

UNA VISIÓN DEL ANÁLISIS DEL TRÁFICO CON VISIÓN ARTIFICIAL

Aprovechamiento de la infraestructura inteligente para el análisis del flujo de tráfico urbano

ANDRÉ GLÓRIA¹

¹ MSC, Instituto Superior Técnico, Portugal

PALABRAS CLAVE

Urbanización
Ciudades
Espacio público
Gestión
Flujo de tráfico
Iluminación urbana
Computación periférica
Sensores de visión

RESUMEN

La urbanización se está acelerando, y la ONU prevé que el 68 % de la población mundial vivirá en ciudades en 2050, lo que planteará nuevos retos para la gestión del espacio público. En estos entornos, es esencial que el tráfico fluya de manera eficiente. Este proyecto aprovechó la infraestructura de alumbrado urbano para instalar dispositivos de computación periférica basados en inteligencia artificial con sensores de visión en las farolas públicas para supervisar el tráfico en las intersecciones. Se seleccionaron tres emplazamientos piloto en Cascais, Loures y Oeiras, con nueve intersecciones en condiciones reales. Estos dispositivos inteligentes no solo proporcionaron datos valiosos y continuos para el análisis del tráfico, sino que también demostraron el potencial de las infraestructuras resilientes, ciberseguras y conectadas para apoyar la transición hacia ciudades más inteligentes.

Recibido: 05 / 09 / 2025
Aceptado: 26 / 10 / 2025

1. Introducción

Las Naciones Unidas predicen que, para 2050, las zonas urbanas albergarán al 68 % de la población mundial (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019). Esto afecta a la forma en que las ciudades tendrán que organizar y gestionar los espacios públicos, ya que estos acogen distintos rasgos del comportamiento humano, como el juego, la interacción social, la creatividad, las actividades económicas y el entretenimiento. A la hora de planificar nuevas zonas, se pueden aplicar fácilmente muchos principios de desarrollo sostenible, siempre que se disponga de información que permita tomar decisiones fundamentadas. Sin embargo, esto resulta más difícil en las zonas históricas y consolidadas.

En el contexto urbano, el espacio público desempeña un papel fundamental para que las ciudades sean habitables. El espacio público no es fácil de definir y presenta características y elementos muy diferentes, dependiendo del contexto cultural y geográfico. El espacio público es cualquier lugar accesible que reúne a las personas de forma pública. Esto incluye plazas públicas, mercados, monumentos, parques, playas públicas, riberas de ríos, así como aceras y calles.

No basta con que una ciudad asigne un amplio espacio para uso público, sino que también debe garantizar que dicho espacio se mantenga y gestione adecuadamente para que pueda cumplir su función de manera eficaz. Esto plantea otras cuestiones sobre la calidad del espacio público, como por ejemplo, cómo hacerlo seguro y accesible para todos los usuarios y cómo financiar los costes de creación y mantenimiento de dichos espacios.

Las ciudades utilizarán nuevas tecnologías e innovaciones para hacer frente a los problemas actuales y futuros en ámbitos como el transporte y la movilidad o la participación ciudadana, lo que las convertirá en ciudades digitales (o «inteligentes»). Las ciudades también tendrán que estar más conectadas para utilizar datos de alta calidad de forma oportuna con el fin de mejorar la gestión urbana y tomar medidas correctivas rápidas para mitigar cualquier conflicto dentro de los espacios urbanos (Department for Business, Innovation & Skills, 2013).

Uno de los principales retos a los que se enfrentan las ciudades inteligentes es cómo gestionar la congestión del tráfico y mejorar la movilidad de sus ciudadanos. El tráfico no solo afecta a la eficiencia y la productividad de la vida urbana, sino también al medio ambiente, la salud y la seguridad de las personas. Por lo tanto, es fundamental que las ciudades inteligentes supervisen y optimicen el flujo de tráfico utilizando soluciones innovadoras basadas en datos y tecnología.

En este trabajo, hemos desarrollado un prototipo diseñado específicamente para aplicaciones en ciudades inteligentes. Este prototipo, alojado en la infraestructura de alumbrado público, midió el flujo de tráfico en intersecciones clave de tres municipios del área metropolitana de Lisboa.

2. Metodología

La solución de tráfico se probó en tres municipios diferentes: Cascais, Loures y Oeiras. Se identificaron nueve (9) ubicaciones (L1-L9) con un total de diecisiete (17) sensores de visión instalados en la infraestructura de alumbrado público (véase la figura S1 en la sección de información complementaria). Con el objetivo de medir el flujo total de tráfico, tres ubicaciones disponen de energía las 24 horas del día (L1-3) y corresponden a intersecciones clave, donde se espera un alto flujo de tráfico y conflictos, especialmente durante las horas punta. Las demás ubicaciones, L4-9, solo disponen de energía durante la noche (alimentadas por redes conmutadas) y corresponden a carreteras únicas. Estas ubicaciones corresponden a zonas residenciales, o a accesos a zonas residenciales, donde el objetivo era identificar momentos de posible exceso de contaminación acústica.

Los datos se recopilaron durante dos meses (abril y mayo) con interrupciones aleatorias debido a tiempos de inactividad inesperados de los dispositivos. No obstante, se recopilaron aproximadamente 30 días de datos por dispositivo.

Los sensores de visión se conectaron a dispositivos Jetson Xavier NX que ejecutaban jetpack 5.0.2 GA con todo el software implementado y gestionado a través de contenedores docker. La inferencia se realiza mediante una versión modificada del modelo YOLO-v7 (Goulão et al., 2024;

Novo et al., 2024) que se adaptó para mejorar el rendimiento cuando se alimenta con flujos de vídeo descendentes, típicos cuando los sensores se despliegan en postes de iluminación. Se utilizó el algoritmo Deep SORT (Wojke et al., 2017) para rastrear los objetos detectados por el modelo de visión. A continuación, estos objetos se cuentan cuando cruzan una barrera configurada para cada perspectiva de la cámara. Para ello, se tiene en cuenta la suma de todos los vehículos (coches, autobuses, camiones, motocicletas y bicicletas).

2.1. Análisis de datos

Todos los análisis de datos se realizaron utilizando Python 3, procesando bloques de una (1) hora y, dado que en algunos casos disponemos de datos escasos, se utilizaron valores medianos.

Las horas punta se definieron utilizando los datos de los martes, miércoles y jueves, de la siguiente manera:

- Periodo matutino: de 7:00 a 9:00
 - Periodo vespertino: de 16:00 a 19:00
- Para los dispositivos que solo se alimentan por la noche:
- Periodo de noche temprana: de 9 p. m. a 11 p. m.
 - Periodo nocturno: de 2 a. m. a 4 a. m.
 - Periodo de madrugada: de 5 a. m. a 6 a. m.

3. Resultados y discusión

Con la solución implementada sobre el terreno, en las ubicaciones mencionadas anteriormente, se recopilaban datos de detección anónimos cada vez que se encendían los dispositivos. Esto supuso días completos para los dispositivos en las ubicaciones L1 a L3, ya que están conectados a una red permanente, y alrededor de 10 horas al día para los dispositivos en las ubicaciones L4 a L9, ya que están conectados a una red conmutada vinculada al horario de alumbrado público.

Nuestro enfoque para evaluar el recuento de tráfico se realizó calculando los valores medianos por hora por día laborable (Figura 1 y S2).

4. Observaciones

En cuanto a la calidad de la imagen, una observación inicial es que la menor visibilidad nocturna no comprometió la viabilidad de la solución. Sí que degradó la calidad de la transmisión de vídeo de la cámara, produciendo fotogramas de vídeo con mucho más ruido que durante el día, pero aún así permitiendo que se realizaran las detecciones. Esta degradación de la imagen fue mayor o menor dependiendo de las condiciones de iluminación de cada ubicación, siendo las ubicaciones con lámparas de descarga de alta intensidad (HID), especialmente las de sodio (tanto HPS como LPS), las que produjeron las transmisiones más degradadas.

Antes de entrar en los detalles de los resultados, observamos algunas tendencias generales que, aunque eran previsibles, conviene mencionar.

1. Se produce una reducción significativa del volumen de tráfico durante las horas nocturnas, una tendencia que se ajusta a las expectativas para las zonas residenciales y sus vías de acceso, como las que se estudian.
2. Hay menos tráfico durante los fines de semana y los días festivos. Esta diferencia es menor que la observada entre el día y la noche, pero la tendencia es clara.
3. El tráfico en hora punta es muy común en las ciudades y sus suburbios y bastante notable a partir de los datos recopilados en todas las ubicaciones. Los datos muestran un pico en el volumen de tráfico durante un periodo por la mañana (de 7 a 9) y por la tarde (de 4 a 7).

5. Comparación de ubicaciones

La comparación entre el flujo de tráfico en diferentes ubicaciones es una buena fuente de información para comprender la calidad de nuestros resultados y destacar los diversos comportamientos del tráfico en diferentes escenarios. Teniendo en cuenta las ubicaciones L1 a L3, tenemos:

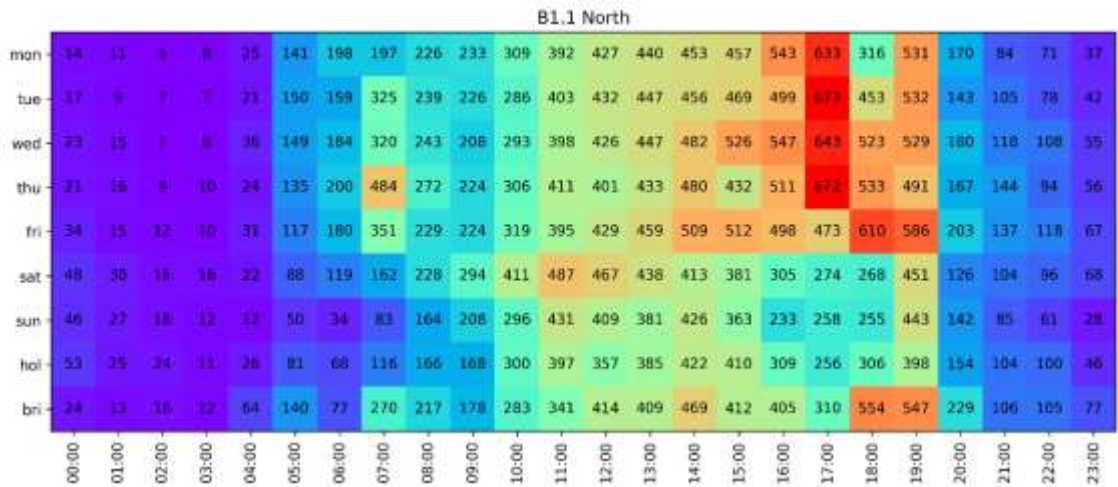
- L1 es una carretera nacional que conecta con los principales accesos hacia y desde el área metropolitana de Lisboa, por lo que se espera que tenga el mayor volumen de tráfico.
- L2 es una carretera nacional/de gran tamaño que se espera que tenga un alto volumen de tráfico, aunque menor que en L1.
- L3 es una zona residencial y, por lo tanto, debería tener los valores de volumen de tráfico más bajos.

