

## PC PUMA, CONECTIVIDAD MÓVIL EN LA UNAM FES CUAUTITLÁN DEL CICLO ESCOLAR 2023-2024

Angélica Espinoza-Godínez<sup>1\*</sup> y José Luis Garza-Rivera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Tecnologías en Cómputo y Comunicación

<sup>2</sup> Coordinación de Bibliotecas y Hemerotecas

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México

[\\*anesgo@comunidad.unam.mx](mailto:anesgo@comunidad.unam.mx)

### Resumen

En el ámbito de la conectividad móvil, las universidades están adoptando nuevas tendencias para mejorar la experiencia académica, implementando servicios de red inalámbrica más rápidos y con mayor cobertura. Por su parte, la UNAM creó el programa de conectividad móvil PC Puma y lo implementó por primera vez en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) en 2013. Desde entonces, el programa se ha ido expandiendo a otras dependencias, incluyendo la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán) en Campo Cuatro en 2020 y posteriormente a Campo Uno y el Centro de Asimilación Tecnológica (CAT) en 2021. Para mejorar la experiencia académica a través de estos servicios, es fundamental gestionar y evaluar la conectividad móvil de manera eficaz. Esto implica medir el rendimiento, la fiabilidad y la calidad de la red utilizando diversas métricas de conectividad, así como analizar aspectos relacionados como son el uso de datos, el número de dispositivos conectados y la cobertura de señal. Este estudio analizó la conectividad móvil de los servicios PC Puma, RIU (Red Inalámbrica Universitaria) y Eduroam en la FES Cuautitlán Campo Cuatro del ciclo escolar 2023-2024. El análisis reveló aspectos clave sobre el uso de datos con un estimado de 362.17 TB, la cantidad de dispositivos conectados fue estimada en máximos de un día en 14,830 y 13,150 dispositivos en los dos semestres y los sitios con las antenas de mayores transferencias de datos estimaron que el de Biblioteca fue mayor. Los datos fueron recopilados de los informes generados por la plataforma de administración de redes

Aruba Central M.R. Los resultados sugieren la necesidad de continuar estudiando el uso y las capacidades de la conectividad móvil en el campus y así contribuir con los planes de expansión y actualización encaminados al mejoramiento de la experiencia académica.

**Palabras clave:** administración de redes, Wi-Fi, RIU, análisis de datos, métricas de conectividad.

### Introducción

PC Puma, es el nombre del Programa de Conectividad Móvil, es un proyecto institucional de la UNAM que consiste en incorporar el uso de las tecnologías de información y comunicación a la academia e investigación (Secretaría de Desarrollo Institucional, 2023b), es promovido por la Secretaría de Desarrollo Institucional y desarrollado por la Coordinación de Proyectos Tecnológicos y de Innovación. PC Puma se creó para atender la necesidad de estudiantes y personal académico por tener a su alcance equipo de cómputo y conectividad inalámbrica con cobertura total, buscando satisfacer las necesidades dictadas por las tendencias tecnológicas; siendo así, PC Puma fue implementado por primera vez en 2013 en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) (Secretaría de Desarrollo Institucional, 2023a). Desde entonces, el programa se ha expandido a otras dependencias, incluyendo la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán) en Campo Cuatro en 2020 (Elizondo Alvarado, 2020), y su posterior expansión a Campo Uno y el Centro de Asimilación Tecnológica (CAT) en 2021 (Alvarado, 2021).

En la FES Cuautitlán, Campo Cuatro, el proyecto PC Puma se desarrolló con una infraestructura de comunicaciones de 422 antenas inalámbricas, 13 kilómetros de fibra óptica y 35 switches, uno principal con 64 puertos para conectar fibra óptica (Elizondo, 2020). El proyecto incluyó Aruba Central M.R. de HPE (*Hewlett Packard Enterprise*) como el software de administración de la infraestructura de comunicaciones. Aruba Central M.R. (*HPE Aruba Networking Central*) es una plataforma de gestión y administración de redes que agrupa servicios de conectividad

por sucursales, oficinas remotas, campus, centros de datos e Internet de las cosas, desplegada como un servicio de nube (Hewlett Packard Enterprise Development LP, 2023).

