



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,
Cartográfica y Topográfica

Cálculo geolocalizado de KPIs para la descarbonización de
la movilidad de Valencia.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

AUTOR/A: Soriano Dolz, Noelia

Tutor/a: Coll Aliaga, Peregrina Eloína

Cotutor/a: Gómez Navarro, Tomás

Director/a Experimental: LORENZO SAEZ, EDGAR

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



CÁLCULO GEOLOCALIZADO DE KPIs PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA MOVILIDAD DE VALENCIA

Trabajo Fin de Grado
Ingeniería Geomática y Topografía



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

AUTORA: Noelia Soriano Dolz

TUTORES: Eloína Coll Aliaga

Tomás Gómez Navarro

DIRECTOR EXPERIMENTAL: Edgar Lorenzo Sáez

Curso académico 2022-2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de este proyecto.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia y amigos, por su amor, paciencia y por creer en mí en todo momento, apoyándome y motivándome para conseguir todo lo que me he propuesto.

A Eloína, Tomás y Edgar por brindarme la oportunidad y su apoyo en la realización de este trabajo fin de grado.

A mis compañeros de la *Càtedra de Governança de la Ciutat de València*, por hacer las horas de trabajo más amenas y por ayudarme siempre que lo he necesitado.

COMPROMISO

“El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; no ha sido entregado como otro trabajo académico previo y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecorillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía”

Valencia, 02/06/2023

Noelia Soriano Dolz

RESUMEN

El presente proyecto colabora con la Cátedra de Transición Energética Urbana para desarrollar un modelo de datos de los *Key Performance Indicators* (KPI) seleccionados para evaluar la sostenibilidad de políticas y medidas de descarbonización de la movilidad de los barrios de Valencia.

En la actualidad, el cambio climático y la contaminación constituyen graves problemas ambientales que afectan la salud de las personas. Las emisiones de gases contaminantes provocadas, principalmente por el transporte, han ido en aumento. Por lo que, reducir las emisiones a través de medidas como limitar el uso de vehículos, implementar el transporte público y fomentar la movilidad sostenible son claves para mitigar el cambio climático y mejorar la calidad del aire.

Este estudio se focaliza en la ciudad de Valencia para analizar las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Material Particulado (PM) causadas por el transporte. Basándose en indicadores de bases de datos existentes, y posteriormente realizando una comparación de resultados, calculados con diferentes metodologías.

Palabras clave: Conjuntos de datos, Cuadro de Mando Integral, descarbonización, espiras, factores de emisión, huella de carbono, *Key Performance Indicators*, transporte.

RESUM

El present projecte col·labora amb la Càtedra de Transició Energètica Urbana per a desenvolupar un model de dades dels *Key Performance Indicators* (KPI) seleccionats per a avaluar la sostenibilitat de polítiques i mesures de descarbonització de la mobilitat dels barris de València.

En l'actualitat, el canvi climàtic i la contaminació constitueixen greus problemes ambientals que afecten la salut de les persones. Les emissions de gasos contaminants provocades, principalment pel transport, han anat en augment. Pel que, reduir les emissions a través de mesures com limitar l'ús de vehicles, implementar el transport públic i fomentar la mobilitat sostenible són claus per a mitigar el canvi climàtic i millorar la qualitat de l'aire.

Aquest estudi es focalitza a la ciutat de València per a analitzar les emissions de Diòxid de Carboni (CO₂), Òxids de Nitrogen (NO_x) i Material Particulat (PM) causades pel transport. Basant-se en indicadors de bases de dades existents, i posteriorment realitzant una comparació de resultats, calculats amb diferents metodologies.

Paraules clau: Conjunts de dades, Quadre de Comandament Integral, descarbonització, espïres, factors d'emissió, petjada de carboni, *Key Performance Indicators*, transport.

ABSTRACT

This project collaborates with the *Cátedra de Transición Energética Urbana* to develop a data model of selected Key Performance Indicators (KPIs) to assess the sustainability of policies and measures to decarbonise mobility in the neighbourhoods of Valencia.

