

# Visualizador espacio-temporal de uso de bicicletas en relación con el uso del suelo

# 1.PROBLEMA

## 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.

## 2. 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.

### 3. HIPÓTESIS

Hipótesis 1:

Los viajes realizados en bicicletas suelen usar con mayor frecuencia zonas urbanas.

Hipótesis 2:

Las estaciones de partida o llegada están relacionadas con el uso del suelo de las zonas urbanas.

Hipótesis 3:

Los viajes realizados en bicicletas suelen usar con mayor frecuencia zonas rurales

# CONTEXTO

El archivo `trips_febrero_2023.csv` extraído de la base de datos BICIMAD que nos da información sobre viajes de bicicletas con sus respectivos lugares de salida y llegada, ubicación, fechas.

El archivo `suelo.csv` extraído de la base de datos SIOSE que se encarga de etiquetar el uso que se le da a los suelos en España, mediante coordenadas se determina el área y lugar del suelo.

Cantidad de datos

Suelo : 44858

Trips: 167946

# DATOS VIAJES EN BICICLETA

Campo	Descripción
date	La fecha en que se realizó el viaje.
idbike	Identificador único de la bicicleta utilizada para el viaje.

fleet	Flota a la que pertenece la bicicleta utilizada. Existían dos diferentes.
<u>trip_minutes</u>	Duración del viaje en minutos.
<u>geolocation_unlock</u>	Coordenadas geográficas del punto de inicio del viaje.
address_unlock	Dirección postal donde se desbloquea ( <b>dirección inicial del viaje</b> ) la bicicleta.
<u>unlock_date</u>	Fecha y hora exacta en que comenzó el viaje.
locktype	Estado de la bicicleta antes del viaje ( <b>si está en la estación o en uso</b> ).

<u>unlocktype</u>	Estado de la bicicleta después del viaje ( <b>si está en la estación o en uso</b> ).
<u>geolocation_lock</u>	Coordenadas geográficas del punto final del viaje.
address_lock	Dirección postal donde se bloqueó ( <b>dirección final del viaje</b> ) la bicicleta.
lock_date	Fecha y hora exacta en que finalizó el viaje.
<u>station_unlock</u>	Número de estación donde estaba guardada la bicicleta antes del viaje (si aplica).
dock_unlock	Muelle de la estación donde estaba fondeada la bicicleta antes del viaje (si aplica).
unlock_station_name	Nombre de la estación de desbloqueo( <b>estación donde se recoge la bicicleta para su uso</b> ) (si aplica).
<u>station_lock</u>	Número de estación donde quedó anclada la bicicleta tras el viaje (si aplica).
dock_lock	Muelle de la estación donde quedó fondeada la bicicleta tras el viaje (si aplica).
lock_station_name	Nombre de la estación de bloqueo ( <b>estación donde se deja la bicicleta para su uso</b> ) (si aplica).

# DATOS INFORMACION DEL SUELO

Campo	Descripción
<u>ID. POLYGON</u>	Identificador Universal Único del polígono (UUID), con namespace URN. Es único para cada polígono.
<u>SIOSE_CODE</u>	Rótulo SIOSE, según el documento "Descripción del Modelo de Datos y Rótulo SIOSE". <b>(CODIFICA MEDIANTE NÚMERO QUE REPRESENTA PORCENTAJE DEL TOTAL DE USO DEL SUELO, ABREVIACIONES EN LETRAS QUE ES EL USO DLE SUELO Y EN MINÚSCULAS LO MISMO, PERO APRA LOS ATRIBUTOS DEL SUELO)</b>
<u>SIOSE_XML</u>	Información completa de las coberturas del suelo asociadas a cada polígono, junto con sus atributos, en formato XML.
<u>SUPERF. HA</u>	Superficie del polígono en hectáreas, con precisión de 4 decimales. Obtenida sobre la proyección UTM correspondiente a cada comunidad autónoma.
CODIIGE	Código del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (uso del suelo en España). <b>(NÚMERO QUE CON ÉL SE PUEDE BUSCAR UNA DESCRIPCIÓN DEL SUELO ACCEDIDO EN ESPAÑA.)</b>

HILUCS	Clasificación del uso del suelo según la nomenclatura europea INSPIRE (HILUCS). <b>(NÚMERO QUE CON ÉL SE PUEDE BUSCAR UNA DESCRIPCIÓN DEL SUELO ACCEDIDO EN EUROPA Y TAMBIÉN DE FORMA INTERNACIONAL.)</b>
SELLADO	Porcentaje de superficie sellada del polígono, si tiene presencia de clases artificiales (valor entre 0 y 100%).
FCC	Fracción de <u>cabida</u> cubierta: porcentaje de cobertura de arbolado forestal en el polígono (valor entre 0 y 100%).
<u>CODBLQ</u>	Código numérico del INE correspondiente a la comunidad autónoma.