Esta diferencia en los escenarios se observa en nuestros resultados, lo que también valida las expectativas de la siguiente manera:

- L1 y L2 muestran picos de volumen de tráfico del orden de 600 a 1000 coches por hora, mientras que en L3, los valores de volumen de tráfico solo superan los 500 en la barrera B3.3, situándose entre 200 y 300 en todas las demás.
- Entre L1 y L2, también se observa la diferencia entre el volumen alto y bajo de tráfico: las barreras de L1 y las barreras B2.1 y B2.3 muestran volúmenes de tráfico mucho mayores que la barrera B2.2, ya que esta última es una vía terciaria dentro de una zona residencial.
- Los volúmenes más altos en general se observan en L1.

Detallando más la zona residencial (L3), que incluye una rotonda con cuatro salidas y una pequeña intersección. Los patrones observados aquí son heterogéneos entre las barreras, ya que estamos monitorizando varias calles relativamente pequeñas con mucho tráfico. Además, las perspectivas de las cámaras también son heterogéneas para esta ubicación, lo que podría afectar a los resultados obtenidos (la evaluación de este efecto queda fuera del alcance de este trabajo). Sin embargo, hay algunos detalles interesantes que respaldan aún más la calidad de esta solución. Por ejemplo, en la barrera B3.2 se observa un pico anormal hacia el norte los sábados. Este pico es similar a los valores observados para la hora punta, aunque un poco más tarde (el pico se prolonga hasta las 11 de la mañana), lo que probablemente se corresponda con los coches que se dirigen al centro comercial situado a pocos metros al norte de la rotonda.

Figura 1. Representación mediante un código de colores de los valores medios del tráfico por hora para todos los días laborables («hol» significa días festivos nacionales y «bri» significa días entre festivos y fines de semana). El código de colores va del azul (menos coches) al verde y al rojo (más coches).



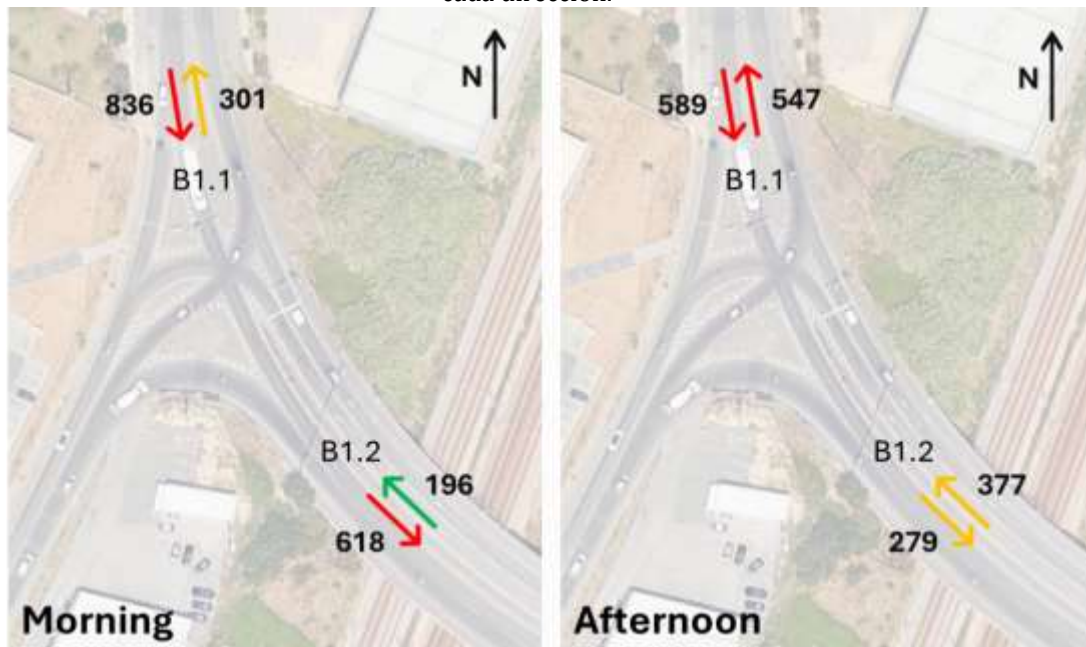
Fuente: Elaboración propia, 2025.

6. Hora punta

El tráfico en hora punta es visible, por la mañana y por la tarde de los días laborables, en todas las barreras, tal y como indican las zonas rojas en los mapas de calor (ejemplo en la figura 1, más información en la figura S2). Este efecto es más evidente los martes, miércoles y jueves, probablemente porque la gente se desplaza desde sus hogares más cercanos a sus lugares de trabajo, a diferencia de los lunes y viernes, que, al estar más cerca del fin de semana, permiten a la gente viajar a/desde diferentes lugares y/o en diferentes momentos (por ejemplo, a la playa o a la casa de campo).

Los datos de los mapas de calor también muestran que el tráfico en hora punta suele cambiar de la mañana a la tarde en el mismo lugar, pero en dirección opuesta. Por ejemplo, para B1.1 Norte, las celdas rojas del mapa de calor se encuentran por la tarde, mientras que para el Sur se observan por la mañana. A partir de estos resultados, se calculó el tráfico específico observado durante la hora punta calculando los valores medios de coches por hora tanto para el periodo de la mañana (de 7 a 9) como para el de la tarde (de 4 a 7) (Figura 2-Figura 4).

Figura 2. Comparación entre el tráfico matutino y vespertino durante las horas pico en la ubicación L1. En las imágenes se muestran los nombres de las barreras y el recuento medio de tráfico por hora para cada dirección.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se ha mencionado, L1 es una carretera grande con mucho tráfico y diferencias significativas entre la mañana y la tarde (Figura 2). Por la mañana, la mayoría de los vehículos circulan hacia el sur en ambas barreras. Esta tendencia se invierte parcialmente por la tarde. En B1.2 hay más vehículos que circulan hacia el norte, mientras que en B1.1 no se observa esto, pero hay una disminución de los vehículos que circulan hacia el sur y un aumento en la otra dirección. Estas observaciones confirman que hemos captado el efecto de la hora punta y que se trata de una zona con un volumen de tráfico elevado que se mantiene más allá de las 7 de la tarde.

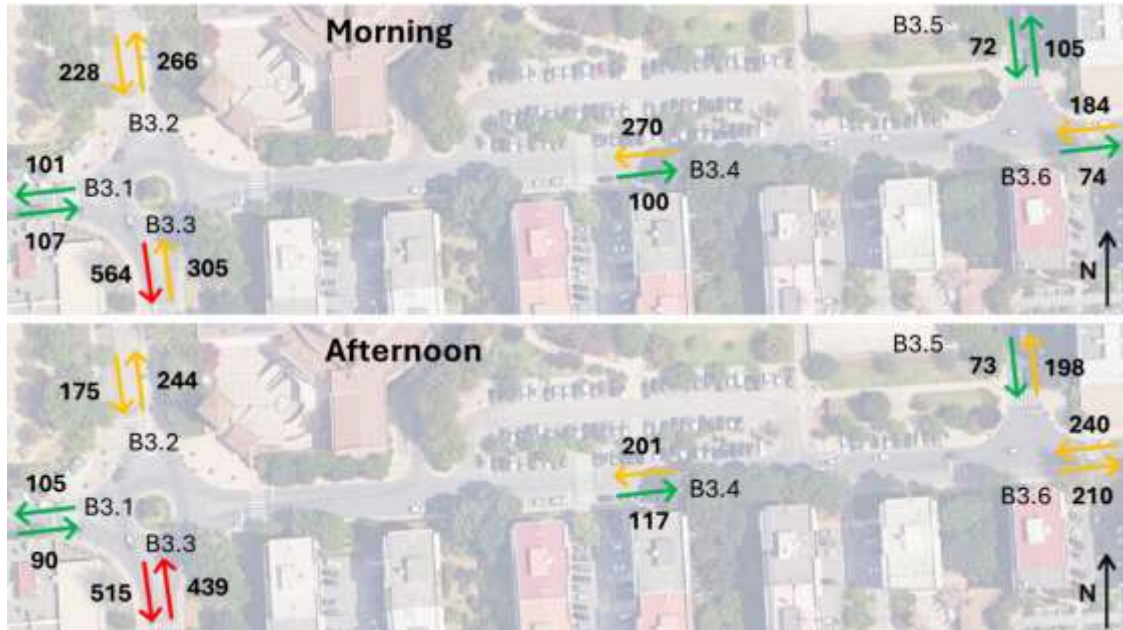
Figura 3. Comparación entre el tráfico matutino y vespertino durante las horas punta en la ubicación L2. En las imágenes se muestran los nombres de las barreras y el recuento medio de tráfico por hora para cada dirección.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

L2 también es una ubicación con un alto volumen de tráfico, pero adyacente a una zona residencial. Por estas razones, la tendencia en las horas punta (Figura 3) es similar a la observada en L1 (la tendencia se invierte entre la mañana y la tarde). Sin embargo, al estar ya dentro de una zona residencial, B2.2 muestra mucho menos tráfico que las otras dos y la inversión no es evidente en este caso, lo que sugiere que son principalmente los residentes los que utilizan esta ruta. Curiosamente, hay una diferencia muy grande entre el recuento en dirección norte en B2.3 y B2.1 (587 -> 316 por la mañana y 998 -> 281 por la tarde), lo que indica que la mayoría de los coches giran hacia el oeste en esta intersección. Lo mismo ocurre en el recuento en dirección sur, que es mucho mayor para B2.3 que para B2.1, lo que sugiere que algunos de estos coches pueden provenir del oeste.

Figura 4. Comparación entre el tráfico matutino y vespertino durante las horas pico para la ubicación L3. En las imágenes se muestran los nombres de las barreras y el recuento medio de tráfico por hora para cada dirección.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La zona residencial (L3) también muestra la misma inversión relacionada con las horas punta en la mayoría de las barreras (Figura 4). Sin embargo, este efecto no es tan evidente como en las dos primeras ubicaciones, probablemente por las mismas razones mencionadas anteriormente (tipo heterogéneo de intersecciones y ángulos de cámara). En estas zonas, especialmente durante las horas punta, la gente tiende a probar rutas diferentes (e inesperadas) para evitar los atascos, probablemente tomando opciones diferentes por la mañana y por la tarde. A pesar de la mayor complejidad de esta ubicación, hay algunas observaciones que coinciden con el comportamiento esperado, como por ejemplo: B3.3 por la mañana muestra mucho más tráfico hacia el sur (alejándose de la zona residencial), y B3.5 por la tarde muestra mucho más tráfico hacia el norte (volviendo del trabajo).