El proyecto PC Puma inició desplegando todos los componentes necesarios para una sola red de conectividad móvil y gracias a su infraestructura de comunicaciones, ha sido posible implementar más servicios. Esta infraestructura está distribuida en todo el campus y con el software de administración es viable la difusión y administración de más redes de conectividad móvil. Actualmente, en la FES Cuautitlán Campo Cuatro se están difundiendo tres servicios principales de conectividad móvil con acceso a Internet. Los servicios de conectividad móvil difundidos son: el servicio de PC Puma identificado como “.:PC Puma FESC C4.:”, el servicio de Red Inalámbrica Universitaria identificado como “RIU” (Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación, 2022b) y el servicio mundial de conexión Wi-Fi identificado como “eduroam” (Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación, 2022a).

Para mejorar la experiencia académica a través de estos servicios, es fundamental gestionar y evaluar la conectividad móvil de manera eficaz. Esto implica medir el rendimiento, la fiabilidad y la calidad de la red utilizando diversas métricas de conectividad, así como analizar aspectos relacionados como son el uso de datos, el número de dispositivos conectados, la cobertura de señal, entre otros.

El mejoramiento de la experiencia académica usando los servicios de conectividad móvil requiere de gestión técnica y evaluación. En este sentido, la administración de redes informáticas se ha llevado a cabo, en buena medida, con apoyo de Aruba Central M.R., realizando las actividades técnicas de configuración, control de fallas, ajuste de ancho de banda, monitoreo del funcionamiento, análisis del comportamiento, entre otros, para mantener los servicios de conectividad móvil funcionales. La evaluación podría requerir recolección de datos específicos, métricas de conectividad, encuestas u otros instrumentos para llevar a cabo una investigación más profunda y quedan fuera del alcance de este trabajo. Sin embargo, se pueden realizar exploraciones obteniendo información relevante a través de algunos informes.

En Aruba Central M.R. se pueden generar informes por categoría de clientes, de infraestructura, de seguridad y otros (Espinoza y Garza, 2023) con la herramienta incluida “Reports”. En un estudio previo, se realizó una inspección de los datos ofrecidos en los informes y se identificaron tres variables: el uso de datos, la cantidad de clientes y los sitios con las mayores transferencias de datos del ciclo escolar 2022-2023 de la UNAM. De manera similar, en esta investigación exploratoria se analizaron las mismas tres variables, en el mismo campus, los mismos servicios de conectividad móvil, pero del ciclo escolar 2023-2024 de la UNAM, con inicio el lunes 7 de agosto de 2023 al domingo 4 de agosto de 2024 (Dirección General de Administración Escolar, 2023). Lo anterior, para tener un referente de comparación.

### **Objetivo**

Analizar la conectividad móvil de los servicios PC Puma, RIU (Red Inalámbrica Universitaria) y Eduroam en la FES Cuautitlán Campo Cuatro del ciclo escolar 2023-2024.

### **Materiales y métodos**

La plataforma Aruba Central M.R. (*HPE Aruba Networking Central*) gestiona la información relativa a la infraestructura de comunicaciones, monitorea y almacena su actividad en tiempo real. El acceso a la plataforma se realiza a través de un navegador web, donde se despliega un panel de control con funciones y herramientas de administración de redes informáticas. De este modo, la información almacenada se puede recuperar utilizando la herramienta “Reports” para generar informes por categorías como “Clients, Infrastructure, Security Compliance” y tipos como “Clients/Summary”, “Client/Inventory”, y “Client/Usage”. Se pueden crear informes de periodos establecidos (*Last day, Last 7 days, Last 30 days, Last calendar month, Last year, Custom range*), generar en una sola ocasión al momento, programar su generación unas horas después, programar su generación con cierta frecuencia de repetición (*Every day, Every week, Every month*). Con la información proporcionada en los informes es posible hacer análisis de datos con mayor detalle.

En la herramienta de reportes “Reports” de esta plataforma, se generaron informes de tipo “Clients/Summary” para el ciclo escolar 2023-2024 y los semestres correspondientes. Por lo anterior, se crearon los tres informes siguientes:

- a) Resumen de clientes del ciclo escolar 2023-2024, en los formatos PDF y CVS.
- b) Resumen de clientes del semestre 2024-1, en los formatos PDF y CVS.
- c) Resumen de clientes del semestre 2024-2, en los formatos PDF y CVS.

