

(04-020) - Analysis of the impact of the implementation of the cycle lane on GHG emissions and road traffic in Valencia.

Lerma Arce, Victoria ¹; Marín Rihuete, Pablo ¹; Fuentes Bargues, Jose Luís ¹; Oliver Villanueva, Jose Vicente ¹; Lorenzo Sáez, Edgar ¹

¹ UPV

There is a growing interest in sustainable mobility in line with the European programmes New Green Deal and Sustainable Urban Mobility Plan, whose objectives are to reduce greenhouse gas emissions and improve mobility and air quality in cities.

In this sense, the city of Valencia has carried out a series of actions that have incorporated new stretches of cycle lanes. However, the real impact of this implementation on emissions and road traffic is unknown.

The aim of this paper is to evaluate how the implementation and use of cycle lanes has affected emissions and traffic flow, as well as to analyse the decarbonisation potential of the measure on the affected stretches. For this purpose, massive data on traffic intensity, collected by electromagnetic loops, have been analysed in those sections where lanes have been implemented between 2010-2021.

The results show, depending on the type of cycle lane implemented, the impact generated. This study aims to provide contrasted information to understand to what extent investment in sustainable transport infrastructures can contribute to reducing emissions and improving air quality in cities.

Keywords: Impact; bike lane; emissions; traffic; sustainable urban mobility; València

Análisis del impacto de la implantación del carril bici sobre las emisiones GEI y el tráfico rodado en Valencia.

Existe un interés creciente por la movilidad sostenible en línea con los programas europeos New Green Deal y Sustainable Urban Mobility Plan cuyos objetivos son reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la movilidad y la calidad del aire en las ciudades.

En este sentido, la ciudad de València ha realizado un conjunto de actuaciones por las que se han incorporado nuevos tramos de carril bici. Sin embargo, se desconoce el impacto real de esta implantación sobre las emisiones y el tráfico rodado.

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar cómo la implantación y uso del carril bici ha afectado a las emisiones y al flujo de tráfico, así como analizar el potencial de descarbonización de la medida en los tramos afectados. Para ello, se han analizado datos masivos sobre intensidad de tráfico, recogidos mediante espiras electromagnéticas, en aquellos tramos donde se han implantado carriles entre 2010-2021.

Los resultados muestran, según la tipología de carril bici implementada, el impacto generado. Este estudio pretende proporcionar información contrastada para entender en qué medida la inversión en infraestructuras de transporte sostenible puede contribuir a la reducción de emisiones y mejora de la calidad del aire en las ciudades.



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Impacto; carril bici; emisiones; tráfico; movilidad urbana sostenible;
València

Correspondencia: vlerma@upv.es

1. Introducción

Existe un interés creciente por la movilidad urbana sostenible en línea con los programas europeos *New Green Deal* y con los *Sustainable Urban Mobility Plan* locales, cuyos objetivos son reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la movilidad sostenible y la calidad del aire en las ciudades (Comisión Europea, 2019a y 2019b).

El tráfico rodado es una de las principales fuentes de contaminación en las ciudades (EEA 2019) y constituye una importante fuente de emisión de otros contaminantes atmosféricos que afectan gravemente a la calidad del aire (NO_x, PM10, PM2,5, CO, etc.) y a la salud humana (Tribunal de Cuentas Europeo 2018).

Reducir las emisiones del tráfico es una solución conjunta para mejorar la calidad del aire y mitigar el cambio climático (Azdad et al. 2022). En este sentido, las actuaciones y decisiones políticas de mitigación que se tomen deben basarse en mediciones fiables para que sean capaces de cambiar los patrones y las necesidades de movilidad de los ciudadanos establecidas cultural y localmente (Anagnostopoulou et al. 2018). A nivel europeo, ya se están aplicando medidas que buscan reducir las emisiones, como carriles bici, mejora del transporte público, peajes urbanos, zonas de bajas emisiones (ZBE), etc. (Azdad et al. 2022) pero se requiere de rigurosas cuantificaciones para lograr mediciones de alcance completo para ser capaces de evaluar el impacto de las medidas e identificar si existe una posible transferencia de emisiones a otras zonas.

Concretamente, la ciudad de València ha realizado, durante la última década, un conjunto de actuaciones por las que se ha ampliado la red ciclista e incorporado nuevos tramos de carril bici, en línea con el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (Ajuntament de València, 2014). Concretamente, la ciudad ha pasado de los 131 kilómetros del año 2015 a los actuales 188 kilómetros, es decir, han aumentado un 43%, a los que hay que añadir 38 kilómetros de ciclo calles, mientras su uso se ha duplicado (Castelló, 2023). Sin embargo, se desconoce el impacto real de esta implantación sobre las emisiones y el tráfico rodado. Es por ello, que es fundamental conocer los cambios producidos con esta medida para evaluar la eficiencia de las inversiones, con el fin de luchar activa y eficazmente contra el cambio climático y promover la calidad del aire en las ciudades.

