



Análisis de accesibilidad y movilidad para la identificación de inequidades espaciotemporales en los servicios de transporte en áreas rurales de Castilla-La Mancha

Estudiante David Alejandro Ramírez Cajigas¹, PhD Amparo Moyano² PhD Santos Sánchez-Cambronero García-Moreno³

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería Civil, ^{1,2,3}Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Ciudad Real, España



Resumen

Analizamos la movilidad en las zonas rurales de Castilla-La Mancha utilizando Big Data de telefonía móvil para identificar discrepancias entre la oferta y demanda, o la ausencia de rutas de transporte público. El objetivo es examinar y comprender las discrepancias entre las necesidades de movilidad de la población y los servicios de transporte público disponibles en entornos rurales de estas áreas menos pobladas.

We analyze mobility in rural areas of Castilla-La Mancha using mobile telephony Big Data to identify discrepancies between supply and demand, or the absence of public transportation routes. The aim of this study is to examine and understand the discrepancies between the mobility needs of the population and the available public transportation services in rural areas of these less populated regions

Introducción

Este estudio se propuso analizar la movilidad y accesibilidad en las zonas rurales de Castilla-La Mancha, una región destacada dentro de la 'España Vacía', utilizando 'Big Data' derivado de registros de movilidad de teléfonos móviles. Al evaluar las inequidades espaciotemporales en la red de transporte público, el análisis espacio-temporal nos permite comparar las necesidades de movilidad de la comunidad con la oferta de servicios existentes. Así, el objetivo busca comprender las discrepancias entre las necesidades de movilidad y los servicios de transporte público disponibles, destacando el objetivo de identificar áreas donde la cobertura y eficiencia del transporte público puedan ser insuficientes para las necesidades de las poblaciones rurales.

Metodología

Proceso metodológico

Utilizar Python y Pandas para la programación y manipulación de datos, junto con ArcGIS Pro para el análisis geoespacial y la visualización.



Contactos:

Doctorando
David Alejandro Ramírez Cajigas
Email: DavidA.Ramirez@uclm.es
Website:
<https://www.davidalejandroramirezcajigas.com/>

Directora
PhD Amparo Moyano
Email: amparo.moyano@uclm.es

Director
PhD Santos Sánchez-Cambronero García-Moreno
Email santos.sanchez@uclm.es

Resultados

Análisis de Movilidad.

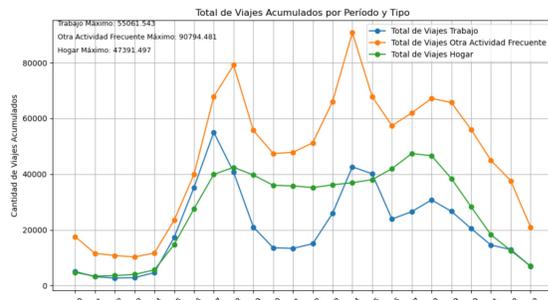


Figura 1 Patrones de la dinámica de movilidad por franja horaria: el día se divide en 24 franjas horarias, lo cual permite observar el comportamiento de los desplazamientos a lo largo del día en viajes relacionados con el trabajo, el hogar y actividades frecuentes.

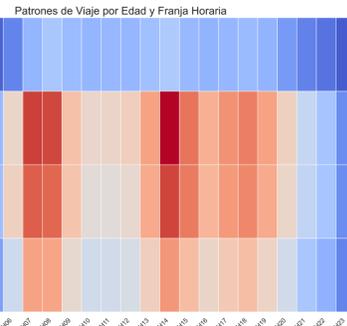


Figura 2 Este mapa de calor ilustra las tendencias de movilidad según la edad, destacando las franjas horarias pico y revelando patrones significativos en el comportamiento de viaje.

Evaluación de Servicios de Transporte Público.

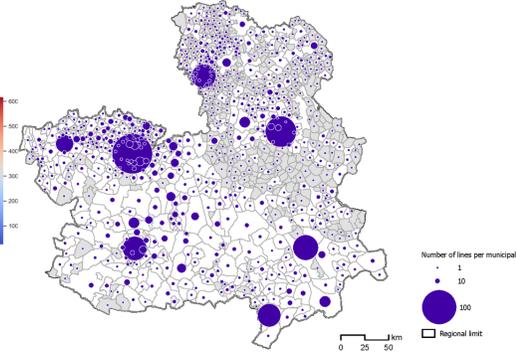


Figura 3 Transporte público existente por municipio: los municipios representados en gris cuentan actualmente con 1 o menos líneas de transporte público, en por lo menos un día se la semana lo cual corresponde al 43.9%.