Nowadays, climate change and pollution are serious environmental problems that affect people's health. Emissions of polluting gases, mainly caused by transportation, have been increasing. Reducing emissions by limiting vehicle use, implementing public transport, and promoting sustainable mobility is crucial to mitigating climate change and improving air quality.

This study focuses on the city of Valencia to analyse emissions of Carbon Dioxide (CO₂), Nitrogen Oxides (NO_x) and Particulate Matter (PM) caused by transportation. Based on indicators from existing databases, the results are compared using different methodologies.

Keywords: Datasets, Balanced Scorecard, decarbonisation, spires, emission factors, carbon footprint, Key Performance Indicators, transport.

ÍNDICE

1. Introducción	11
1.1 Antecedentes	12
1.2 Justificación	14
1.3 Localización.....	15
2. Objetivos	18
2.1 Objetivo general.....	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. Materiales y métodos	19
3.1 Identificación de los KPI seleccionados para formar parte del Cuadro de Mando Integral (CMI).	19
3.2 Análisis y categorización de la flota de vehículos.....	22
3.3 Determinación de los factores de emisión para contaminantes.	23
3.4 Descripción de la red de carreteras y modelo de cálculo.....	25
3.5 Comparación de los resultados del cálculo de las espiras con el de la matriz origen-destino.....	28
4. Resultados	32
4.1 Resultados del análisis y categorización de la flota de vehículos.....	32
4.2 Resultados del cálculo de emisiones a partir de las espiras electromagnéticas	34
4.3 Resultados de la comparación de resultados.....	47
5. Conclusiones	51
6. Presupuesto.....	52
7. Bibliografía.....	56
8. Anexo I.....	58
9. Cartografía.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Logo Dades València. Fuente: https://dadesvalencia.webs.upv.es/	11
Ilustración 2: Logo Cátedra de Transición Energética Urbana. Fuente: https://catenerg.webs.upv.es/	11
Ilustración 3: Logo JRC. Fuente: https://commission.europa.eu/index_en	11
Ilustración 4: Esquema del proyecto colaborativo AirLUISA. Fuente: Proyecto AirLUISA.	12
Ilustración 5: Distribución de emisiones de CO ₂ por ámbito en 2019 (toneladas de CO ₂). Fuente: Elaboración propia.	13
Ilustración 6: Logo Missions València 2030. Fuente: https://www.missionsvalencia.eu/?lang=es	14
Ilustración 7: Logo Agenda 2030. Fuente: https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/index.htm	14
Ilustración 8: Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/	15
Ilustración 9: ODS relacionados con el transporte. Fuente: Fuente: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/	15
Ilustración 10: Mapa de situación de la ciudad de Valencia. Fuente: Elaboración propia.	16
Ilustración 11: Mapa de barrios de la ciudad de Valencia. Fuente: Elaboración propia.	17
Ilustración 12: Mapa de barrios de la ciudad de Valencia que van a ser estudiados. Fuente: Elaboración propia.	18
Ilustración 13: Estructura del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	19
Ilustración 14: KPIs preseleccionados. Fuente: Elaboración propia.	20
Ilustración 15: KPIs seleccionados para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.	22
Ilustración 16: Mapa tramos sensorizados. Fuente: Elaboración propia.	25
Ilustración 17: Mapa de los cuadrantes para el cálculo. Fuente: Elaboración propia. ...	27
Ilustración 18: Mapa de las zonas de transporte de los barrios de estudio. Fuente: Elaboración propia.	29
Ilustración 19: Mapa de emisiones de CO ₂ anuales matriz Origen-Destino. Fuente: Elaboración propia.	31
Ilustración 20: Mapa de emisiones de NO _x anuales matriz Origen-Destino. Fuente: Elaboración propia.	31
Ilustración 21: Mapa de emisiones de PM anuales matriz Origen-Destino. Fuente: Elaboración propia.	32
Ilustración 22: Variación del tipo de vehículos entre 2016 y 2021. Fuente: Elaboración propia.	33
Ilustración 23: Variación en el número de vehículos por variación en la regulación tecnológica. Fuente: Elaboración propia.	34
Ilustración 24: Gráfica de evolución por año de la emisión de CO ₂ medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.	41
Ilustración 25: Gráfica de evolución por año de la emisión de NO _x medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.	41
Ilustración 26: Gráfica de evolución por año de la emisión de PM medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.	42