2. Objetivos

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar cómo la implantación del carril bici, durante la última década en la ciudad de Valencia, concretamente entre los años 2010 y 2021, ha afectado a las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas esencialmente por los vehículos a motor y al flujo de tráfico, así como analizar el potencial de descarbonización de la medida en los tramos afectados y su influencia en la eficiencia energética en la ciudad.

3. Metodología

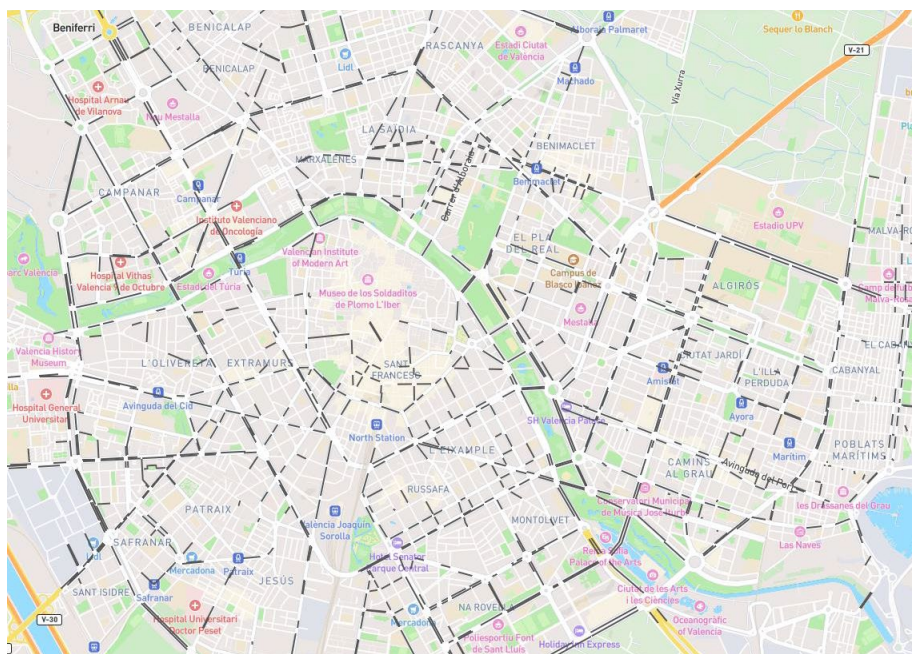
3.1 Bases de datos

La información empleada para el análisis del impacto del carril bici se encuentra recopilada en una base de datos proporcionada por el ayuntamiento de Valencia en el marco del proyecto Airluisa: Monitorización Calidad Aire (INNEST/2021/263) financiado por la Agencia Valenciana de la Innovación y del proyecto Horizon Europe UPPER (id:101095904) de la convocatoria de innovación HORIZON-MISS-2021-CIT-02-02. En dichos proyectos se utiliza la infraestructura actual disponible para la gestión del tráfico, compuesta por más de 3.500 espiras

electromagnéticas distribuidas por toda la ciudad, que ofrecen datos de la intensidad del tráfico rodado cada 5 minutos en más de 1.300 tramos de la ciudad.

La figura 1 muestra los tramos sensorizados en la ciudad de Valencia representados mediante el visor geoespacial *GeoJSON*.

Figura 1. Mapa geoespacial de tramos aforados ciudad de Valencia



3.2 Criterios de selección de los carriles bici

En primer lugar, se eligieron dos tipologías de carril bici a estudiar:

- Carriles bici que sustituyen un carril de calzada (reducción de un carril)
- Carriles bici que no sustituyen un carril de calzada

Una vez identificados estos dos tipos de carriles, los criterios de selección fueron los siguientes:

- Año de implantación del carril bici comprendido entre 2010 y 2021.
- Carriles paralelos a calzadas que cuenten con tramos aforados (cuatro o más registros de espiras electromagnéticas).
- Estos tramos han de ser adecuados para poder examinar los datos tanto de los vehículos que circulan por la misma calle de la implantación del carril bici, contar con al menos una calle de salida de tráfico de la calle estudiada, al menos una calle de incorporación y con registros adicionales en otro tramo adicional en la misma calle (bien sea en la misma dirección o en dirección contraria). Estas calles de entrada y salida se considerarán como parte del área de influencia del tramo estudiado.

3.3 Identificación de los carriles

Se seleccionan diferentes carriles bici en las dos tipologías de implantación mediante el análisis de imágenes proporcionadas por *Google Earth Pro* y se comprueba documentalmente el año de su construcción. Después de proceder a identificar mediante la representación de los tramos aforados en el visor geoespacial *GeoJSON* los carriles que cumplan con los criterios de selección mencionados.