A partir de los informes creados anteriormente, se recolectaron los datos de las variables de análisis siguiendo el proceso indicado a continuación:

1. *Uso de datos*: se refiere a la cantidad de datos descargados y datos cargados al realizar transferencias de comunicación a lo largo del tiempo, se mide en unidades de Bytes. Para obtener estos valores, se utilizó el informe del inciso a) de la lista anterior. Se extrajeron y tabularon los valores correspondientes del archivo “Usage.csv”. Estos valores también se pueden obtener directamente del informe en formato PDF de la tabla “USAGE”.
2. *Cantidad de dispositivos*: es el número de equipos (teléfono celular, laptop, computadora de escritorio, tableta, entre otros) que se conectan como clientes a los servicios de conectividad móvil. Este valor no se encontró entre la información proporcionada en los informes creados. Por lo anterior, se tomaron los valores máximos de clientes únicos diarios. Para obtener estos valores, se emplearon los informes de los incisos b) y c) de la lista anterior. Se seleccionó un semestre y se identificaron los días con la mayor cantidad de clientes mostrados en el informe PDF en la gráfica “Unique clients per day”; es decir, los tres puntos máximos de la distribución de clientes del semestre. A partir de dicha gráfica, se extrajo la cantidad de clientes y la fecha de los tres días con el mayor conteo de clientes “TOP 3 CLIENT COUNT”. Se repitió el proceso para el otro semestre.
3. *Sitios con mayores transferencias de datos*: son los nombres de las áreas de cobertura móvil donde se encuentran las antenas con el mayor uso de datos a lo largo del tiempo, se mide en Bytes. Estos sitios se determinaron a partir de las 10 antenas con el registro del mayor uso de datos del ciclo escolar 2023-2024. Para ello, se usó el informe del inciso a) de la lista anterior. Luego, se extrajeron y

tabularon en una hoja de cálculo los nombres de las antenas y el uso de datos del archivo “Top APs By Usage.csv”. Los nombres de las antenas y el uso de datos también se pueden tomar directamente de la tabla “TOP 10 APS BY USAGE” del informe en formato PDF. Posteriormente, se identificó la pertenencia de cada antena en los sitios; para ello, se buscó el nombre de la antena en Aruba Central M.R. y se tomó el nombre del sitio donde se encontró. Finalmente, se separó el uso de datos en descargados, cargados y total; se agrupó las antenas por sitio; se sumó el uso de datos de las antenas que pertenecían al mismo sitio y se ordenaron los valores de uso de datos en criterio ascendente, así como los nombres de sitios y antenas. De este modo, se determinó la posición de cada sitio de acuerdo con la magnitud de datos transferidos.