7. Contaminación acústica durante la noche

Según la Directiva sobre el ruido ambiental, el ruido ambiental se describe como el sonido no deseado o perjudicial derivado de las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte (tráfico rodado, tráfico ferroviario, tráfico aéreo) y por los centros de actividad industrial (Directiva 2002/49/CE de 2002). Esta directiva señala el ruido del tráfico rodado como la fuente predominante de ruido durante el día, la tarde y la noche (Arregi et al., 2024). Para las ubicaciones L4 a L9, donde los dispositivos solo se alimentaban durante la noche (de acuerdo con los horarios de alumbrado público), se comparó el volumen de tráfico (véase la tabla 1) entre tres períodos definidos:

- Período nocturno temprano: de 21:00 a 23:00
- Período nocturno: de 2:00 a 4:00
- Período matutino temprano: de 5:00 a 6:00.

El número de coches sigue la tendencia esperada, observándose más coches durante las primeras horas de la noche en comparación con los periodos nocturno y de madrugada. Los valores obtenidos para los periodos de madrugada son menores que durante la noche, lo que sugiere que los mayores volúmenes de tráfico comienzan después de las 7 de la mañana. La única ubicación en la que no se observa esto es la L9, sin embargo, las cifras son demasiado pequeñas y la diferencia no es significativa (2 -> 5). La magnitud de los valores calculados también es la

esperada; las ubicaciones L4 a L6 tienen más volumen de tráfico, ya que todas ellas están cerca de los puntos de entrada a la ciudad. Por otro lado, las cifras son mucho menores para las ubicaciones L7 a L9, ya que estas están más cerca de las zonas residenciales. Esto nos permite deducir que, dentro de las zonas residenciales, la contaminación acústica generada por el tráfico no es motivo de preocupación y los residentes pueden disfrutar de una noche tranquila y silenciosa.

Cabe señalar que, en el caso de L7, las malas condiciones de iluminación (luminarias antiguas de sodio) afectan a los resultados y pueden explicar las cifras tan pequeñas observadas para esta ubicación.

Tabla 1. Mediana del recuento de tráfico por hora para las ubicaciones L4-L9 durante la madrugada, la noche y la madrugada.

Ubicación	Temprano por la noche	Noche	Temprano por la mañana
L4	436	48	15
L5	254	14	4
L6	178	11	3
L7	20	2	2
L8	6	4	2
L9	34	2	5

Fuente: Elaboración propia, 2025.

8. Conclusión

En conclusión, este trabajo presenta una implementación exitosa de un dispositivo de computación periférica impulsado por IA para medir el flujo de tráfico en intersecciones clave basándose en sensores de visión. La solución se probó en tres municipios, cubriendo nueve (9) intersecciones, y los resultados muestran que es adecuada para la supervisión del tráfico. Los datos recopilados pueden utilizarse como fuente de información para futuros proyectos en las ubicaciones estudiadas. La solución fue capaz de captar el efecto del tráfico en las horas punta y proporcionar información valiosa sobre los patrones de flujo de tráfico. Además, la solución fue capaz de recuperar datos significativos tanto durante el día como durante la noche, lo que demuestra su viabilidad.

En general, este proyecto representa un paso hacia el desarrollo de un nuevo paradigma de infraestructura urbana conectada para la implementación de tecnologías de ciudades inteligentes.

9. Agradecimientos

El presente texto surge en el marco del Proyecto Magellan, financiado a través del marco PT2020, gestionado por el consejo de administración del POR Lisboa, con el apoyo de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional, que se desarrolló entre el 1 de julio de 2020 y el 30 de septiembre de 2023. Queremos agradecer a todos los colaboradores e instituciones que han participado en este proyecto, especialmente a los municipios de Loures, Oeiras y Cascais por su apoyo y colaboración.

Referencias

- Arregi, A., Vegas, O., Lertxundi, A., Silva, A., Ferreira, I., Bereziartua, A., Cruz, M., T., & Lertxundi, N. (2024). Road traffic noise exposure and its impact on health: evidence from animal and human studies—chronic stress, inflammation, and oxidative stress as key components of the complex downstream pathway underlying noise-induced non-auditory health effects. *Environ Sci Pollut Res* 31, 46820–46839. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33973-9>
- Department for Business, Innovation & Skills (2013). *Smart cities: background paper*. Gov. UK.
- Goulão, M., Bandeira, L., Martins, B., & Oliveira, A., L. (2024). Training environmental sound classification models for real-world deployment in edge devices. *Discov Appl Sci* 6, 166. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-05803-7>
- Novo, J. P., Goulão, M., Bandeira, L., Martins, B. & Oliveira, A., L. (2023). Augmentation-Based Approaches for Overcoming Low Visibility in Street Object Detection. *2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, Jacksonville, (pp. 1943-1948)-<https://doi.org/10.1109/ICMLA58977.2023.00294>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations.
- Wojke, N., Bewley, A., Paulus, D. (2017). Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric. *Arxiv* <https://arxiv.org/abs/1703.07402>

Anexo

10.1. Ubicaciones

Fig. S1: Vista satelital (Google Maps) de la ubicación L1. Las barras magenta representan los lugares donde se midió el flujo de tráfico.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig. S1 (cont.): Ubicación L2.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig. S1 (cont.): Ubicación L3.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig. S1 (cont.): Ubicación L4.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig S1 (cont.): Ubicación L5.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig S1 (cont.): Ubicación L6.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig S1 (cont.): Ubicación L7.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fig S1 (cont.): Ubicación L8.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

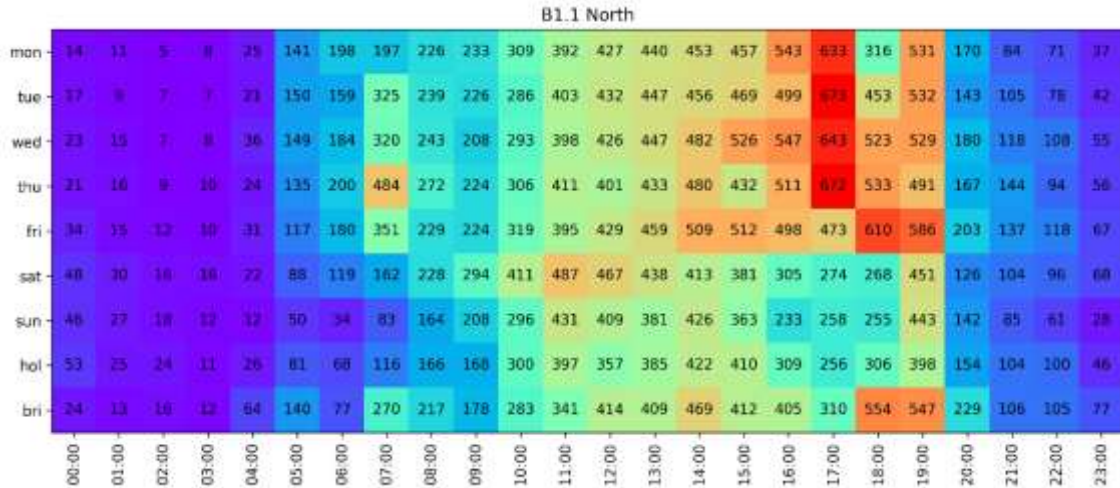
Fig S1 (cont.): Ubicación L9.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

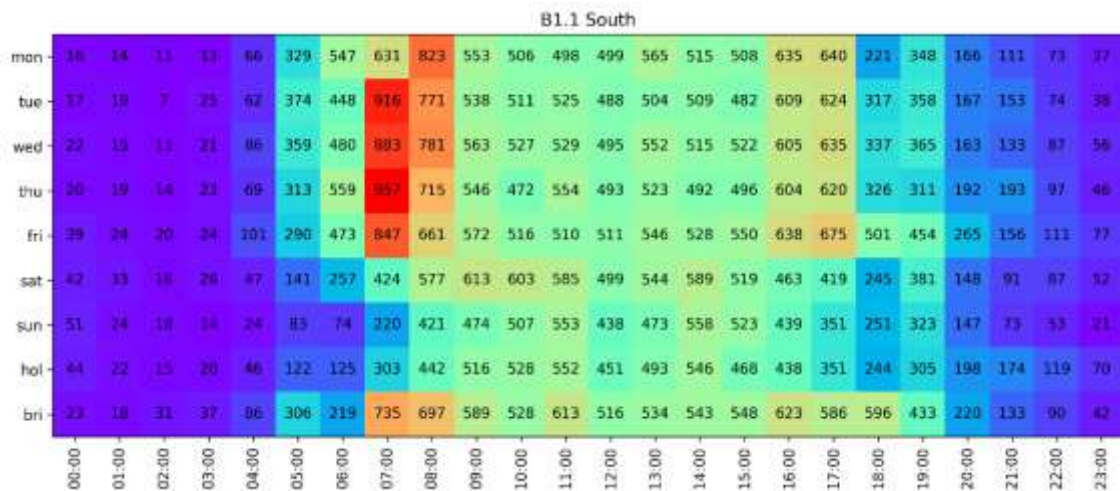
10.2. Gráficos de tráfico por barrera

Figura S2: Representación mediante un código de colores de los valores medios de tráfico por hora para todos los días laborables («hol» significa días festivos nacionales y «bri» significa días entre festivos y fines de semana). El código de colores va del azul (menos coches) al verde y al rojo (más coches). La escala de colores cambia para cada ubicación (ya que el recuento también cambia). El código de la barrera y la dirección se indican en el título.