3.4 Análisis y caracterización de los tramos afectados por el carril bici

El análisis se centra en algunos tramos (aquellos que se encuentran monitoreados) que se encuentran dentro de una vía afectada por la construcción de un carril bici. Por tanto, se consideran tres escalas diferentes:

1. Vía afectada: es la vía completa donde se encuentra el carril bici.
2. Tramo: es un tramo del que se dispone de al menos un sensor instalado. Se diferencia dos tipos de tramo estudiados:
 - a. Tramo directamente afectado: forma parte o la totalidad de la vía afectada por el carril bici.
 - b. Tramo del área de influencia: no forma parte de la vía afectada, pero se encuentra dentro del área de influencia de la vía.
3. Área de influencia: es el conjunto de tramos que se ven afectados por la modificación de la vía afectada por la implementación del carril bici.

Cada tramo de estudio seleccionado posee un número identificador de tramo aforado (idTA). En cada uno, se realiza un análisis del impacto de la implantación del carril bici tanto en el propio tramo seleccionado como en los tramos que se encuentran en su área de influencia.

En cada uno de ellos se realizará un análisis de la evolución de la intensidad de flujo de tráfico a lo largo del año anterior a la implantación del carril y de un año natural tras su construcción de modo que se cuente con un período anual completo tras puesta en marcha.

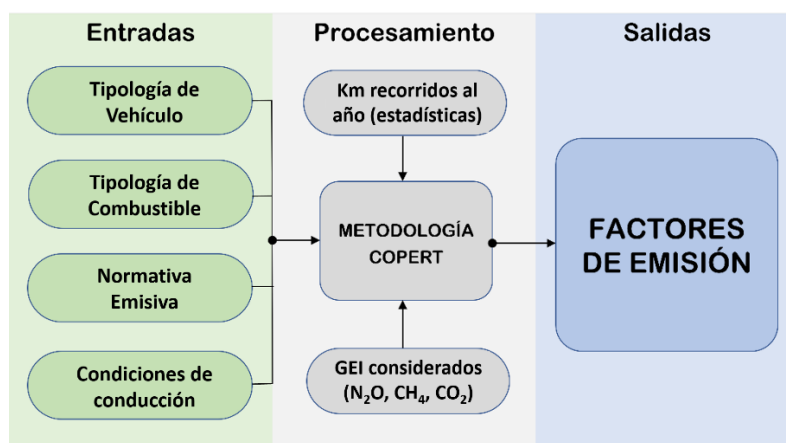
A partir de estas intensidades analizadas, se calculará la reducción vehículos a motor (Rvm) totales equivalente a la media horaria de número de vehículos circulantes de todo un año anterior y posterior a la puesta en marcha del carril bici. Este valor, que puede ser tanto positivo como negativo en caso de observarse un incremento en el tráfico rodado, servirá de base para el posterior análisis de emisiones de gases de efecto invernadero, potencial de descarbonización y eficiencia energética, detallados a continuación.

3.4.1 Cálculo de emisiones

Las emisiones generadas por el tráfico rodado en los tramos descritos se calculan siguiendo la metodología descrita por Mateo Pla et al. (2021). Esta metodología se basa en el número de vehículos que circulan por cada tramo, el factor de emisión en gramos por km recorrido del parque móvil y la longitud del tramo monitorizado.

El factor de emisión (FE) se obtiene según la composición del parque móvil circulante en base al número de vehículos por categoría del parque móvil de Valencia y de su zona metropolitana. Cada categoría se define por la combinación de: año de fabricación del vehículo asociado a su normativa emisiva (EURO 1, EURO 2, etc.), tipología de combustible, tipología de vehículo, condiciones de conducción (se considera 50km/h al tratarse de vía urbana) y cantidad de km que se recorren por vía urbana (figura 2). Así, para cada categoría han sido obtenidos los FE mediante el programa COPERT (*Computer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic*), metodología de nivel 3 de la guía del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 2019 (EEA, 2019).

Figura 2. Metodología de obtención factores de emisión



Finalmente, a partir de los datos de distancia recorrida media por cada tipología de vehículo (Mateo et al. 2021), se obtiene el factor de emisión tipo del parque móvil de Valencia, siendo éste de 216 g CO₂ eq./km. Este factor de emisión, multiplicado por el número de vehículos de la ventana de tiempo analizada y por la longitud del tramo sensorizado, nos permite calcular las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) del tramo y el periodo analizado, pudiendo así, comparar entre dos periodos concretos como son las emisiones asociadas al tramo, o conjunto de tramos, antes y después de la implementación de los carriles bici.

3.4.2 Reducción de emisiones

La reducción de emisiones se calcula como la diferencia entre las emisiones emitidas por los vehículos rodados antes y después de la implementación del carril bici. La ecuación utilizada para el cálculo de la reducción de emisiones se representa en (1).

$$RE \text{ (kg)} = R_{vm} \cdot \frac{FE}{1000} \cdot \frac{l}{1000} \quad (1)$$

Siendo,

RE = Reducción emisiones CO₂ equivalente (kg)

R_{vm} = Reducción en número de vehículos circulantes a motor (vm) (flujo de vehículos).

