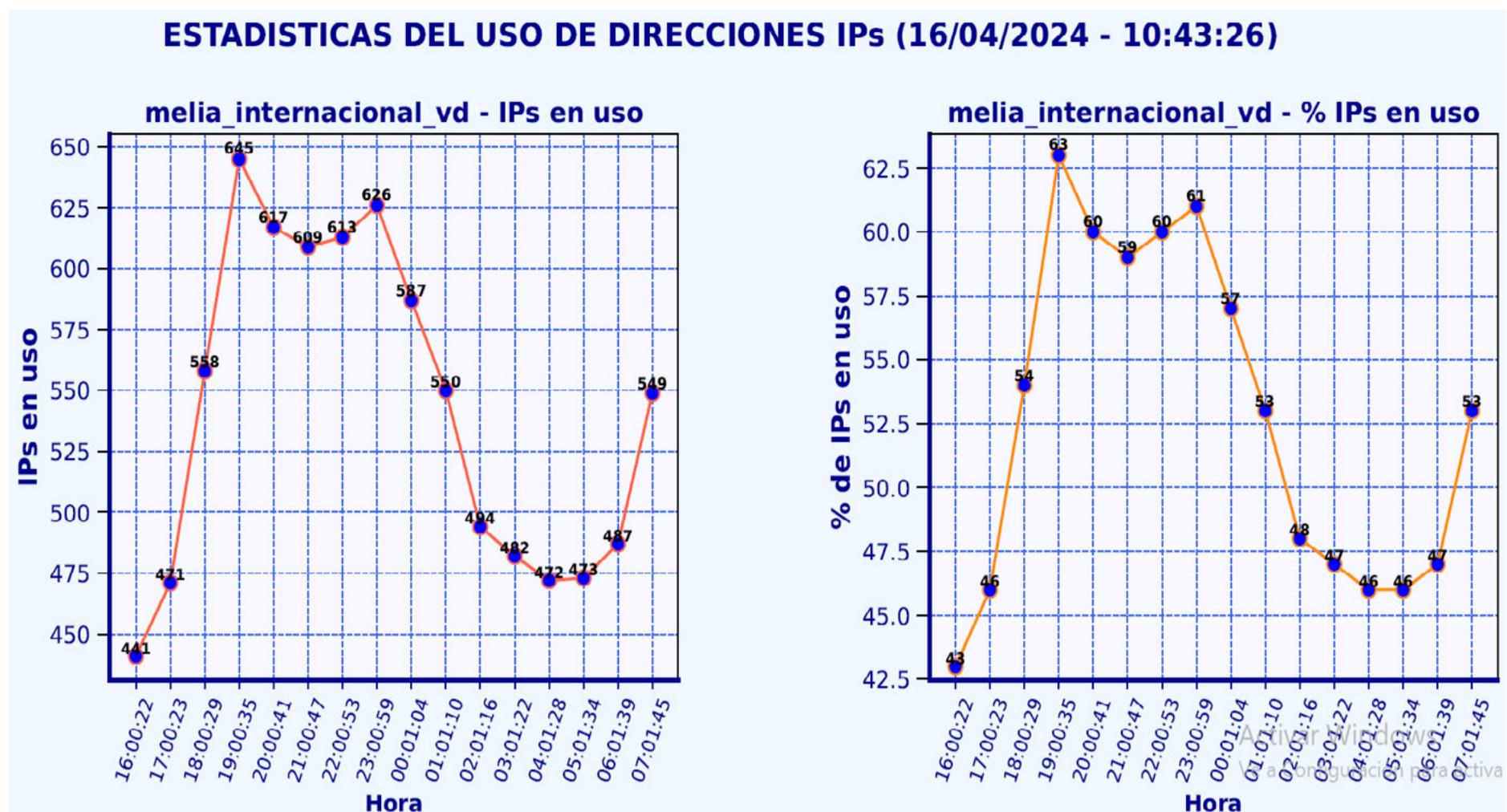


Figura 8. Comportamiento de un Pool IP correctamente dimensionado

Se debe mencionar que en todos los ejemplos mostrados existía un alto nivel de ocupación en los hoteles, que sugiere a su vez altos porcentajes de utilización de direcciones IPs.

## Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo reflejan el impacto positivo de la implementación de una herramienta computacional en Python para el análisis y gestión de los Pool IP en la red de ETECSA. En primer lugar, se evidenció que dicha herramienta es una solución efectiva para superar la carencia de información precisa, permitiendo automatizar la recopilación y el procesamiento de datos relacionados con el comportamiento de los Pool IP, sobre todo en entornos donde los BRAS actúan como servidores DHCP. Esto facilitó la detección temprana de problemas, como el agotamiento de direcciones IP en hoteles, y permitió tomar acciones correctivas oportunas, como ampliar el rango de direcciones, evitando interrupciones en el servicio. Además, se comprobó que un correcto dimensionamiento de los Pool evita gastos innecesarios en la adquisición

de nuevas direcciones IP, contribuyendo a un uso más eficiente de los recursos. Las estadísticas generadas no solo mejoran la calidad del servicio WiFi para los usuarios, sino que también proporcionan evidencia valiosa para el personal técnico y administrativo, incrementando la satisfacción del cliente. Finalmente, aunque la herramienta fue diseñada inicialmente para el sector hotelero, su potencial de aplicación se extiende a otros servicios de Pool IP de la red, demostrando su versatilidad y utilidad en diferentes contextos de gestión de recursos de red en ETECSA.

## Referencias bibliográficas

Garros, Damien (2020). NetDevOps Survey. <https://dgarros.github.io/netdevops-survey/reports/2020>

Byers, K. (2024). Biblioteca Netmiko. <https://github.com/ktbyers/netmiko>