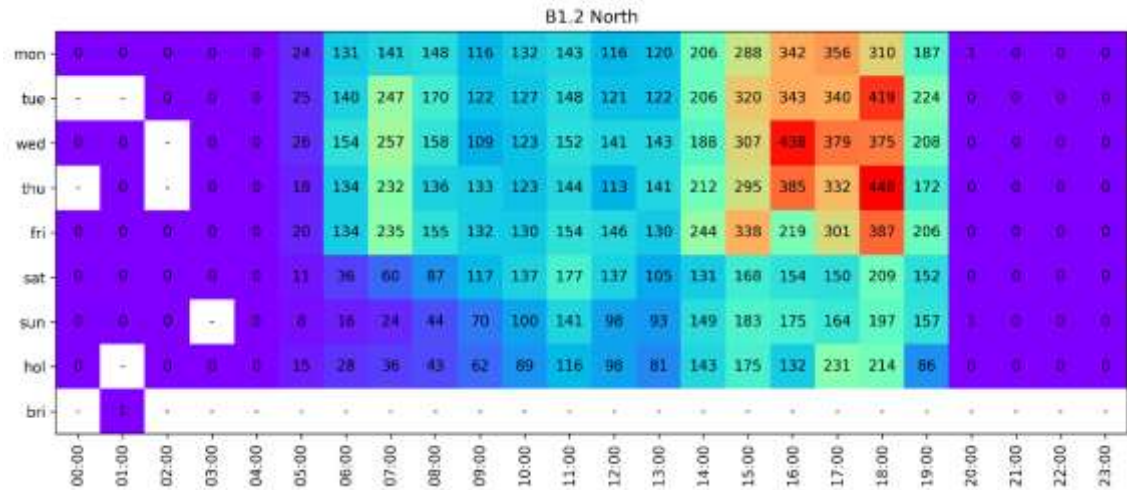
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



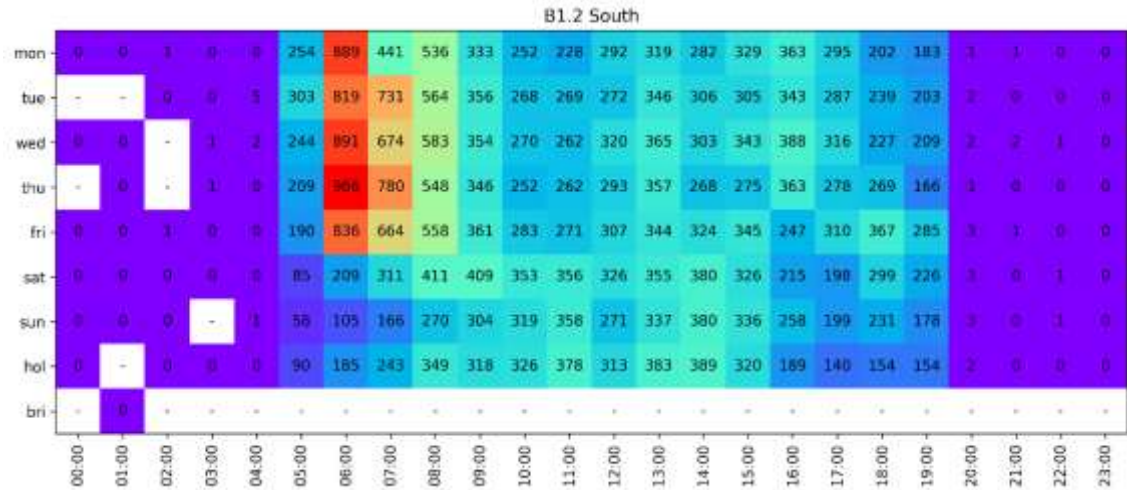
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



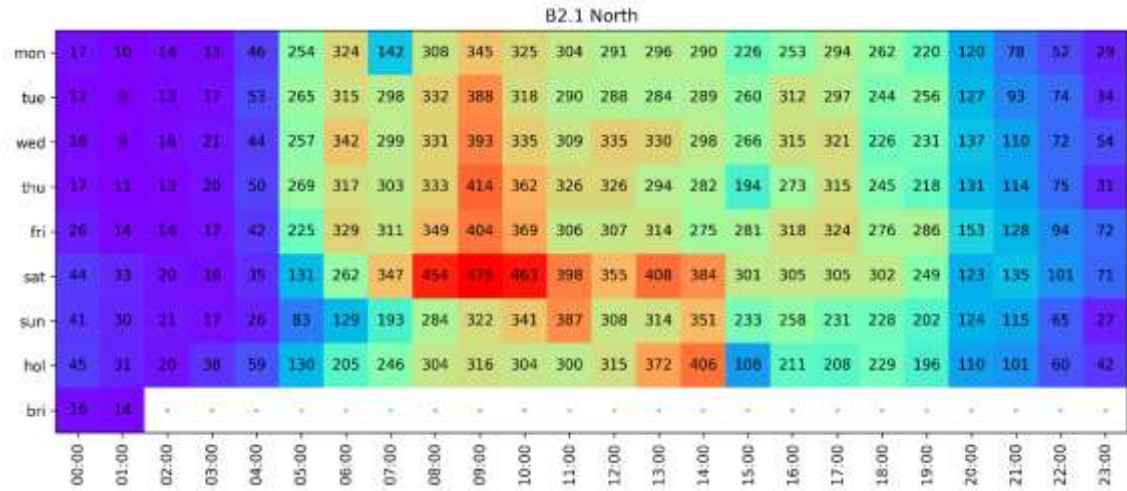
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



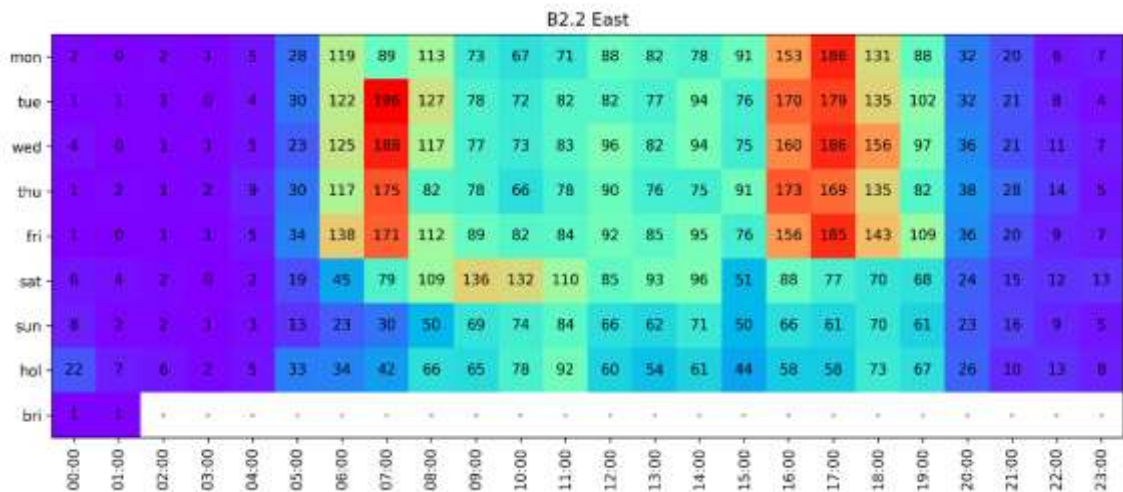
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



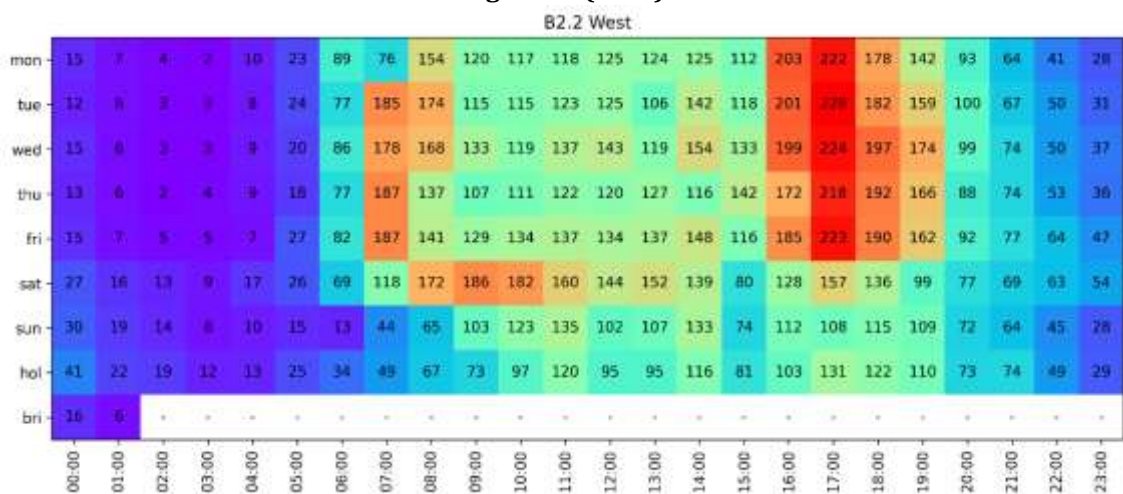
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



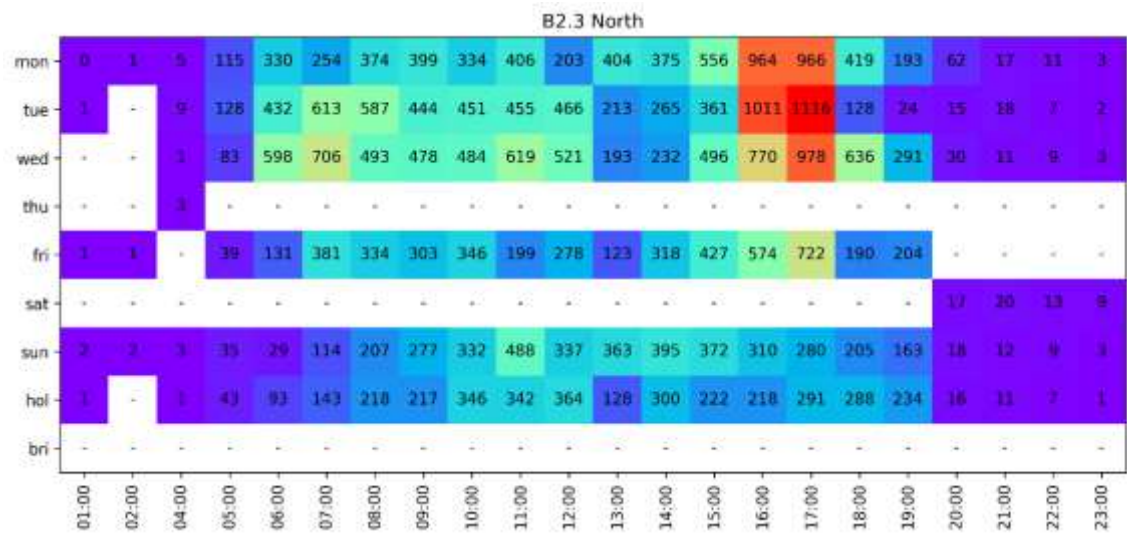
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