Comparativa Oferta-Demanda.

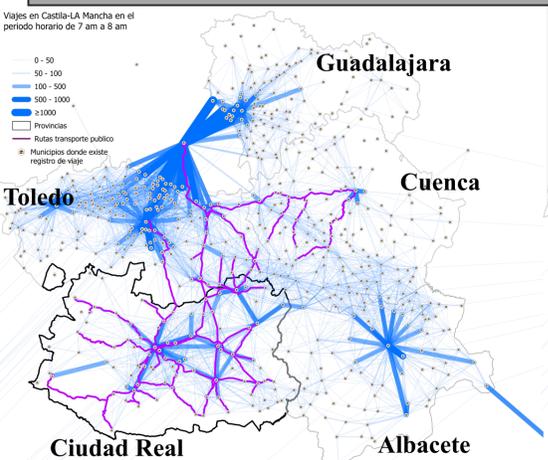


Figura 4

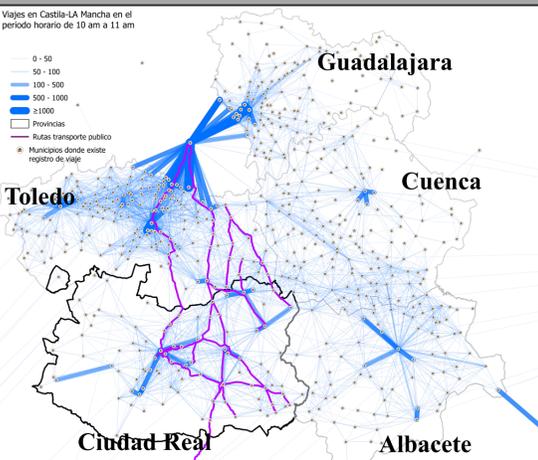


Figura 5

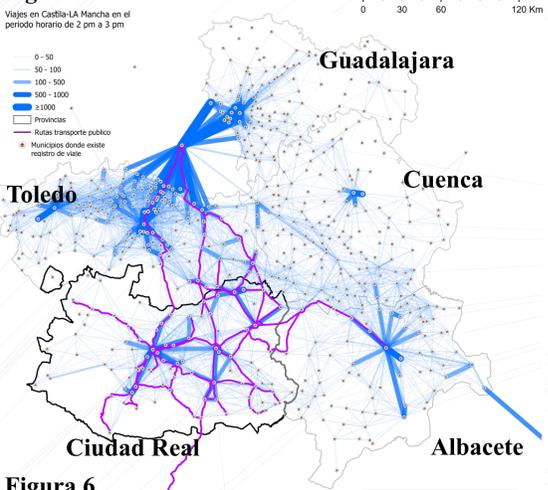


Figura 6

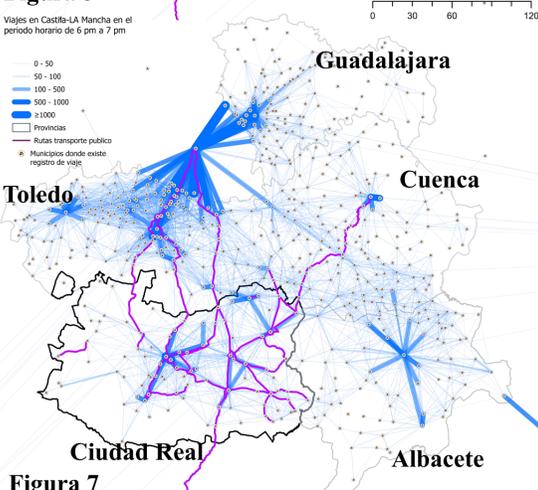


Figura 7

Figuras 4, 5, 6 y 7 presentan una comparativa visual entre la demanda de viajes en la Comunidad de Castilla-La Mancha y la oferta de servicio público disponible, distribuida en cuatro franjas horarias clave. Es importante destacar que, en esta etapa del estudio, solo se muestran las rutas correspondientes a la provincia de Ciudad Real. Las rutas de transporte para las provincias restantes —Cuenca, Guadalajara, Albacete y Toledo— aún están en proceso de incorporación a nuestro análisis.