FE = factor emisión equivalente de CO₂ (g/km)

l = longitud del tramo (m).

La reducción vehículos a motor (R_{vm}) totales equivale a la media de vehículos por cada hora monitoreados durante todo el año anterior y posterior a la construcción del carril bici. Con ello, se disminuyen los sesgos meteorológicos o de número de festivos entre años. A continuación, se calcula la media horaria semanal para cada hora del día (24 horas). Con ello se pretende facilitar la comparación entre periodos ya que el número de vehículos circulante durante fin de semana es un 30% menor que entre semana (Mateo et al. 2021). Por tanto, el resultado se expresará como medias de todos los días de la semana, por ejemplo, las emisiones calculadas entre las 8.00 y las 9.00 corresponderá a la media de emisiones entre esas horas de todos los días de la semana.

Este valor se calculará como valor medio para cada carril bici (considerando su impacto en el área de influencia) y se obtendrá una media de cada tipo de carril bici (sustituyendo o no, carril de la calzada) y una media global para la implementación de un carril bici como acción de mitigación del cambio climático.

3.4.3 Potencial de descarbonización

El potencial de descarbonización se calculará como total emisiones reducidas en el área de influencia del carril bici (considerando también aquellos casos en que aumente las emisiones), entre la longitud de carril bici del tramo analizado. Esto dará como resultado la cantidad de CO₂ eq. que se deja de emitir por cada metro de carril bici construido.

$$DP \left(\frac{kg}{m} \right) = \frac{RE}{l} \quad (2)$$

Siendo,

DP= Descarbonización Potencial (kg CO₂ equivalente evitado/m carril bici construido)

RE = Reducción emisiones CO₂ equivalente (kg)

l = longitud del tramo (m).

Al igual que en el caso del potencial de descarbonización, este valor se calculará como valor medio para cada carril bici (considerando su impacto en el área de influencia) y se obtendrá una media de cada tipo de carril bici (sustituyendo o no, carril de la calzada) y una media global para la implementación de un carril bici como acción de mitigación del cambio climático.

3.4.4 Eficiencia energética

Para cuantificar la cantidad de energía evitada debido a la reducción del flujo de tráfico en cada tramo de calle analizado y su área de influencia, se emplea un factor de consumo de energía evitado para cada vehículo calculado de igual forma que el factor de emisión. Este factor equivale a la cantidad de energía total consumida por cada kilómetro recorrido por el parque móvil tipo de la región estudiada.

$$EC \text{ evitada (MJ)} = EC \cdot Rmv \cdot \frac{l}{1000} \quad (3)$$

Siendo,

EC evitado = Consumo de energía por desplazamiento evitado

EC = Consumo de energía (MJ/km) (2,62 MJ/km en el caso del parque móvil valenciano)

Rvm = Reducción en número de vehículos circulantes a motor (flujo de vehículos).

l = longitud del tramo (m).

Al igual que en el caso del potencial de descarbonización, este valor se calculará como valor medio para cada carril bici (considerando su impacto en el área de influencia) y se obtendrá una media de cada tipo de carril bici (sustituyendo o no, carril de la calzada) y una media global para la implementación de un carril bici como acción de mitigación del cambio climático.

4. Resultados

4.1 Identificación de los carriles

Los carriles bici seleccionados y su caracterización se muestran en la tabla 1. Se trata de cuatro tramos de carril bici en vías donde el carril bici ha sustituido uno de los carriles de circulación de la calzada y dos tramos en vías donde este carril bici no ha alterado el número de carriles de circulación de vehículos a motor. En todos ellos, existen registros de intensidad de circulación de vehículos horaria en al menos cuatro espiras electromagnéticas que permiten caracterizar el tramo y el entorno del mismo con el fin de estudiar el impacto no sólo en los mismos tramos si no también en su área de influencia.