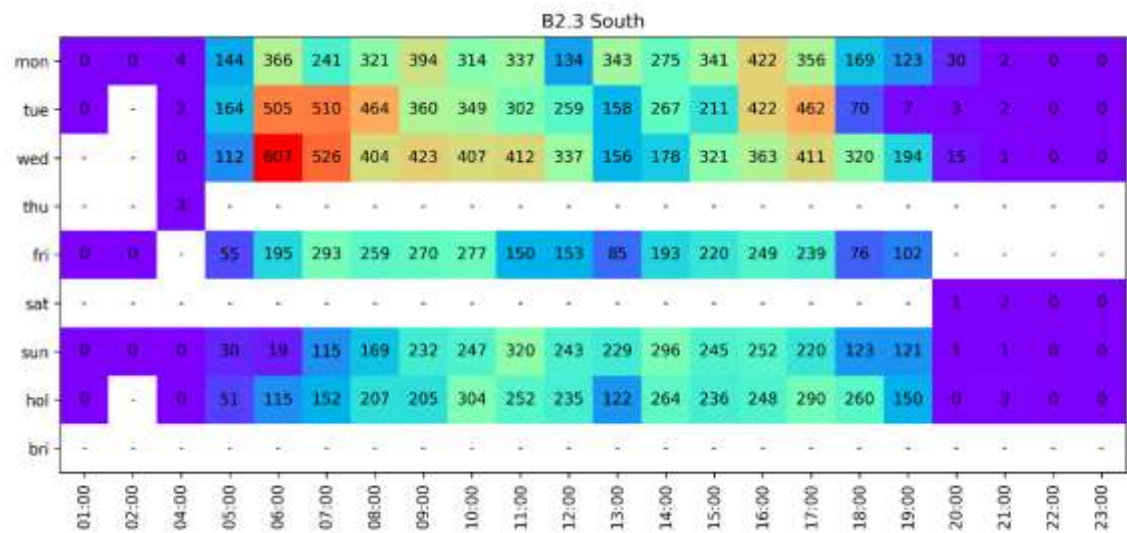
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



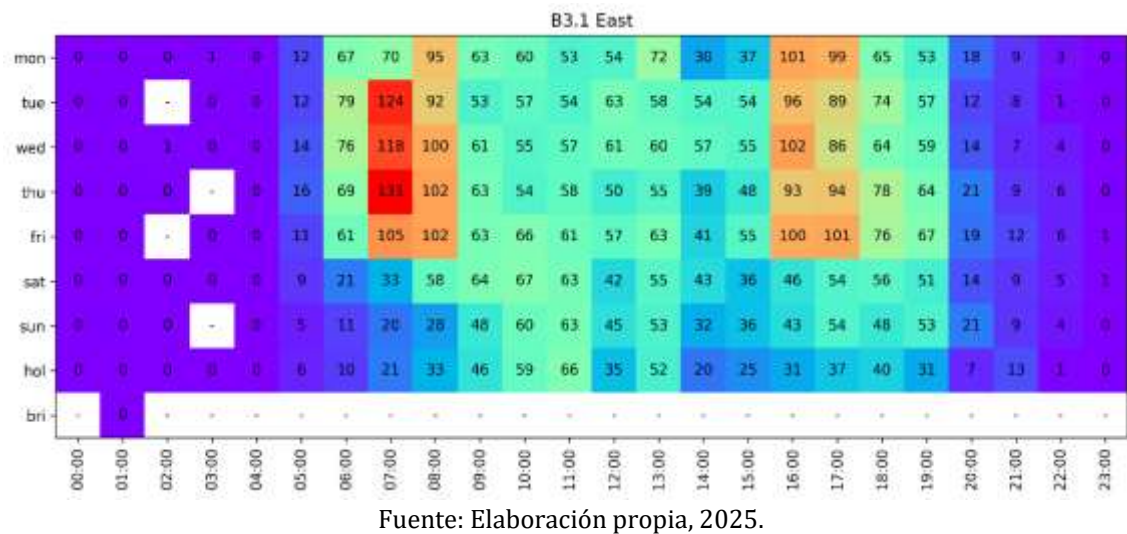
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



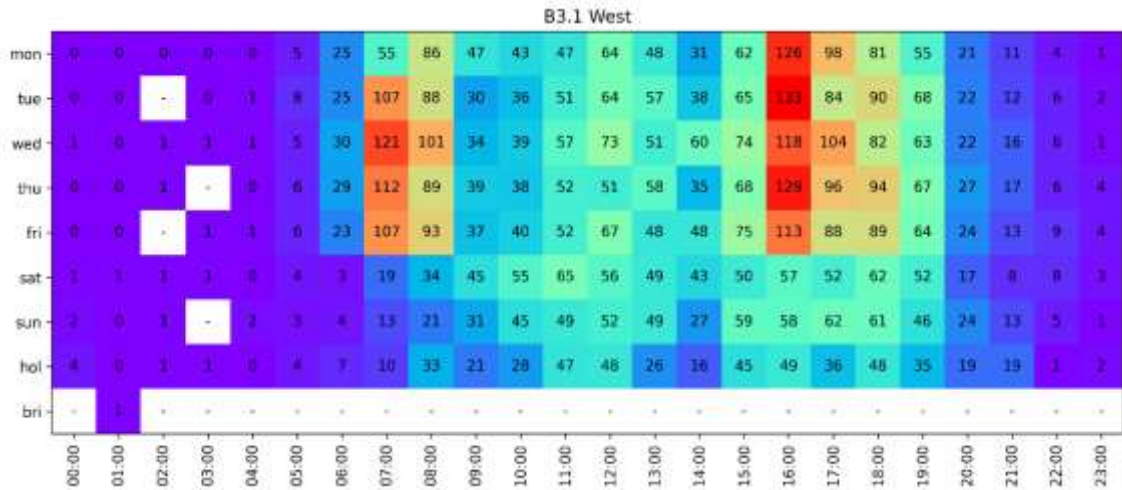
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



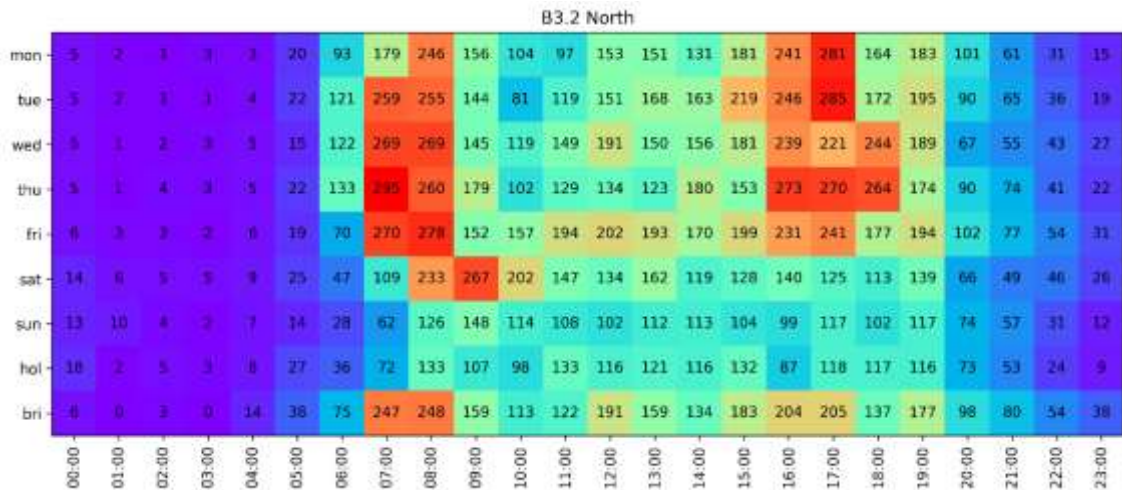
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



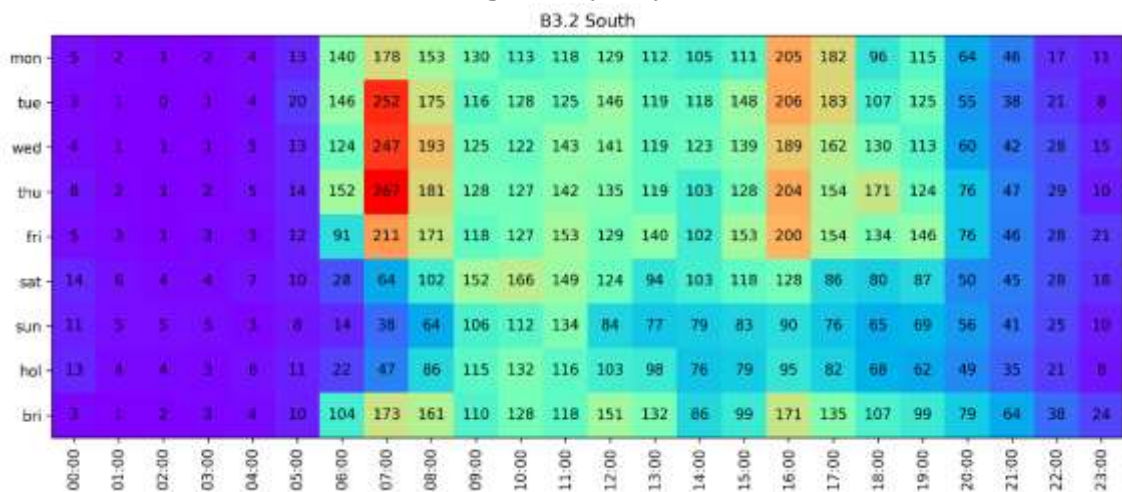
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



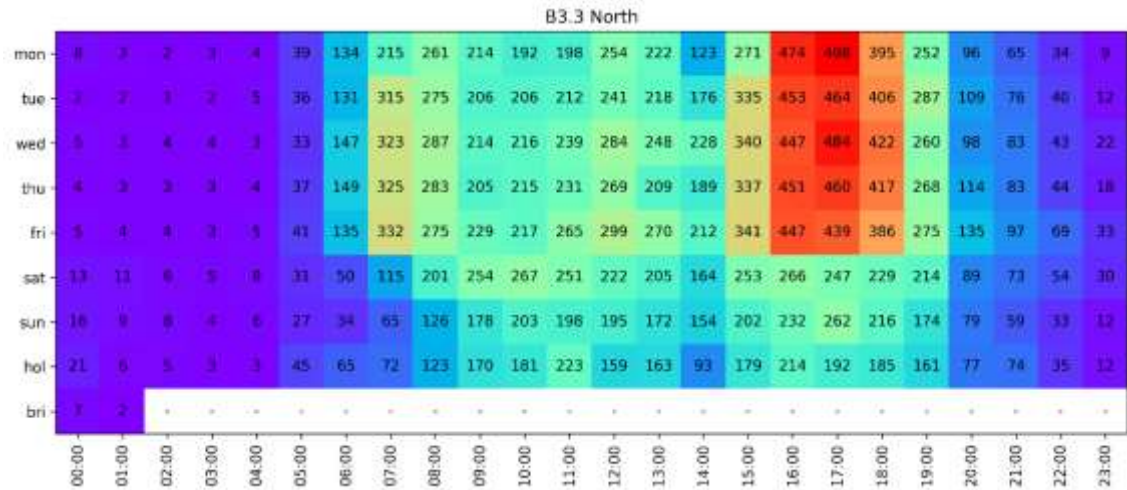
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