Ilustración 27: Representación de las emisiones de toneladas de CO ₂ por año. Fuente: Elaboración propia.....	43
Ilustración 28: Representación de las emisiones de toneladas de NO _x por año. Fuente: Elaboración propia.....	44
Ilustración 29: Representación de las emisiones de toneladas de PM por año. Fuente: Elaboración propia.....	45
Ilustración 30: Mapa de emisiones de CO ₂ del año 2017 por barrios (espiras). Fuente: Elaboración propia.....	46
Ilustración 31: Mapa de emisiones de NO _x del año 2017 por barrios (espiras). Fuente: Elaboración propia.....	46
Ilustración 32: Mapa de emisiones de PM del año 2017 por barrios (espiras). Fuente: Elaboración propia.....	47
Ilustración 33: Mapa de comparación de las emisiones de CO ₂ . Fuente: Elaboración propia.	48
Ilustración 34: Mapa de comparación de los valores de CO ₂ respecto a los resultados de la matriz Origen - Destino. Fuente: Elaboración propia.	48
Ilustración 35: Mapa de comparación de las emisiones de NO _x . Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 36: Mapa de comparación de los valores de NO _x respecto a los resultados de la matriz Origen - Destino. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 37: Mapa de comparación de las emisiones de PM. Fuente: Elaboración propia.	50
Ilustración 38: Mapa de comparación de los valores de PM respecto a los resultados de la matriz Origen - Destino. Fuente: Elaboración propia.....	50
Ilustración 39: Vías de entrada y salida en la ciudad de Valencia (número de carriles + Intensidad Media Diaria). Fuente: https://valenciaperlaire.org/vias-de-entradas-y-salidas-en-la-ciudad-de-valencia-no-carriles-imd/	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Listado de barrios de la ciudad de Valencia. Fuente: Elaboración propia.	16
Tabla 2: Variables consideradas para categorizar la flota de vehículos. Fuente: Elaboración propia.....	23
Tabla 3: Factores de emisión por tipo de vehículo. Fuente: Costea, 2023.	25
Tabla 4: Coordenadas X,Y de los cuadrantes para el cálculo. Fuente: Elaboración propia.	28
Tabla 5: Resultados del cálculo de emisiones por barrios de la matriz origen-destino. Fuente: Jiménez, 2023.	30
Tabla 6: Número de vehículos clasificados por tipo de combustible en 2016 y 2021. Fuente: Elaboración propia.....	33
Tabla 7: Resultado cálculo de espiras 2016. Fuente: Elaboración propia.....	35
Tabla 8: Resultado cálculo de espiras 2017. Fuente: Elaboración propia.....	36
Tabla 9: Resultado cálculo de espiras 2018. Fuente: Elaboración propia.....	37
Tabla 10: Resultado cálculo de espiras 2019. Fuente: Elaboración propia.....	38
Tabla 11: Resultado cálculo de espiras 2020. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 12: Resultado cálculo de espiras 2021. Fuente: Elaboración propia.....	40
Tabla 13: Resultado cálculo de espiras total medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.....	41
Tabla 14: Esquema del agrupamiento de los puestos de trabajo por grupo profesional y nivel salarial. Fuente: Boletín Oficial del Estado.	53
Tabla 15: Tabla salarial y plus convenio del año 2023. Fuente: Boletín Oficial del Estado.	53
Tabla 16: Nivel salarial de un ingeniero en Geomática y Topografía. Fuente: Elaboración propia.....	53
Tabla 17: Cálculo del salario por horas de un ingeniero en Geomática y Topografía. Fuente: Elaboración propia.....	55
Tabla 18: Horas y coste por actividades realizadas. Fuente: Elaboración propia.	55
Tabla 19: Grado de relación del trabajo con los ODS. Fuente: Elaboración propia.	58