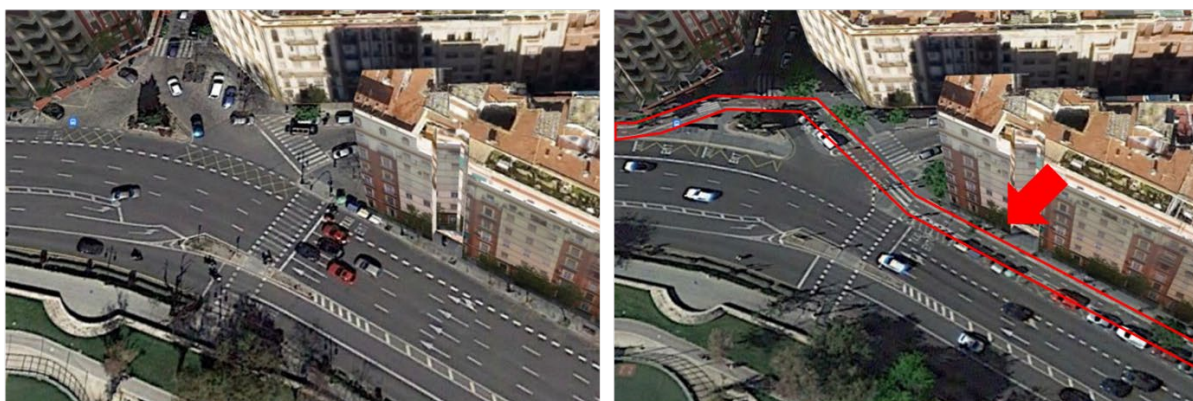
Tabla 1: Tramos de carril bici y calles aforadas estudiadas

Sustitución	Nombre vía	Fechas implantación
Sí	C/ Colón	7/2016-3/2017
	Pl. de Tetuán	7/2016-3/2017
	C/ Guadalaviar con Visitación	7/2017-5/2019
	Avd. Reino de Valencia con G.V. Marqués del Turia	7/2017-5/2019
No	C/ Islas Filipinas	7/2017- 5/2019
	Doctor Manuel Candela	7/2017-5/2019

4.2 Análisis del impacto por vía estudiada. Ejemplo de caso de estudio.

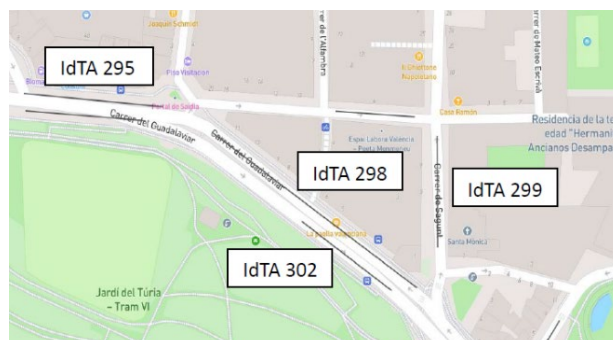
Se toma como caso de estudio la vía representada por la calle Guadalaviar con la calle Visitación como ejemplo de cada tramo estudiado. La figura 3 muestra una imagen anterior (2017) y posterior (2020) a la implantación del carril bici (visible junto a la acera en la parte superior de la imagen derecha) con un cambio de cuatro a dos carriles de circulación de vehículos.

Figura 3: Calle Guadalaviar antes (2017) y después (2020) de la implantación del carril bici



Por su parte, la figura 4 muestra los tramos estudiados en esta calle Guadalaviar (idTA 298 y su continuación idTA 295, con idTA 302 como carril en sentido contrario) como parte de su área de influencia (idTA 299).

Figura 4: Detalle de los tramos aforados de la calle Guadalaviar



La tabla 2 muestra los valores medios obtenidos para un día tipo, entre semana, no festivo y sin precipitaciones, del mes de enero de los años 2017 y 2020 (antes y después de la implantación y puesta en marcha del carril bici).

En términos generales se puede observar un significativo descenso en todos los registros de intensidad máxima de vehículos por hora al día y en el flujo total diario, con excepción del tramo 295 donde se incrementa ligeramente, y que se traduce en unas emisiones que varían según en tramo, siendo los tramos donde se registran más emisiones aquellos tramos directamente afectados por el carril bici (entre 700 y 1.500 kg de CO₂ diarios) por tratarse de una vía principal con un tráfico elevado y que antes de la implantación contaba con cuatro carriles en un sentido y otro en sentido contrario mientras que tras la implantación se dejaron dos carriles en un sentido y se mantuvo el único del sentido contrario. En cambio, el tramo aforado IdTA 299 representa una calle secundaria de salida de la calle Guadalaviar, lo que se refleja en menores valores tanto de flujo de tráfico como de emisiones, situadas en torno a los 100kg diarios.

Con todo ello se tiene la variación en emisiones diarias de toda el área de influencia considerada tras la implantación del tramo de bici de la calle Guadalaviar de un 6,67% con respecto a los valores emisivos previos a la implantación.