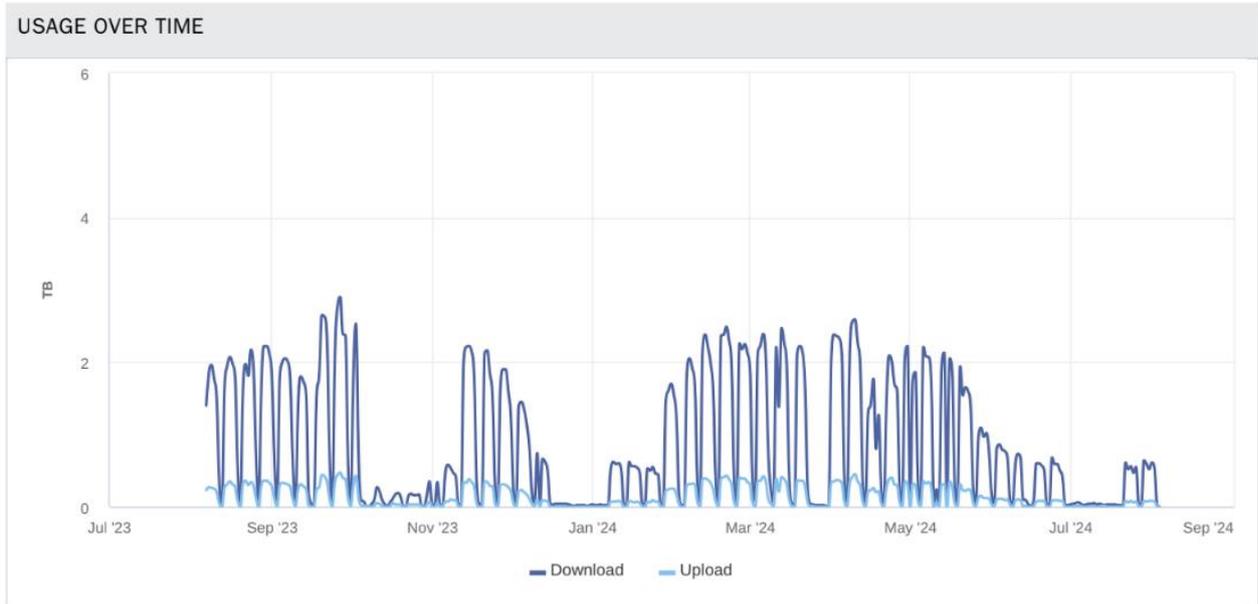
## Resultados

Se procesaron las variables de estudio: el uso de datos, el número de dispositivos conectados y los sitios con mayores transferencias de datos en conectividad móvil de la UNAM FES Cuautitlán, Campo Cuatro del ciclo escolar 2023-2024. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Se estimó el uso de datos en conectividad móvil obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 1, la cual muestra esta estimación agrupada en datos descargados, datos cargados y total de datos transferidos, medida en TB o Terabytes (1 Terabyte equivale a 1024 Gigabytes). En la Figura 1 se presenta la distribución del uso de datos a lo largo del tiempo del ciclo escolar 2023-2024.

**Tabla 1. Uso de datos en conectividad móvil del ciclo escolar 2023-2024 (Elaboración propia).**

	Datos descargados (TB)	Datos cargados (TB)	Total de datos transferidos (TB)
Uso de datos	312.29	49.88	362.17



**Figura 1. Distribución del uso de datos del ciclo escolar 2023-2024 (Elaboración propia).**

Se identificaron los puntos máximos en la distribución de dispositivos conectados por día y se determinó la cantidad y la fecha en los semestres 2024-1 y 2024-2. La Tabla 2 muestra los tres días registrados en que se tuvieron más dispositivos o clientes conectados, en la cual la primera columna contiene la mayor cantidad de clientes y su fecha (la fecha está abreviada; por ejemplo, “Ago 16, 2023” se refiere al 16 de agosto de 2023). En la Figura 2 y la Figura 3 se muestra la distribución del conteo de clientes únicos conectados por día durante el semestre 2024-1 y 2024-2 respectivamente.