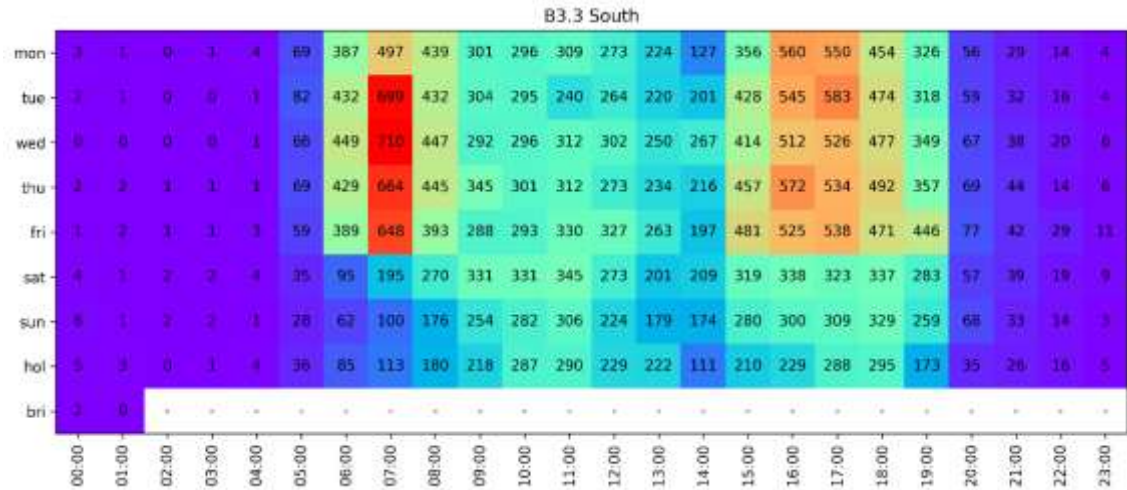
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



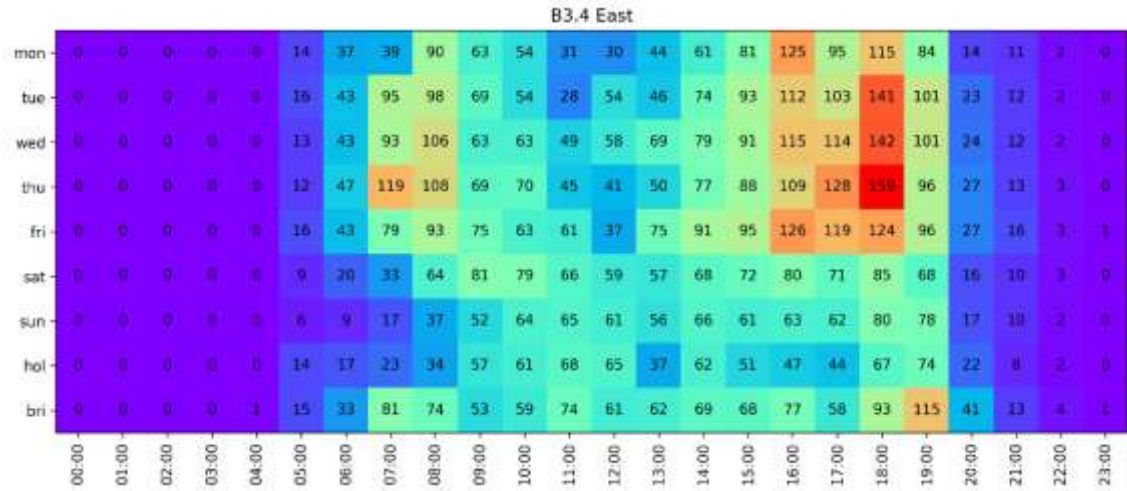
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



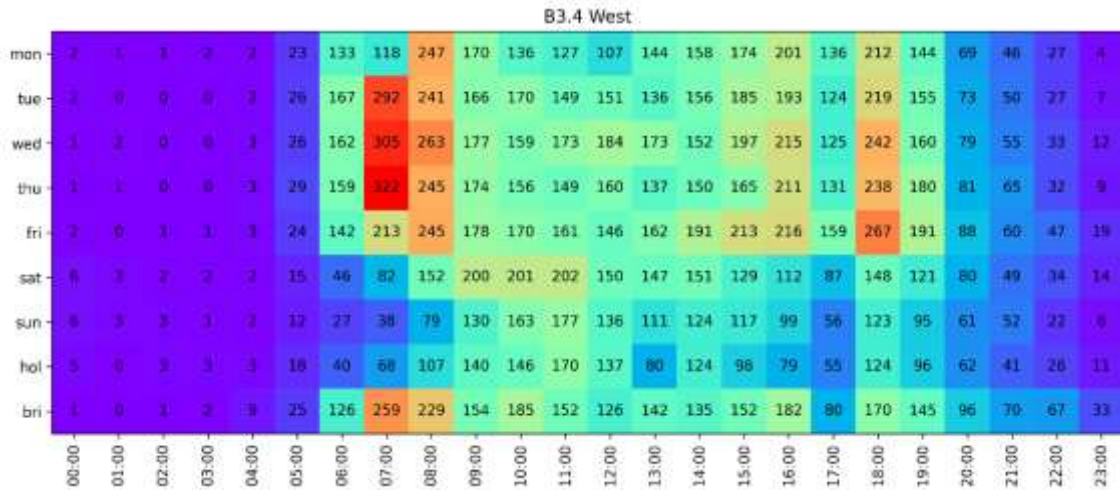
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



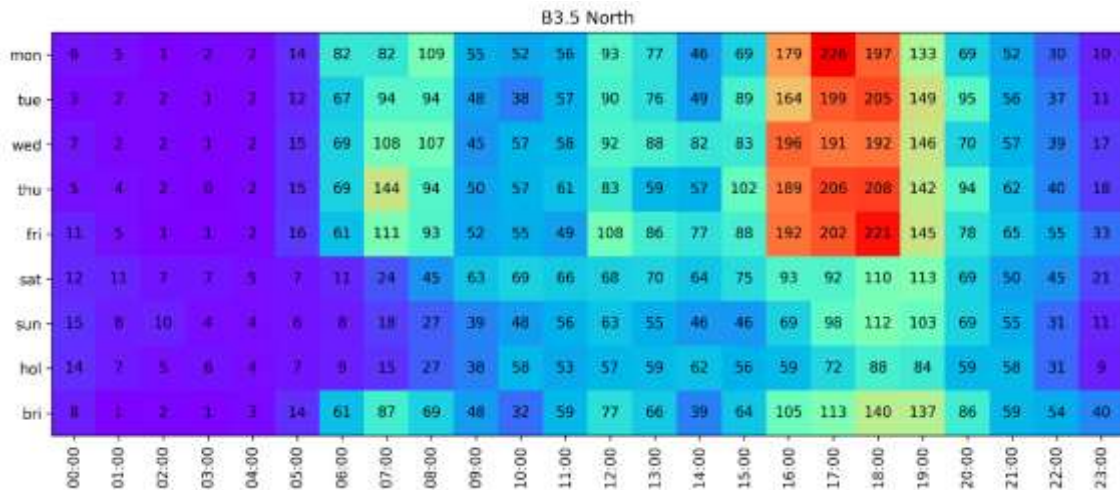
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



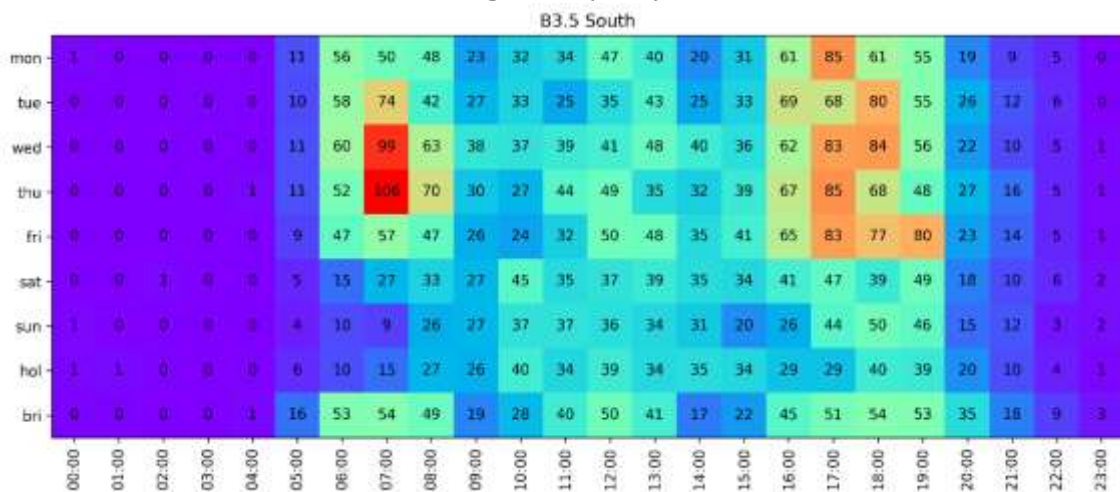
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