Tabla 2: Tramos de carril bici y calles aforadas estudiadas antes (A) en enero 2017 y después (D) en enero 2020 de la implantación del carril bici

IdTA	Tramos directamente afectados						Tramos del área de influencia		Total		Variación (%)
	295		298		302		299		A	D	
	A	D	A	D	A	D	A	D			
Intensidad máx.(n.v. /h)	2.583	2.602	2.763	2.479	535	337	423	382	6.304	5.800	7,99
Flujo total diario (n.v/día.)	33.805	33.977	35.840	32.284	5.564	4.023	5.249	4.723	80.458	75.007	6,77
Flujo medio horario (n.v./h)	1.409	1.416	1.493	1.345	232	168	219	197	3.353	3.126	6,77
Emisiones totales diarias de CO ₂ (kg/día)	764,45	790,58	1586,49	1429,08	108,35	78,33	80,29	72,25	2.566	2.344	6,67
Emisión media horaria de CO ₂ (kg/h)	31,69	31,85	66,10	59,55	4,51	3,26	3,35	3,01	106	98	7,55

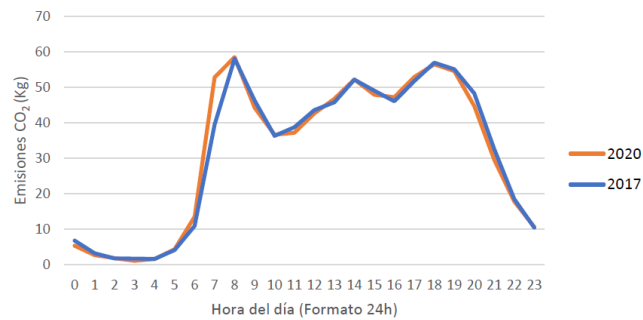
Las figuras 5,6,7 y 8 muestran gráficamente en detalle la evolución diaria de las emisiones de un día tipo para cada uno de los tramos estudiados, mientras que la tabla 3 muestra los valores totales calculados de reducción emisiones CO₂ (RE), potencial de descarbonización (PD) y el consumo de energía evitado (EC evitado) por el carril bici de la calle Guadalaviar incluyendo tanto el propio tramo de estudio como su área de influencia.

En general, se observan dos momentos pico al día que son las horas de máxima afluencia de tráfico que coinciden con la entrada (entorno a las 6h-8h am) y salida al trabajo (17-19h) con

un pequeño repunte a la hora de comer (14h) y marcados valles tras las 20h y tras la entrada al trabajo en la mañana y en la tarde.

En el tramo idTA 295 se puede observar unas emisiones medias horarias de entorno a los 30kg CO₂. Además, se observa que las emisiones aumentan ligeramente (un 3%) en 2020 las la implementación del carril bici respecto a 2017, previo a la implementación del carril bici (Figura 5 y Tabla 3). Concretamente, se cuantifica un incremento total de 26 kg de CO₂/día.

Figura 5: Emisiones CO₂ horarias en el tramo IdTA 295



Respecto al IdTA 298 se puede observar (Figura 6 y Tabla 3) como existe una reducción de emisiones medias horarias (entorno al 9%) tras la implementación de carril bici, lo cual supone una reducción notable de emisiones (entorno a 157 kg de CO₂/día), mientras que en el tramo IdTA 302 esta reducción supone un 27% de las emisiones (30kg de CO₂/día) y un ligero

desplazamiento horario de las mismas adelantándose una hora el punto de máxima pendiente (Figura 7 y Tabla 3).

Figura 6: Emisiones CO₂ horarias en el tramo IdTA 298

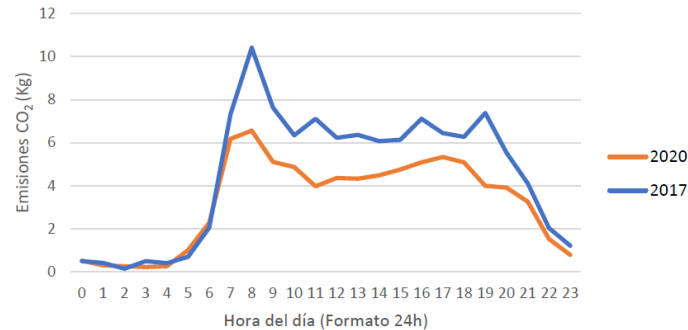
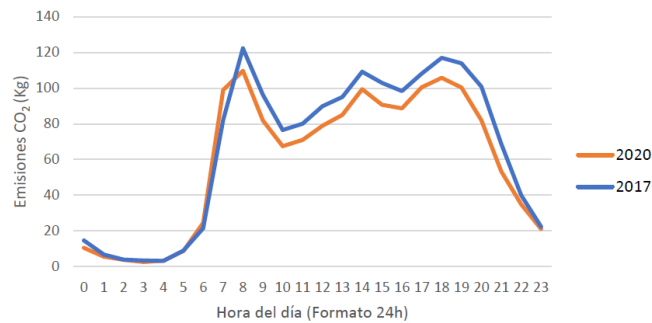
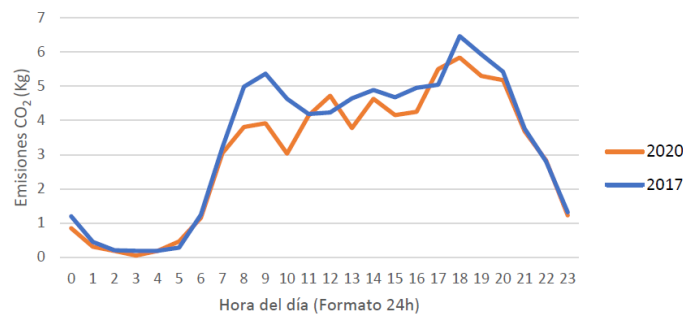