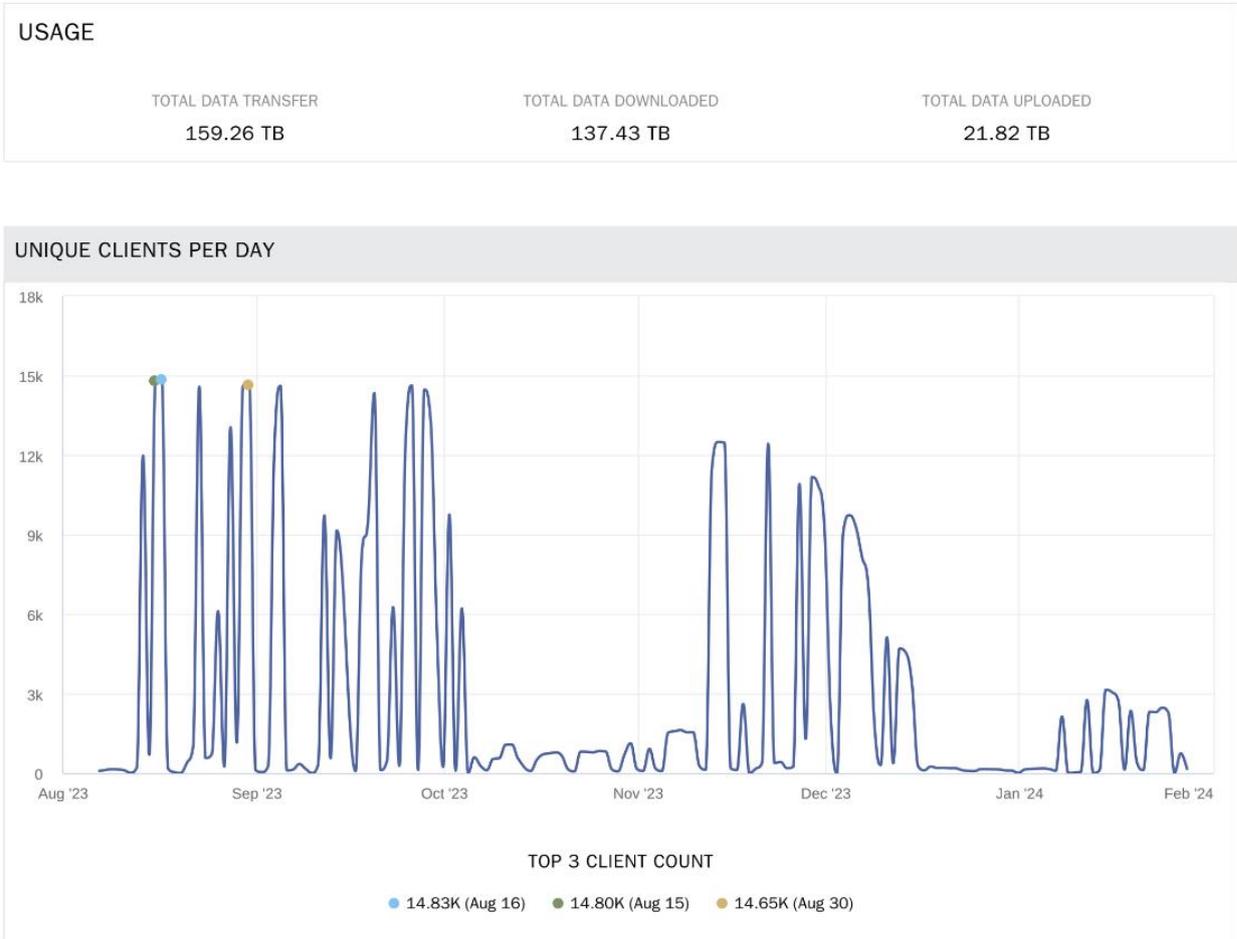
**Tabla 2. Días con la mayor cantidad de dispositivos conectados del ciclo escolar 2023-2024 (Fuente: elaboración propia).**

	<b>Primera Clientes (día)</b>	<b>Segunda Clientes (día)</b>	<b>Tercera Clientes (día)</b>
Semestre 2024-1	14,830 (Ago 16, 2023)	14,800 (Ago 15, 2023)	14,650 (Ago 30, 2023)
Semestre 2024-2	13,150 (Mar 05, 2024)	13,120 (Feb 20, 2024)	12,930 (Abr 23, 2024)

