

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN



## Tópicos en Ciencia de Datos

**Estudiantes:**  
Rivas Huanca Diego Raúl

**Profesor:** Ana Maria Cuadros Valdivia

**Grupo:** B

AREQUIPA – PERÚ  
2025

- Introducción

## **MOTIVACIÓN Y CONTEXTO**

La bicicleta compartida se ha consolidado como una alternativa sostenible para la movilidad urbana. En Madrid, el sistema BiciMAD permite a miles de usuarios desplazarse diariamente. Sin embargo, a pesar de su éxito, existen indicios de desigualdad en la cobertura y uso del sistema, especialmente cuando se analizan los viajes según la hora del día, el día de la semana y el tipo de entorno urbano donde comienzan.[1]

Actualmente, la toma de decisiones sobre dónde instalar estaciones o redistribuir bicicletas no siempre se basa en datos espacio-temporales integrados con el entorno urbano real. Este vacío limita la eficacia del servicio y puede afectar negativamente la equidad territorial, dejando barrios residenciales o zonas periféricas con menor acceso o cobertura en horas críticas.[2]

Este proyecto se enfoca en utilizar técnicas de Visual Analytics espacio-temporal para detectar estas desigualdades con precisión, analizando viajes de BiciMAD y cruzándolos con datos oficiales del uso del suelo (SIOSE) y (HILUCS). A partir de esto, se busca generar visualizaciones interactivas y mapas de calor que permitan detectar zonas con sobreuso o infrarrepresentación del servicio en función del contexto urbano.[1][4]

## **Problema**

A pesar del despliegue del sistema BiciMAD, los viajes en bicicleta presentan una distribución espacial desigual, con concentración en zonas centrales y baja presencia en zonas residenciales del este y sur de Madrid [1][4]. Esta desigualdad se intensifica en horarios fuera de las horas punta, donde algunas zonas quedan prácticamente sin servicio o sin viajes registrados [1].

Actualmente, no se ha cuantificado si esta variabilidad espacio-temporal está asociada a la cobertura del suelo urbano. Por ejemplo, si zonas industriales o periféricas reciben menor atención en la planificación del sistema de bicicletas públicas [2][3], ni se visualiza con herramientas que integren tiempo y territorio [2][4]. Esta falta de análisis integrado dificulta la toma de decisiones para mejorar la equidad territorial del servicio y la redistribución eficiente de bicicletas.

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la distribución espacio-temporal de los viajes de bicicleta , identificando patrones de uso según la hora, el día y la zona urbana. El objetivo es determinar si existen zonas y horarios con baja cobertura o uso, y relacionarlos con el tipo de uso del suelo (residencial, comercial, industrial, etc.) mediante herramientas de análisis geoespacial, sin recurrir a modelos de inteligencia artificial. Los resultados servirán como insumo para la mejora del diseño y redistribución del sistema de bicicletas públicas.

- Trabajos Relacionados
  - a. Uncovering spatiotemporal micromobility patterns through the lens of space–time cubes and GIS tools**

Cada día se ofrecen nuevos servicios, como la micromovilidad, y los usuarios tienen acceso a múltiples opciones de transporte, lo que cambia radicalmente sus hábitos de viaje. La micromovilidad se ha definido como el acceso a corto plazo a vehículos compartidos de baja velocidad, según las necesidades y la conveniencia del usuario, en lugar de requerir la propiedad del vehículo.

El crecimiento de los servicios de micromovilidad se ha visto impulsado por el rápido desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), junto con las mejoras en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la aparición de nuevas fuentes de datos y las capacidades avanzadas de procesamiento de datos mediante programación. Las personas ahora se desplazan utilizando la última tecnología de localización, lo que requiere datos que se ajusten a sus necesidades personales.

Las capacidades avanzadas del software actual y la creciente disponibilidad de datos georreferenciados recopilados por sistemas de posicionamiento global (GPS) con alta granularidad espaciotemporal, permiten, como nunca antes, la operacionalización e implementación de construcciones geográficas temporales en diversas áreas de investigación, como la delincuencia, la salud pública, la seguridad vial y la construcción.

Utilizaron cubos espacio-temporales para agregar los orígenes de los viajes, lo que les ayudó a visualizar y comprender la demanda histórica y dinámica de bicicletas. Otro ejemplo, quienes tomaron la idea de la trayectoria espacio-temporal y crearon un paquete llamado "{gtfs2gps}", que facilita el procesamiento de GTFS estáticos y la visualización de las trayectorias de los vehículos de transporte público con resoluciones espaciales y temporales finas. En lugar de trabajar con la trayectoria de un individuo, graficaron las rutas de autobús.