Figura 7: Emisiones CO₂ horarias en el tramo IdTA 302



Por su parte, en el tramo del área de influencia IdTA 299 se puede observar una ligera disminución de las emisiones de entorno a un 10% (Figura 8 y Tabla 3), con tan sólo una reducción de 8 kg/día por ser una vía de mucha menor circulación por representar un carril en sentido contrario al de la vía principal y no haberse visto afectado directamente por la implantación del carril bici.

Figura 8: Emisiones CO₂ horarias en el tramo IdTA 299



La tabla 3 muestra los valores globales del área de influencia de la vía, obteniéndose una reducción diaria de casi un 7% de las emisiones con la implantación del carril bici, lo que se

traduce un potencial de descarbonización por metro de carril construido de 0,36 kg CO₂ al día y que supone un ahorro energético, de 2.319 MJ diarios (más de 65 litros de gasolina al día).

Tabla 3. Reducción emisiones CO₂, potencial de descarbonización y energía consumida evitada de la C/Guadalaviar

	Tramos directamente afectados			Tramos del área de influencia	Total vía
IdTA	298	302	295	299	
RE (kg/día)	157	30	-26	8	169,34
RE (%)	9,92	27,71	- 3,42	10,01	6,67
PD (kg/m.día)					0,36
EC evitado (MJ/día)	1905,27	363,21	-46,84	97,39	2.319,03

4.3 Síntesis de los resultados obtenidos en todas las vías estudiadas

En este apartado se presentan los resultados obtenidos para la totalidad de las vías estudiadas, cada una compuesta por los resultados obtenidos de los distintos tramos aforados (idTAs) que conforman el área de influencia del carril bici considerado. En la tabla 4 se muestran los valores semanales de reducción de emisiones (RE) totales para cada carril bici (absolutas y en porcentaje), potencial de descarbonización (PD) del carril bici y consumo de energía evitado (EC evitado), tanto para vías en que el carril bici sí sustituye un carril de circulación de vehículos a motor como para vías en que no lo hace.

Tabla 4. Valores semanales de reducción emisiones CO₂, potencial de descarbonización y energía consumida en las vías estudiadas.

Sustitución calzada	Nombre vía	RE (kg/semana)	RE (%)	PD (kg /m semana)	EC evitado (MJ/semana)
Sí	C/ Colón	2.755,74	19,28	28,95	33.136,85
	Pl. de Tetuán	4.750,65	19,18	24,37	44.319,32
	C/ Guadalaviar con Visitación	1.185,38	6,67	2,52	18.373,09
	Avd. Reino de Valencia con G.V. Marqués del Turia	769,94	55,04	5,16	9.644,41
No	C/ Islas Filipinas	1.532,13	40,39	10,49	16.432,46
	Doctor Manuel Candela	510,64	13,08	4,60	6.180,74

Los resultados que presentan las vías de los carriles bici escogidos son muy diversos y corresponden con las distintas características de las vías (distinto número de carriles, existencia de sentidos contrarios, mayor o menor afluencia de tráfico, localización, etc.). Sin embargo, y pese a la gran variabilidad presentada, se observa en líneas generales una reducción relativa de las emisiones que va desde el 6-55%, con un potencial de

descarbonización en el rango de 2,5-29 kg de CO₂ por metro de carril bici construido y un consumo de energía evitado de entre 6.000-44.000 MJ semanales (entre 172 y 1.265 litros de gasolina) tan sólo en los tramos considerados en cada vía (Tabla 4).

Debido al reducido número de casos estudiados, no se pueden extraer resultados sobre la existencia de una diferencia significativa respecto a la disposición del carril bici, bien sobre un antiguo carril de la calzada o bien paralelo sin ocupar espacio del vial, sin embargo, se pueden obtener valores medios de potencial de descarbonización de entorno a 16 kg de CO₂/semana por metro de carril bici construido si se sustituye un carril de calzada y de 7,5 kg de CO₂/semana por metro en caso de no sustitución.

Desde el año 2015 y hasta la actualidad, periodo en el cual se encuentran los carriles bici del análisis, se han implantado un total de 57 kilómetros de carril bici (Castelló, 2023), lo cual supone, a partir de un valor medio global de potencial de descarbonización de 13 kg CO₂/m construido un valor de reducción semanal de 741 toneladas de CO₂ en toda la ciudad de València, o lo que es lo mismo, 38.000 toneladas de CO₂ anuales (el 3,5% del total de emisiones del transporte rodado por carretera del municipio (Lorenzo-Sáez et al 2022)).