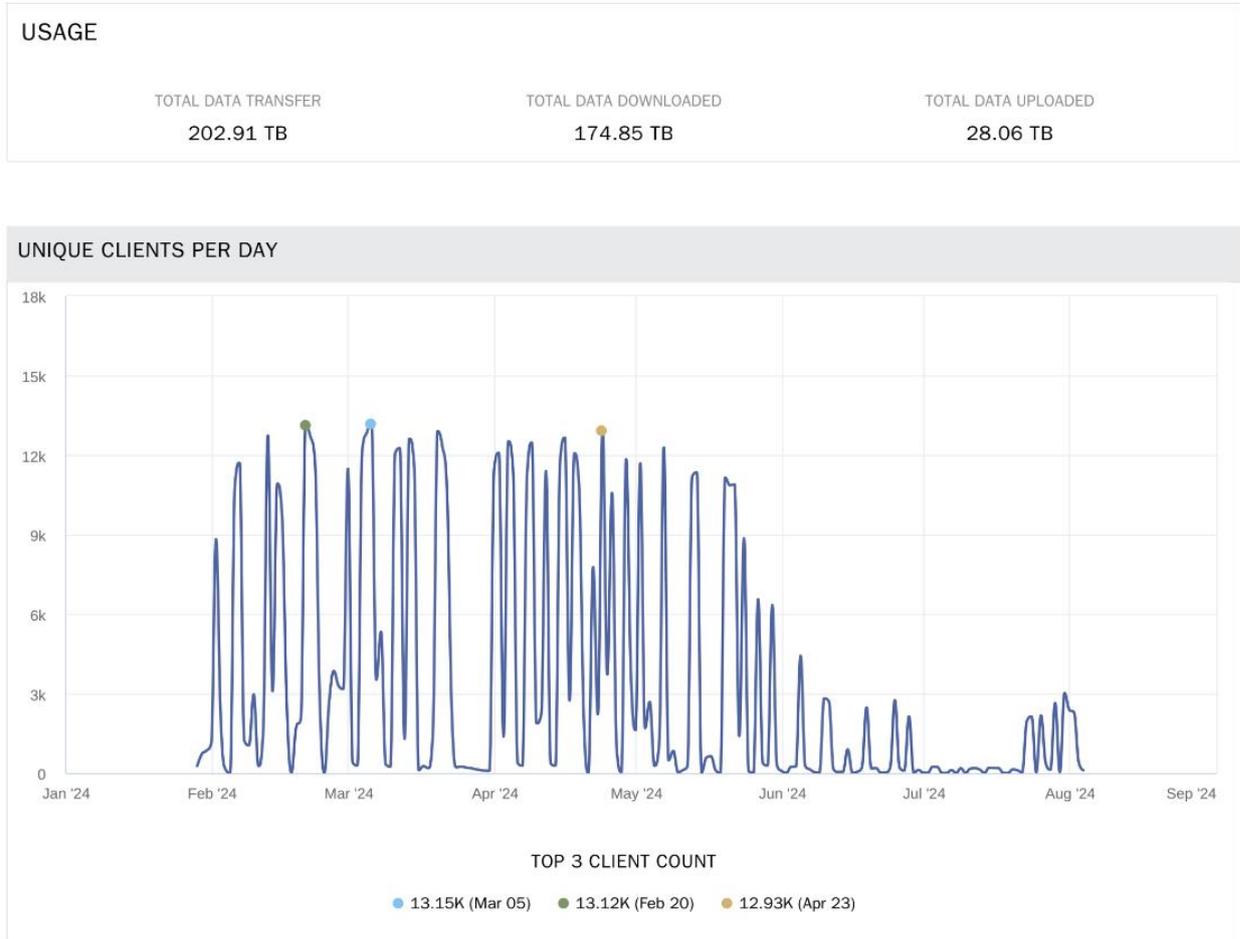
Se determinaron los sitios de conectividad móvil con las antenas que registraron la mayor estimación del uso de datos. En la Tabla 3, los renglones muestran los nombres de los sitios a los que pertenecen las antenas con la mayor cantidad de datos transferidos y están ordenados de mayor a menor magnitud, en unidades de TB o Terabytes (1 Terabyte equivale a 1024 Gigabytes).

**Tabla 3. Sitios de conectividad móvil con las antenas de mayor uso de datos del ciclo escolar 2023-2024 (Fuente: elaboración propia).**

<b>Sitio</b>	<b>Nombre de antena</b>	<b>Datos transferidos antena (TB)</b>	<b>Datos transferidos sitio (TB)</b>
Biblioteca	Hemeroteca	8.46	
Biblioteca	P.A-Área de Estudio	4.75	16.99
Biblioteca	P.A-Área de Estudio	3.78	
Edificio A6	A-601	3.74	
Edificio A6	A-603	3.33	7.07
Servicios Generales	Almacén General	3.50	
Servicios Generales	Servicios Generales	3.31	6.81
Edificio A7	Exterior hacia Explanada	4.79	4.79
Edificio A3	Explanada con A4	3.68	3.68
Edificio A8	Hacia Comedor	3.44	3.44



**Figura 2. Distribución de clientes únicos conectados por día del semestre 2024-1 (Elaboración propia).**



**Figura 3. Distribución de clientes únicos conectados por día del semestre 2024-2 (Elaboración propia).**

### Discusión

En esta investigación, se han analizado variables relacionadas con las métricas de conectividad como el uso de datos, el número de dispositivos conectados y los sitios con mayor consumo de datos.