geometry	Geometría del polígono: representa el área espacial que contiene la tierra donde se usa el suelo.
----------	---

# TRANSFORMACIONES

El formato de las fechas de `unlock_date` y `lock_date` que se refieren a las fechas de inicio del viaje en bicicleta y final del viaje en bicicleta no estaban en el formato para usarlas en python

ANTES	DESPUÉS
2023-02-01T00:00:10	2023-02-01 00:00:10



# TRANSFORMACIONES

El formato de las localizaciones geolocation\_unlock y geolocation\_lock que se refieren a las ubicaciones GPS en la que da inicio el viaje en bicicleta y final del viaje en bicicleta La localización de inicio y llegada estaba en un objeto que no se podía usar directamente.

El archivo suelo.csv extraído de la base de datos SIOSE tiene los datos de esta forma en la columna geometry:

ANTES	{ 'type': 'Point', 'coordinates': [-3.708834, 40.411274] } (EJEMPLO)			
DESPUÉS	<u>lat_unlock</u>	<u>lon_unlock</u>	lat_lock	lon_lock
	40.413280	-3.695618	40.411274	-3.708834

# TRANSFORMACIONES

En el archivo que se consigue de SIOSE un organismo en España que cataloga el uso de los pisos en ese país tenemos la columna geometry se refiere a los puntos de polígono que al graficarlos en un mapa se verá el área correspondiente a esa área del suelo.

ANTES	<POLYGON ((468026.713 4459234.371, 468026.713 4459086.6, 468026.713 4458967....> (EJEMPLO)			
DESPUÉS	<u>lat_unlock</u>	<u>lon_unlock</u>	lat_lock	lon_lock
	40.413280	-3.695618	40.411274	-3.708834

# TRANSFORMACIONES

Las columnas CODIIGE, HILUCS, SIOSE\_CODE tienen especificaciones del uso del suelo cada más específico que el anterior.

	ANTES	DESPUÉS
CODIIGE	112	Ensanche
HILUCS	500	5_Residential_Use
<u>SIOSE_CODE</u>	<u>UEN(70EDFem_15ZAU_15VAP)</u>	70% <u>Edificacion</u> con edificio entre medianeras, 15% de zona verde artificial y arbolado urbano, 15% vial aparcamiento o zona peatonal sin vegetación

# LIMPIEZA DE DATOS

El archivo trips\_febrero\_2023.csv extraído de la base de datos BICIMAD tiene los datos de esta forma, estas filas representan la mitad de los datos:

FILA 1	FILA 2	FILA 3	FILA 4	FILA 5	.....	FILA M
DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS
DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS
DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS
DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS

# LIMPIEZA DE DATOS

Después de la eliminación de las filas completamente nulas nos queda todavía en el archivo trips\_febrero\_2023:

	Cantidad de nulos por columna
<u>station_unlock</u>	380
dock_unlock	380
unlock_station_name	380
<u>station_lock</u>	476
dock_lock	476
lock_station_name	476

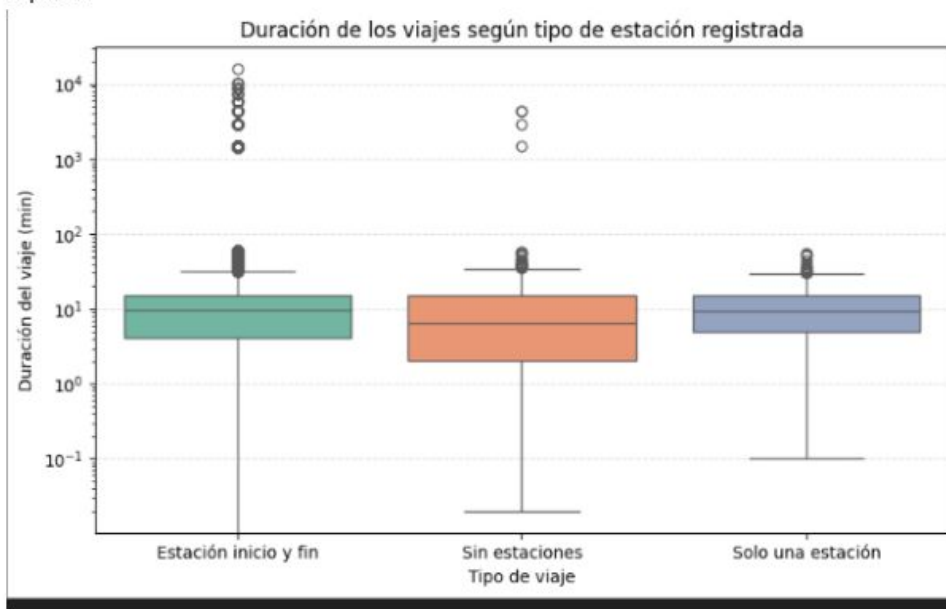
# LIMPIEZA DE DATOS

Verificando los valores nulos de las columnas `station_unlock`, `dock_unlock`, `unlock_station_name` estan en la misma fila y las columnas `station_lock`, `dock_lock`, `lock_station_name` también.