Identificación de Inequidades.

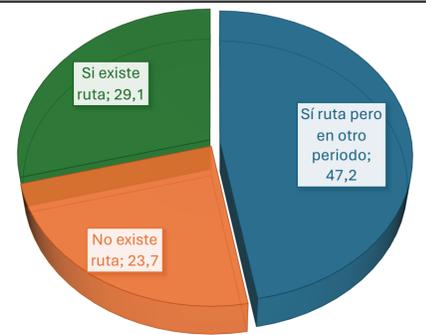


Figura 8 Porcentaje de demanda cubierta para viajes cuyo origen o destino es la provincia de Ciudad Real. Hasta un 70,9% de la demanda no está cubierta en la franja horaria que se requiere.

Discusión

Patrones de movilidad.	Los patrones de movilidad en la región son predecibles y siguen un patrón fácilmente identificable, lo que sugiere la posibilidad de implementar sistemas de transporte eficientes. Los picos de viaje durante las horas de inicio y fin de la jornada laboral y escolar indican patrones típicos de desplazamiento. Además, los datos muestran que los desplazamientos están mayormente centrados en actividades laborales y educativas, especialmente en el grupo de 25-65 años, que corresponde a la población laboralmente activa.
Análisis de servicios de transporte público.	Aunque existen rutas de transporte público, estas no satisfacen completamente la demanda ni en términos de ubicación ni de horario. Se observa una limitada cobertura espacial y temporal en la provincia de Ciudad Real, lo que provoca un debate sobre la viabilidad y el costo-beneficio de mantener servicios de transporte público versus la necesidad de explorar alternativas como sistemas de transporte bajo demanda.
Análisis comparativo y cobertura de rutas.	Hasta ahora, el análisis se ha centrado en la provincia de Ciudad Real, limitando nuestra comprensión de la movilidad en toda Castilla-La Mancha. La escasez de rutas para un gran porcentaje de los viajes demandados en la provincia subraya la necesidad de expandir el sistema de transporte público. Además, la comparación entre la oferta y la demanda de transporte evidencia desventajas competitivas para quienes carecen de servicios adecuados.
Implicaciones sociales.	La evidente disparidad entre la cobertura del servicio de transporte público y las necesidades de movilidad en áreas rurales de Castilla-La Mancha despierta un debate esencial sobre la asignación de recursos y la equidad en el desarrollo regional. La decisión entre aumentar la inversión en infraestructura de transporte en áreas menos pobladas versus concentrar recursos en zonas urbanas más densas plantea un dilema económico y ético. Por un lado, la inversión en áreas rurales podría considerarse menos rentable desde una perspectiva económica tradicional; sin embargo, desde una óptica de equidad social y desarrollo sostenible, es fundamental garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso equitativo a servicios básicos, incluido el transporte. Este debate también cuestiona el papel de las políticas públicas en la mitigación de la despoblación rural y el aislamiento, aspectos que pueden tener efectos profundos en la cohesión social y económica de la región. La discusión debe enfocarse no solo en la eficiencia económica de tales inversiones, sino también en su impacto a largo plazo en la calidad de vida y las oportunidades disponibles para las poblaciones afectadas.

Conclusiones

Hallazgos sobre inequidades en el acceso al transporte en Castilla-La Mancha

Este estudio ha identificado inequidades significativas en el acceso al transporte en las áreas rurales de Castilla-La Mancha. Mediante el análisis de datos de telefonía móvil y técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), hemos evidenciado disparidades entre las necesidades de movilidad de los habitantes y los servicios de transporte público disponibles. Estos resultados se espera contribuirán al desarrollo de políticas de transporte más equitativas en la región.

Cabe destacar que, aunque el estudio comprende la totalidad de la región de Castilla-La Mancha y se han catalogado los patrones de movilidad de sus habitantes, en esta fase del análisis solo se han podido identificar y examinar las rutas de transporte público en la provincia de Ciudad Real. Presentamos, por tanto, una comparativa visual entre la demanda de viajes y la oferta de servicio público en la región, distribuida en cuatro franjas horarias clave, con un enfoque particular en la provincia de Ciudad Real. La inclusión de datos sobre las rutas de transporte de las provincias restantes —Cuenca, Guadalajara, Albacete y Toledo— está aún en proceso y formará parte de futuras fases de este estudio en desarrollo.



Escanéame