El uso de datos fue estimado en 362.17 TB del ciclo escolar 2023-2024, si lo comparamos con la misma variable del ciclo escolar anterior (2022-2023), tenemos que fue 228.89 TB (Espinoza y Garza, 2023), lo que representa un incremento del

58.23%. La distribución del uso de datos durante el ciclo escolar 2023-2024 agrupó la actividad de conectividad por meses, permitiendo identificar visualmente patrones de uso semanales con una carga mayor a finales de septiembre de 2023. También, se pudieron apreciar semanas de muy poca actividad en octubre y noviembre de 2023, cuando hubo suspensión de clases y actividades en general por varios sucesos (Dirección, 2023a; Dirección, 2023b; Dirección, 2023c); entre ellos, un problema relacionado con plaga de “chinchas” (Redacción El Financiero, 2023). Durante el periodo vacacional de diciembre de 2023 a enero de 2024 se observa poca actividad. Asimismo, la semana del 24 al 30 de marzo de 2024 (“Semana Santa”) fue de baja actividad, al igual que las primeras tres semanas de julio de 2024 de vacaciones administrativas. Para identificar las fechas y periodos se consultaron los calendarios oficiales de la UNAM (Dirección General de Administración Escolar, 2023).

El número de dispositivos o clientes conectados se analizó a través de la gráfica de distribución de clientes únicos diarios del semestre, identificando los valores máximos en cada semestre. Los resultados fueron de 14,830 y 13,150 dispositivos en los semestres 2024-1 y 2024-2 respectivamente. Durante el semestre 2024-1, dos de los puntos máximos ocurrieron en agosto de 2023, en la segunda semana del inicio de ese semestre. En el caso del semestre 2024-2, dos de los puntos máximos ocurrieron durante febrero y marzo, mientras que el tercer punto se presentó a finales de abril de 2024.

Las antenas con el mayor uso de datos del ciclo escolar 2023-2024 ubicaron el sitio Biblioteca en la primera posición, sumando un total de 16.99 TB en las antenas con los nombres: Hemeroteca y P-A-Area de Estudio. Este sitio en la misma variable de análisis fue de 9.49 TB en el ciclo escolar 2022-2023 anterior y también ocupó la primera posición (Espinoza y Garza, 2023), lo que representa un incremento del 79.03% en las antenas con el mayor uso de datos que pertenecen al sitio Biblioteca. La segunda posición fue para el sitio Edificio A6 en ambos ciclos, sumando un total de 7.07 TB en las antenas con los nombres A-601 y A-603. Este mismo sitio en la misma variable de análisis fue de 15.1 TB en el ciclo escolar anterior 2022-2023 (Espinoza y Garza, 2023), lo que representa un decremento del 46.82% en el uso de

datos que pertenecen al sitio A6. En este edificio se encuentran las aulas de la Licenciatura de Administración y la Licenciatura de Contaduría. La población estudiantil de estas dos licenciaturas juntas es numerosa, lo que podría causar un elevado uso de datos en el sitio Edificio A6 comparado con otros sitios de conectividad móvil del campus.

## Conclusión

El análisis reveló aspectos clave sobre las variables analizadas:

- El uso de datos representó un incremento del 58.23% de TB después de un año.
- La cantidad de dispositivos o clientes conectados se estimó mediante los puntos máximos de cada semestre, los cuales aparecen en los informes de tipo “Client/Summary” del formato PDF. Los archivos CVS no proporcionan información suficiente para estimar el número de clientes diarios.
- Los sitios con las antenas de mayores transferencias de datos fueron Biblioteca en la primera posición y Edificio A6 en la segunda posición, igual que el año anterior. Sin embargo, el sitio Edificio A6 presentó un decremento del 46.82% en el uso de datos con respecto al año anterior.

Los resultados sugieren la necesidad de continuar estudiando el uso y las capacidades de la conectividad móvil en el campus. Entre las recomendaciones se encuentran la identificación de las principales aplicaciones y servicios que consumen más datos y la recolección de datos más detallados de clientes diarios para identificar densidades, congestión y velocidad del servicio en diferentes áreas del campus. De este modo, se esperaría una mayor contribución en los planes de expansión y actualización encaminados al mejoramiento de la experiencia académica utilizando los servicios de conectividad móvil brindados.

## Agradecimientos

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE104224 y los proyectos PAPIIT IA102323, PICI CI2410, CI2446 y CI2472, PIAPIME 1.31.09.24 y 1.31.31.24.