## **Contexto**

La variada oferta de movilidad compartida, junto con un sólido sistema de transporte público, una gran diversidad de usos del suelo y una alta densidad de población y empleo, convierten a Madrid en una zona propicia para el auge de estos nuevos servicios. En 2019, se estimó que el parque de vehículos compartidos superaba los 20.000 vehículos. Estos servicios suelen contar con aplicaciones móviles donde los clientes registran y localizan los vehículos. En el caso de Madrid, todos los servicios de micromovilidad ofrecen vehículos eléctricos, que pueden ser modelos con o sin estación base. Para nuestra investigación, hemos establecido acuerdos de colaboración con dos de los operadores de micromovilidad más importantes de Madrid para acceder a datos anónimos de viajes: Movo y Muving. En el caso de BiciMAD, los datos se comparten públicamente a través de un portal de datos abiertos. Los servicios con estaciones como BiciMAD cuentan con ubicaciones designadas donde los usuarios recogen y dejan los vehículos, mientras que los servicios sin estaciones, como Movo y Muving, ofrecen mayor flexibilidad, ya que los

vehículos se pueden recoger y devolver en cualquier lugar dentro de un área geográfica (también conocido como geocerca).



**Fig. 1** Micromobility services analyzed in the study. From left to right: (1) Station-based bike-sharing (BiciMAD bikes), (2 and 3) dockless moped-style scooter-sharing (Movo and Muving mopeds) and 4) dockless scooter-sharing (Movo scooters)

## Data

- Los datos de BiciMAD se extrajeron del sitio web: [https://opendata.emtmadrid.es/Data-statistics/Data-generales-\(1\)](https://opendata.emtmadrid.es/Data-statistics/Data-generales-(1)). Se cargan conjuntos de datos mensuales (en formato JSON). Los conjuntos de datos de BiciMAD ofrecen la ubicación de origen (punto con coordenadas XY) de cada viaje y la hora exacta de inicio (marca de tiempo). También ofrecen información sobre la duración del viaje (segundos). Solo BiciMAD separa los orígenes de los viajes administrativos (redistribución de vehículos), lo cual resulta muy útil para filtrar datos.
- Move, la empresa, nos proporcionó un conjunto de datos (en formato JSON). Move ofrece información sobre la ubicación original (punto con coordenadas XY) de cada viaje, la hora de inicio (marca de tiempo) y el tipo de vehículo (ciclomotor/scooter). También ofrece información sobre la duración del viaje (segundos).
- Muving, la empresa, nos proporcionó un conjunto de datos (en formato CSV). Los conjuntos de datos de Muving ofrecen información sobre la ubicación original (punto con coordenadas XY) de cada viaje y la hora de inicio (marca de tiempo). También incluyen información sobre la duración del viaje (minutos) y la distancia (km).
- Datos de uso del suelo y datos de la zona de transporte: para realizar ciertos análisis espaciales, utilizamos datos de uso del suelo proporcionados por la Dirección General del Catastro (Registro) de España, por una entidad urbanística del área de estudio. Las bases de datos definen la superficie [m<sup>2</sup>] de cada tipo de uso del suelo. Estos datos se actualizan semestralmente y el conjunto de datos utilizado corresponde a la actualización del 24 de enero de 2020.

- Propuesta

- Bibliografía

### 1. Artículo científico principal (Visual Analytics + micromovilidad)

**Escribano, A., Jiménez, F., & Ruiz, M. (2023). *Uncovering spatiotemporal micromobility patterns through the lens of space-time cubes and GIS***

*tools. Journal of Geographical Systems.*  
<https://doi.org/10.1007/s10109-023-00418-9>

**2. Documento técnico sobre la base de datos SIOSE**

Instituto Geográfico Nacional. (2021). *Estructura y contenido de la base de datos SIOSE v3.0*. Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE).  
[https://www.siose.es/SIOSEtheme-theme/documentos/pdf/Estruc\\_Cons\\_Bas\\_dat\\_SIOSE\\_v3.pdf](https://www.siose.es/SIOSEtheme-theme/documentos/pdf/Estruc_Cons_Bas_dat_SIOSE_v3.pdf)

**3. Lista de códigos HILUCS del estándar INSPIRE (clasificación europea del uso del suelo)**

INSPIRE. (n.d.). *HILUCSValue — Hierarchical INSPIRE Land Use Classification System*. INSPIRE Thematic Codelists.  
<https://inspire.ec.europa.eu/codelist/HILUCSValue>

**4. Prestifilippo, G., Ballatore, A., et al. (2024). Visual Analytics for Sustainable Mobility: Usability Evaluation and Application in UrbanFlow Milano. *Smart Cities*, 4(4), 41. <https://doi.org/10.3390/smartcities4040041>**