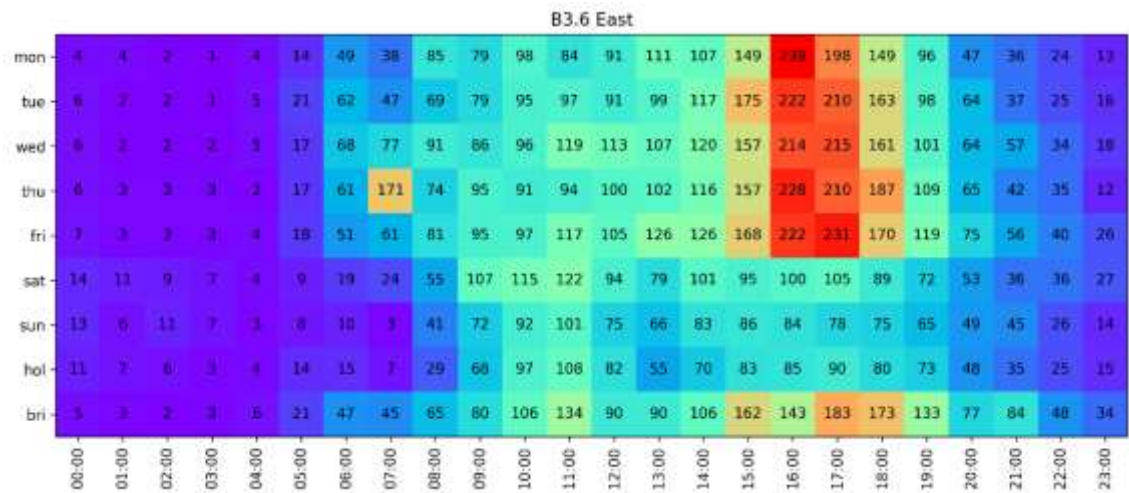
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



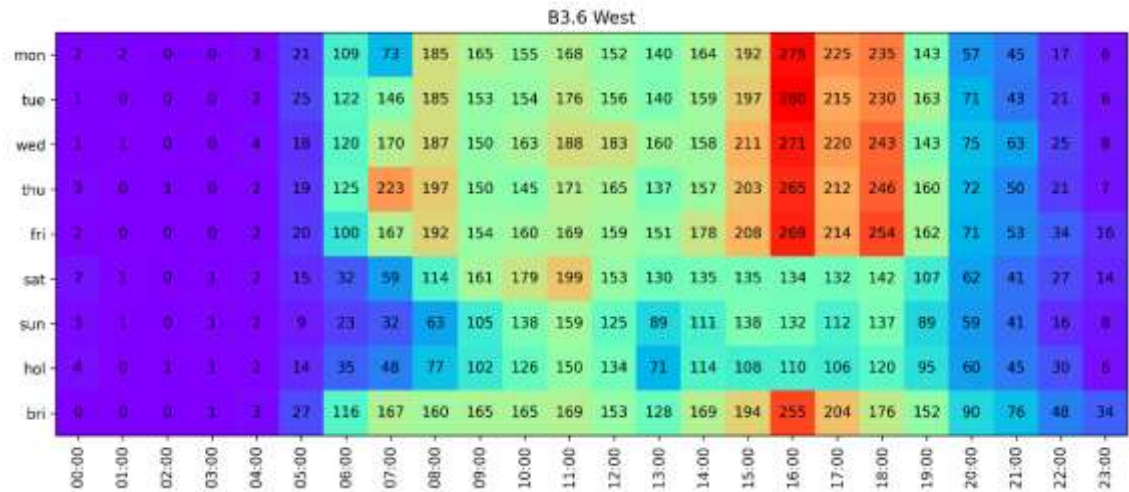
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



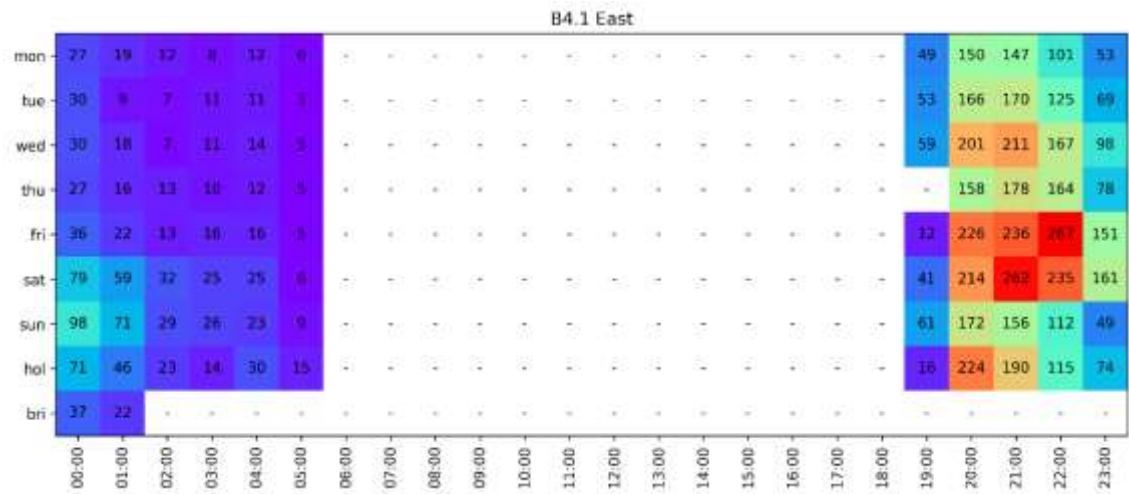
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



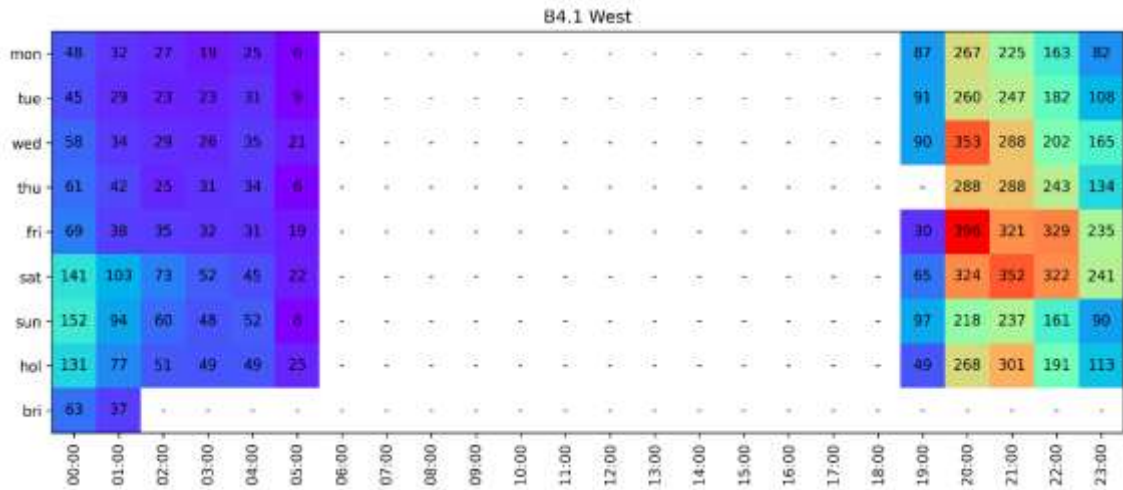
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



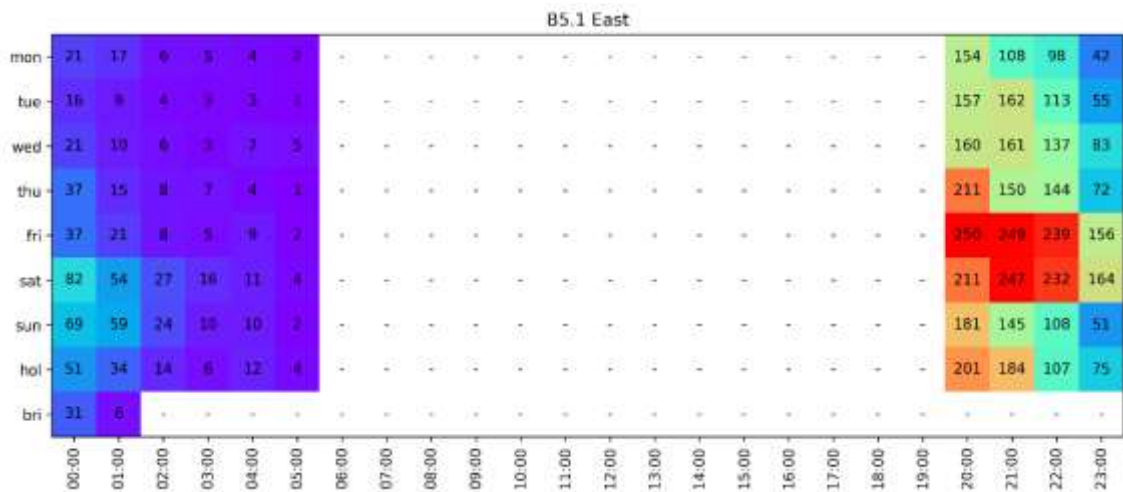
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



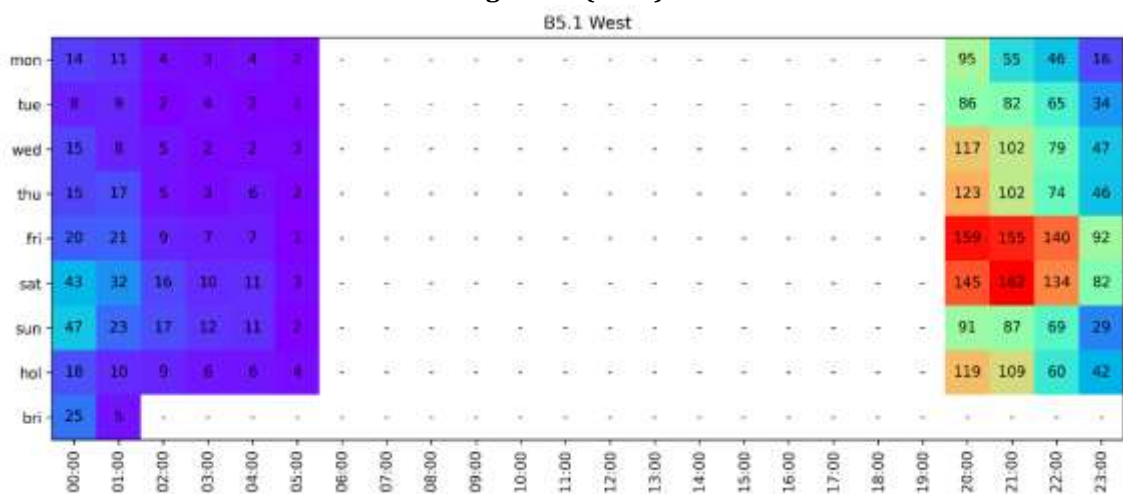
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