## Referencias

Alvarado, S.L. (2021). *Inicia la instalación de PC Puma en el CAT*. Gaceta UNAM. Comunidad. Órgano informativo de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, 20(16): 5.

Dirección. (2023a). *Comunicado Oficial 15*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. En: [https://www.cuautitlan.unam.mx/comunicados\\_fesc/2023/Comunicado15.jpg](https://www.cuautitlan.unam.mx/comunicados_fesc/2023/Comunicado15.jpg)

Dirección. (2023b). *Comunicado Oficial 21*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. En: [https://www.cuautitlan.unam.mx/comunicados\\_fesc/2023/Comunicado21.jpg](https://www.cuautitlan.unam.mx/comunicados_fesc/2023/Comunicado21.jpg)

Dirección. (2023c). *Comunicado Oficial 42*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. En: [https://www.cuautitlan.unam.mx/comunicados\\_fesc/2023/Comunicado42.jpg](https://www.cuautitlan.unam.mx/comunicados_fesc/2023/Comunicado42.jpg)

Dirección General de Administración Escolar. (2023). *Calendarios Escolares - UNAM*. Universidad Nacional Autónoma de México. En: [https://www.dgae.unam.mx/calendarios\\_escolares.html](https://www.dgae.unam.mx/calendarios_escolares.html)

Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación. (2022a). *eduroam*. Universidad Nacional Autónoma de México. En: <https://www.eduroam.unam.mx/>

Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación. (2022b). *Red inalámbrica universitaria - RIU*. Universidad Nacional Autónoma de México. En: <https://www.riu.unam.mx/>

Elizondo, A.M.D. (2020). *Inicia el PC Puma más grande de la UNAM*. Gaceta UNAM Comunidad. Órgano informativo de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, 20(5): 4-4.

Espinoza, G.A., Garza, R.J.L. (2023). *PC Puma, su impacto en la FES Cuautitlán UNAM*. MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC), Año 6, No. 6, septiembre 2023-agosto 2024.

Hewlett Packard Enterprise Development LP. (2023). *Aruba Central para redes administradas en la nube | HPE Aruba Networking Central*. En: <https://www.arubanetworks.com/latam/productos/gestion-de-redes/central/>

Redacción El Financiero. (2023, octubre 3). *Chinches en la UNAM: ¿Cómo empezó a propagarse la plaga por CDMX? El Financiero*. En: <https://www.elfinanciero.com.mx/cdmx/2023/10/03/chinches-en-la-unam-como-empezo-a-propagarse-la-plaga-por-cdmx/>

Secretaría de Desarrollo Institucional. (2023a). *PC Puma. Nosotros*. Universidad Nacional Autónoma de México. En: <https://pcpuma.unam.mx/nosotros.php>

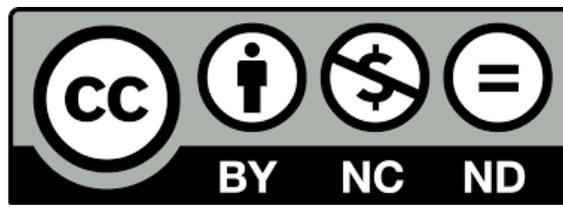
Secretaría de Desarrollo Institucional. (2024b). *PC Puma*. Universidad Nacional Autónoma de México. En: <https://pcpuma.unam.mx/index.php>



**D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Fecha de asignación de la licencia 2024-10-28, para un uso diferente consultar al responsable jurídico del repositorio por medio del correo electrónico [unidadjuridicafesc@cuautitlan.unam.mx](mailto:unidadjuridicafesc@cuautitlan.unam.mx)



## **ENTIDAD EDITORA**

**Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.**

**Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.**

## **FORMA SUGERIDA DE CITAR:**

Espinoza-Godínez, A., y Garza-Rivera, J. L. (2024). PC PUMA, CONECTIVIDAD MÓVIL EN LA UNAM FES CUAUTITLÁN DEL CICLO ESCOLAR 2023-2024. MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC), Año 7, No. 7, septiembre 2024 - agosto 2025.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

[https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2024/Mem2024\\_Paper01.html](https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2024/Mem2024_Paper01.html)