GLOSARIO

- CMI → Cuadro de Mando Integral.
- CO₂ → Dióxido de Carbono.
- DGT → Dirección General de Tráfico.
- EEV → Vehículos Ecológicos Mejorados.
- EF → Factor de Emisión.
- GEI → Gases de Efecto Invernadero.
- GLP → Gas Licuado del Petróleo.
- GNC → Gas Natural Comprimido.
- GNL → Gas Natural Licuado.
- ITA → Intensidad de Tráfico Aforado.
- JRC → *Joint Research Center*.
- KPI → *Key Performance Indicators*.
- NO_x → Óxidos de Nitrógeno.
- ODS → Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- OMS → Organización Mundial de la Salud.
- ONG → Organización No Gubernamental.
- PM → Material Particulado.
- PMoMe → Plan de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia.
- RW → Pesos Relativos.
- SUV → Vehículo Utilitario Deportivo.

1. Introducción

Este Trabajo de Fin de Grado se desarrolla en la *Càtedra de Governança de la Ciutat de València (Dades València)* de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) financiada por la concejalía de Transparencia y Gobierno Abierto. Además, se realiza en colaboración con la Cátedra de Transición Energética Urbana. El presente trabajo se enmarca dentro de un Acuerdo de Colaboración firmado entre el *Joint Research Center (JRC)* de la Comisión Europea, el *Ajuntament de València* y la UPV dentro del programa *Community of Practices on Cities (COP on Cities)*. Disponible online:

https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/cop-cities_newsletter_may_2020.pdf



Ilustración 1: Logo Dades València. Fuente: <https://dadesvalencia.webs.upv.es/>



Ilustración 2: Logo Cátedra de Transición Energética Urbana. Fuente: <https://catenerg.webs.upv.es/>



Ilustración 3: Logo JRC. Fuente: https://commission.europa.eu/index_en

El programa CoP-CITIES es una iniciativa que permite a ciudades, redes de ciudades, instituciones académicas y ONGs intercambiar información y conocimientos sobre problemas urbanos y así prever nuevos problemas y producir pruebas científicas para una política urbana sólida.

Este trabajo se desarrolla en el marco del proyecto “Airluisa Monitorización Calidad Aire (INNEST/2021/263). (01/07/21 - 30/06/23). I+D Colaborativa competitiva. AGENCIA VALENCIANA DE LA INNOVACION”, donde se pretende producir inventarios locales de emisiones y mapas de calidad del aire para facilitar la transparencia de gobierno en la toma de decisiones del control de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y otros contaminantes, con el objetivo de mejorar la calidad del aire.

Como se puede apreciar en la siguiente ilustración, el proyecto AirLUISA requiere diversos orígenes de datos para alcanzar el objetivo propuesto. Este trabajo se enfoca en la metodología de cálculo basada en las espiras electromagnéticas, también llamadas lazos de inducción, que son los dispositivos utilizados para medir y calcular emisiones.

Su funcionamiento se basa en la generación de campos magnéticos y la inducción de corrientes eléctricas.