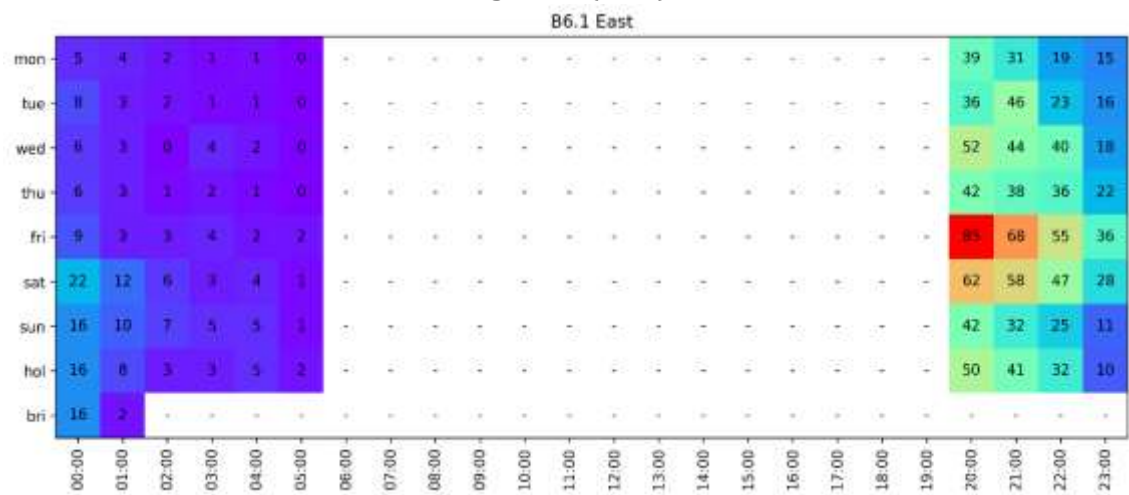
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



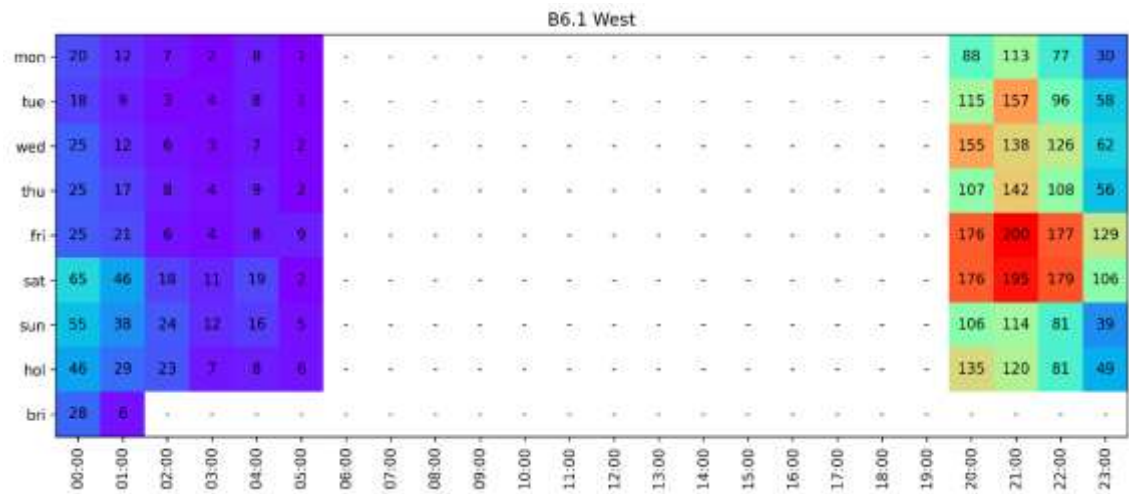
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



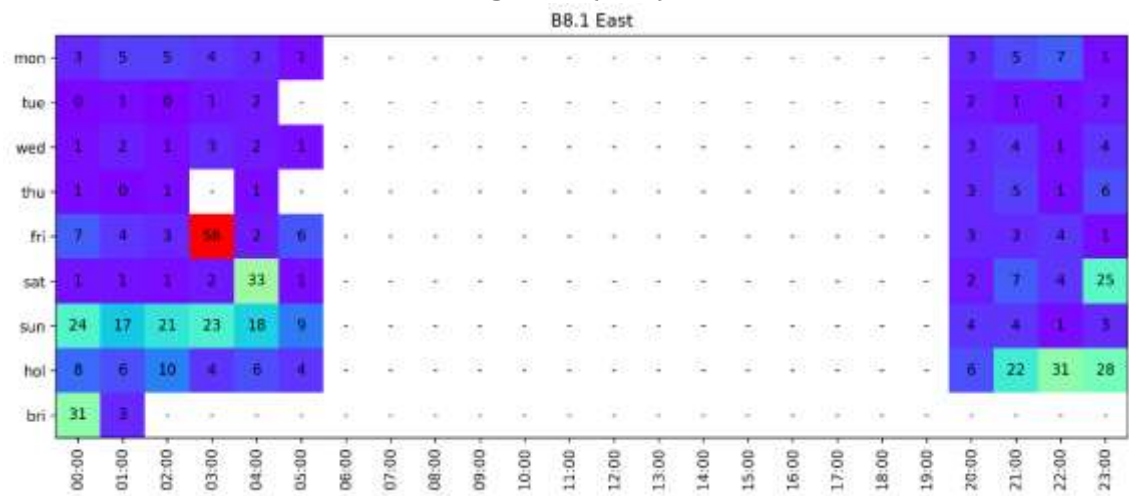
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



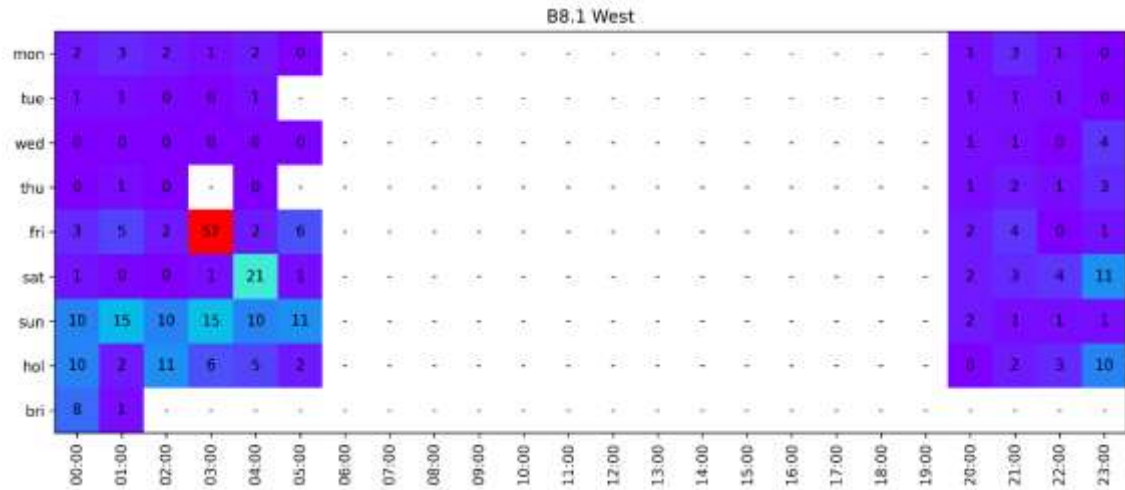
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



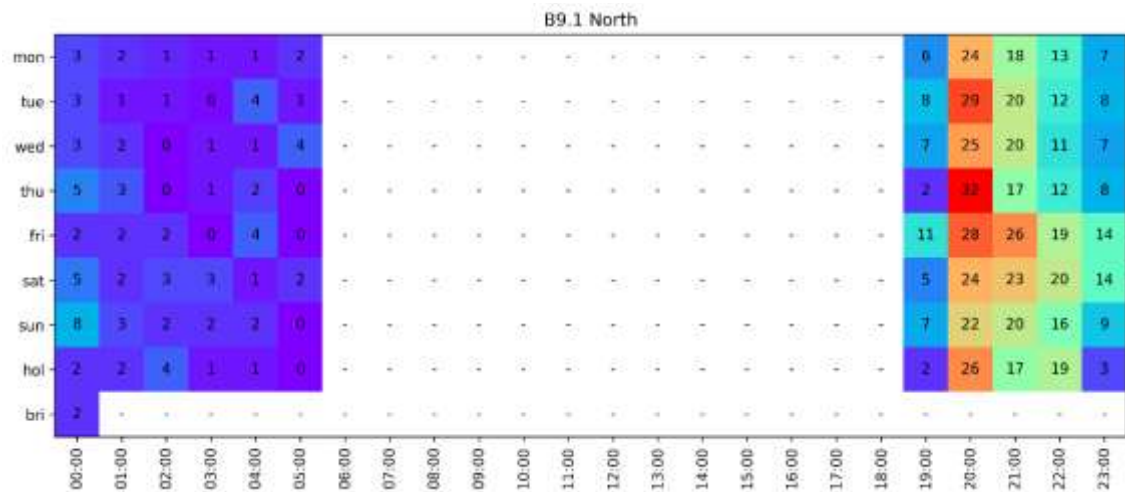
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



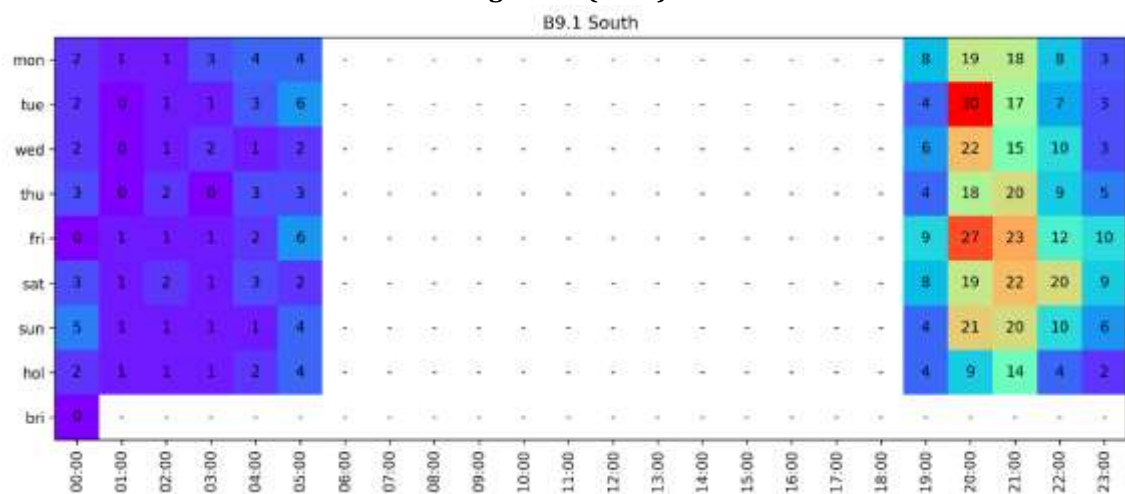
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura S2 (cont.).



Fuente: Elaboración propia, 2025.