Grupo de columnas	Nulos completos	¿Qué significa?
<code>station_unlock</code> , <code>dock_unlock</code> , <code>unlock_station_name</code>	380	Hay 380 viajes que no tienen información sobre la estación de inicio del viaje.
<code>station_lock</code> , <code>dock_lock</code> , <code>lock_station_name</code>	476	Hay 476 viajes que no tienen información sobre la estación de fin del viaje.
Ambos grupos sin datos	308	Hay 308 viajes que no tienen estación de inicio ni de fin — es decir, no tienen puntos de anclaje registrados

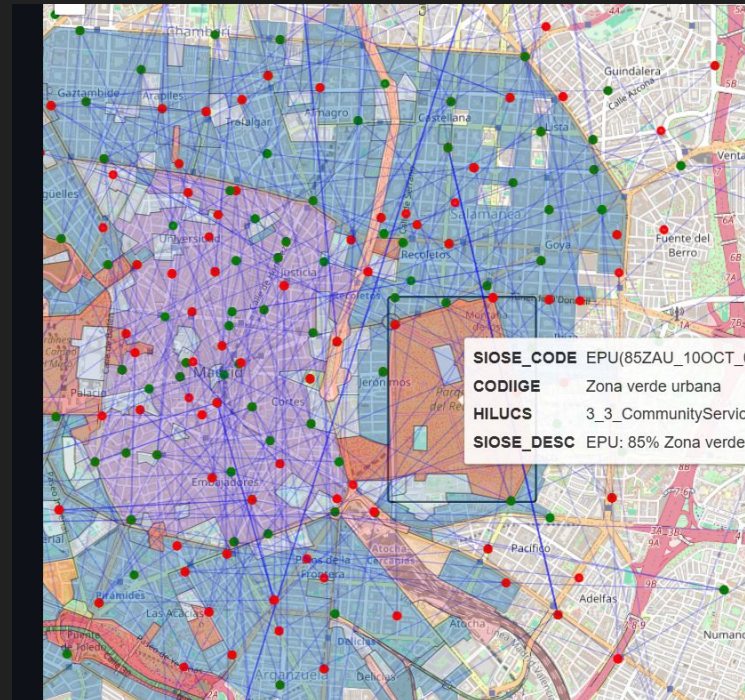
# LIMPIEZA DE DATOS

ejemplo:



# RESULTADOS

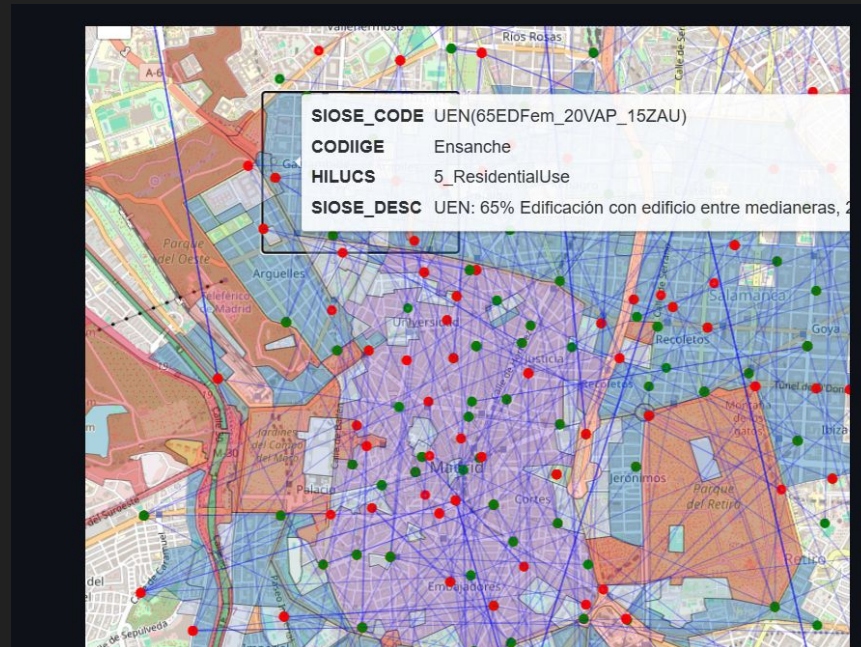
Uso habitual de zonas urbanas para los viajes en bicicleta.





# RESULTADOS

Uso habitual de zonas residenciales de las estaciones de inicio (**color verde la estación de inicio**)



# REFERENCIAS

- 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>

- 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)

- 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>

- 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>