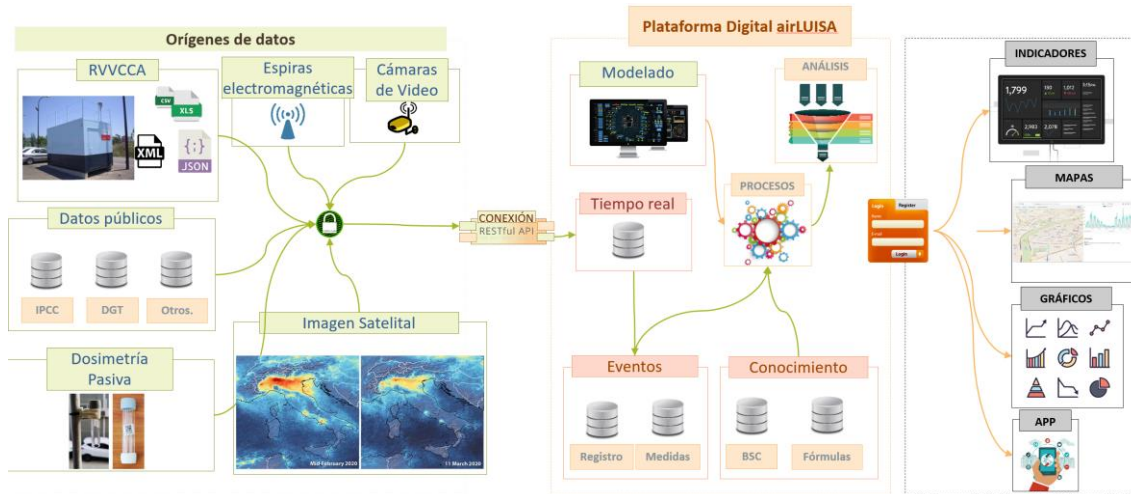


Ilustración 4: Esquema del proyecto colaborativo AirLUISA. Fuente: Proyecto AirLUISA.

Este trabajo se lleva a cabo de manera colaborativa, donde los proyectos “Análisis de las emisiones derivadas de la movilidad del área metropolitana de Valencia” (Costea, 2023) y “Cálculo de la huella de carbono de la movilidad por barrios de la ciudad de Valencia” (Jiménez, 2023) han contribuido con datos para su realización.

1.1 Antecedentes

En la actualidad, el cambio climático es una gran preocupación para el medio ambiente y la salud de las personas, siendo uno de los mayores retos a los que se enfrenta la humanidad debido a sus efectos negativos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la mayoría de la población mundial respira un aire que contiene niveles altos de contaminantes, afectando gravemente a la salud e incluso provocando muertes prematuras.

Este problema obliga a los organismos internacionales y nacionales a implementar medidas que atenúen las causas y disminuyan sus efectos. Es esencial crear estrategias a largo plazo que limiten las emisiones de GEI, debido a que son el factor que más influye en el cambio climático. Resulta fundamental realizar un seguimiento de su nivel en la atmósfera, evaluar su origen e identificar posibles áreas de mejora. Por lo tanto, el cálculo de emisiones es una herramienta crucial para la transición hacia una sociedad sostenible y se puede utilizar para evaluar las inversiones realizadas o por realizar desde una perspectiva ambiental.

Durante las últimas décadas en Europa, el aumento de la flota de vehículos y la expansión de las ciudades ha provocado un incremento significativo en la cantidad de personas que viajan con vehículos, donde más del 72% de las emisiones de CO₂ en 2019 fueron causadas por el transporte (Parlamento Europeo, 2019).

Las ciudades, como principales generadoras de emisiones, son responsables del 70% de las emisiones globales. Por lo tanto, crear ecosistemas urbanos más sostenibles y transformar las ciudades es tanto un desafío como una oportunidad. Para lograr ciudades

neutrales en carbono, es necesario desarrollar estrategias que reduzcan estos impactos y considerar los diversos factores involucrados en la sostenibilidad de las ciudades. En el ámbito local, este problema se ve reflejado en el Inventario de Emisiones de la ciudad de Valencia de 2019 (*Generalitat Valenciana*, 2019):