5. Conclusiones

En vista a los resultados presentados se puede concluir, dentro del marco y con las limitaciones del presente estudio, que, en términos generales, la implementación del carril bici ejerce un efecto positivo sobre la reducción de emisiones locales y por tanto es una medida de movilidad sostenible efectiva en la lucha contra el cambio climático y en la mejora de la calidad del aire de las ciudades.

Los valores medios de potencial de descarbonización que tiene la implantación del carril bici, bien sea con o sin sustitución de uno de los carriles de calzada, revelan que no tan sólo se reduce las emisiones porque se retira un carril y por tanto se reduce la capacidad de vehículos motorizados de la vía, si no que se reducen las emisiones incluso cuando no se sustituye, lo cual denota un cambio en los patrones de desplazamiento que precisa un análisis científico más profundo que actualmente está en desarrollo por los autores.

Dado el reducido número de casos de estudio en el presente trabajo, los autores reconocen que se precisa de una mayor replicabilidad y extensión a la totalidad de los carriles bici que tengan datos de intensidad de tráfico aforados. No obstante, en el marco del proyecto Horizon Europe UPPER, que abarca la totalidad de la ciudad de València con sus 3.500 espiras se ha registrado una reducción de las emisiones de un 14%, lo que corrobora que, pese a que se ha podido sufrir desplazamientos de la localización de las emisiones de las calles con carril bici a otras que no lo presentan, esta medida ha contribuido a esta reducción, como indican los resultados presentados.

Con todo, este estudio representa un primer paso para contribuir a la mejora en comprensión de la efectividad de las medidas de mitigación del cambio climático a nivel urbano y a la mejora de la movilidad urbana sostenible dentro de las ciudades con rigurosidad.

6. Referencias

- Ajuntament de València (2014). Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). Regidoria de Circulació i Transport i Infraestructures del Transport. Ajuntament de València. Generalitat Valenciana
- Anagnostopoulou, E., Urbancic, J., Bothos, E., Magoutas, B., Bradeško, L. and Schrammel, J. (2018). From mobility patterns to behavioural change: leveraging travel behaviour and personality profiles to nudge for sustainable transportation, *Journal of Intelligent Information Systems*, <https://doi.org/10.1007/s10844-018-0528-1>.

- Azdad, Z., Stoll, B. and Müller J. (2022). Clean Cities. The development trends of low and zero-emission zones in Europe. Disponible en: <https://cleancitiescampaign.org/wp-content/uploads/2022/07/The-development-trends-of-low-emission-and-zero-emission-zones-in-Europe-1.pdf> (consultado el 02/11/2022).
- Castelló, C. N. (2023). València incrementa en un 43% los kilómetros de carriles bici y su uso crece un 300%. elDiario.es. Disponible en: https://www.eldiario.es/comunitat-valenciana/valencia/valencia-incrementa-43-kilometros-carriles-bici-crece-300_1_10238549.html (consultado el 27/05/2023).
- Comisión Europea (2019a). New Green Deal. Disponible en: www.commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es.
- Comisión Europea (2019b). Sustainable Urban Mobility Planning: Pathways and Links to Urban Systems. Disponible en: www.cordis.europa.eu/project/id/814881/es.
- EEA (2019). European Environmental Agency. Emissions of air pollutants from transport. TERM 003 Published 17 Dec 2019. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-8> (consultado el 05/11/2022).
- EEA (2022). European Environmental Agency. Transport. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/intro> (consultado el 02/11/2022).
- European Court of Auditors (2018). Special report no 23/2018: Air pollution: Our health still insufficiently protected. doi:10.2865/363524. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_23/SR_AIR_QUALITY_EN.pdf.
- European Environment Agency (EEA) (2019). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019. ISSN 1977-8449. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/download>.
- Joint Research Centre (2015). Institute for Energy and Transport, Melica, G., Kona, A., Zancanella, P., et al., The covenant of mayors in figures and performance indicators : 6-year assessment, Publications Office, 2015, <https://data.europa.eu/doi/10.2790/774700>.
- Lorenzo-Sáez, Edgar; Oliver Villanueva, José Vicente; Lemus Zúñiga, Lenin Guillermo; Urchueguía Schölzel, Javier Fermín; Lerma Arce, Victoria. (2022) Development of sectorial and territorial information system to monitor GHG emissions as local and regional climate governance tool: Case study in Valencia (Spain). Urban Climate (42)1 - 22.10.1016/j.uclim.2022.101125
- Mateo Pla, M. A., Lorenzo-Sáez, E., Luzuriaga, J. E., Prats, S. M., Moreno-Pérez, J. A., Urchueguía, J. F., Oliver-Villanueva, J.V., Lemus, L. G. (2021). From traffic data to GHG emissions: a novel bottom-up methodology and its application to Valencia city. Sustainable Cities and Society. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102643>.

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