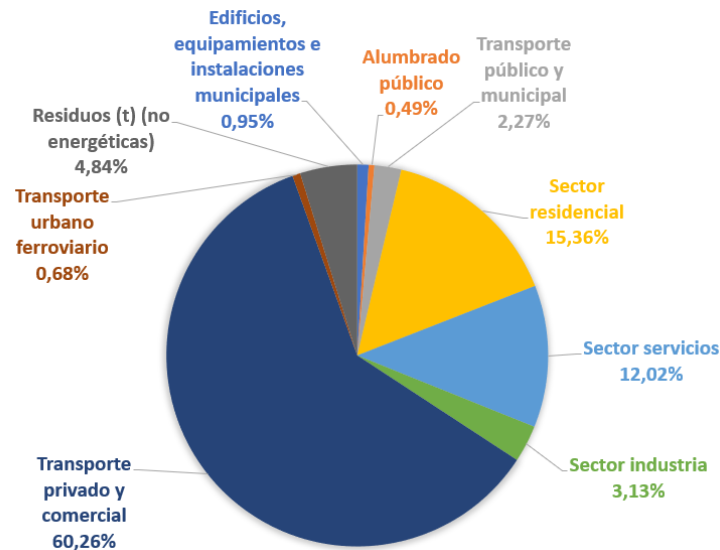


Ilustración 5: Distribución de emisiones de CO₂ por ámbito en 2019 (toneladas de CO₂). Fuente: Elaboración propia.

La descarbonización del transporte urbano es un tema amplio y complejo que ha sido objeto de varias iniciativas y proyectos. A continuación, se enumeran algunos de los principales proyectos que se han creado en este ámbito:

1. La Unión Europea ha lanzado la iniciativa **100 Ciudades Climáticamente Neutras** con el objetivo de apoyar a 100 ciudades europeas a transformar su sistémica hacia la neutralidad climática para 2030, transformándolas en centros de innovación y experimentación. La finalidad es promover el uso de fuentes de energía renovables, aumentar la eficiencia energética y promover la movilidad sostenible.

Entre las 7 ciudades españolas seleccionadas para unirse a la misión Europea se encuentra la ciudad de Valencia. Esto representa una oportunidad importante para España y un reconocimiento al trabajo importante que están realizando, consolidando su liderazgo en acción climática.

2. El **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030** establece objetivos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte y fomentar el uso de vehículos de cero emisiones.
3. El proyecto de investigación *From traffic data to GHG emissions: A novel bottom-up methodology and its application to Valencia city* crea una metodología puntera basada en datos para calcular las emisiones de GEI causadas por el transporte en la ciudad española de Valencia. El objetivo principal es ofrecer una herramienta útil para mejorar la planificación y las políticas relativas a la descarbonización del transporte urbano. El método propuesto emplea un

enfoque basado en datos que puede ser escalable y reproducible en otras ciudades y regiones para estimar las emisiones de GEI en diversos puntos de la red de transporte de Valencia utilizando datos de tráfico en tiempo real y modelos de emisiones (Mateo et al., 2021).

4. La Diputación de Valencia ha desarrollado un **Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible** (PACES). Su objetivo general es reducir las emisiones de GEI e impulsar la eficiencia energética en todas las industrias, incluido el sector del transporte. Además de fomentar el uso de energías renovables.

La principal diferencia entre este proyecto respecto a los comentados anteriormente es que se va a realizar una comparación de resultados a partir de cálculos realizados por diferentes metodologías. Esta comparación proporciona una imagen más detallada, clara y precisa de las emisiones que se producen en la ciudad, identificando las áreas donde se requiere más atención y esfuerzo para reducir las emisiones. Además, se pueden encontrar las fortalezas y debilidades de cada metodología, permitiendo la elección de la más adecuada para las necesidades específicas de la ciudad.

1.2 Justificación

La necesidad de llevar a cabo iniciativas y proyectos para la descarbonización del transporte urbano es crucial debido a la preocupación actual por el cambio climático y su impacto en la salud de las personas.

En ese sentido, la ciudad de Valencia ha presentado **Missions València 2030**, un modelo de gobernanza de la innovación que se basa en misiones para mejorar la calidad de vida de las personas. Este modelo tiene como objetivo fortalecer el ecosistema productivo, completar la digitalización y mejorar la calidad del aire.



Ilustración 6: Logo Missions València 2030. Fuente: <https://www.missionsvalencia.eu/?lang=es>.

Además, la ONU presentó la **Agenda 2030** para el Desarrollo Sostenible, la cual establece objetivos (ODS) con el fin de lograr ciudades más sostenibles, resilientes y habitables. En el contexto de la ciudad de Valencia, se plantea un escenario a medio y largo plazo donde se busca una ciudad resiliente frente a los efectos del cambio climático, con capacidad para aprovecharlo como una oportunidad para desarrollar una economía sostenible basada en la innovación, la conservación de los recursos, la preservación del entorno natural, la participación ciudadana y la solidaridad. Todo ello respaldado por una gobernanza eficiente y coordinada por parte de la administración pública.



Ilustración 7: Logo Agenda 2030. Fuente: <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/index.htm>.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030 son los siguientes:



Ilustración 8: Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

Las iniciativas globales de los ODS relacionados con el transporte tienen como objetivo promover la accesibilidad, la movilidad sostenible y la reducción de emisiones mediante la promoción de un transporte inclusivo y respetuoso con el medio ambiente.

Esto tendrá un impacto directo en la salud y el bienestar de las personas, permitiendo la reducción de la contaminación del aire (ODS 3). Donde el uso de fuentes energéticas renovables y el reaprovechamiento de materias primas tanto en la fabricación de vehículos como en el desarrollo de infraestructuras permitirá un uso más sostenible de los recursos naturales (ODS 7 y ODS 12). Además, para lograr ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), es esencial contar con una movilidad accesible que conecte a las personas sin afectar la salud y el medio ambiente. Asimismo, fomentar el transporte público y una movilidad con baja o nula huella de carbono es una palanca clave para mitigar el cambio climático (ODS 13).



Ilustración 9: ODS relacionados con el transporte. Fuente: Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

1.3 Localización

La zona en la cual se llevará a cabo el trabajo es la ciudad de Valencia, ubicada en la costa este de España. Es la tercera ciudad más grande del país con casi 800.000 habitantes (INE, 2023). Su clima mediterráneo, caracterizado por veranos calurosos e inviernos suaves, puede influir en la demanda de transporte en distintas épocas del año.

La Comunidad Valenciana cuenta con una amplia red de infraestructuras de transporte, incluyendo carreteras, ferrocarriles, aeropuertos y puertos. Mientras que, en el ámbito

municipal, existen 6 líneas de metro y 4 de tranvía (Metrovalencia), 45 líneas de autobús municipal (EMT Valencia), trenes de cercanías (Renfe), autobuses urbanos (Metrobús), sistema de Taxis y un servicio de alquiler de bicicletas públicas (Valenbisi).



Ilustración 10: Mapa de situación de la ciudad de Valencia. Fuente: Elaboración propia.

La ciudad se encuentra dividida administrativamente en un total de 88 barrios, a los cuales se les ha asignado un código identificador con el objetivo de distinguirlos entre sí:

codbarrio	nombre	codbarrio2	nombre2
1	AIORA	45	LA FONTETA S.LLUIS
2	ALBORS	46	LA FONTSANTA
3	ARRANCAPINS	47	LA GRAN VIA
4	BENICALAP	48	LA LLUM
5	BENIFARAIG	49	LA MALVA-ROSA
6	BENIFERRI	50	LA PETXINA
7	BENIMACLET	51	LA PUNTA
8	BENIMAMET	52	LA RAIOSA
9	BETERO	53	LA ROQUETA
10	BORBOTO	54	LA SEU
11	CABANYAL-CANYAMELAR	55	LA TORRE
12	CAMI DE VERA	56	LA VEGA BAIXA
13	CAMI FONDO	57	LA XEREA
14	CAMI REAL	58	LES CASES DE BARCENA
15	CAMPANAR	59	LES TENDETES
16	CARPESA	60	MAHUELLA-TAULADELLA
17	CASTELLAR-L'OLIVERAL	61	MALILLA
18	CIUTAT DE LES ARTS I DE LES CIENCIES	62	MARXALENES
19	CIUTAT FALLERA	63	MASSARROJOS
20	CIUTAT JARDI	64	MESTALLA
21	CIUTAT UNIVERSITARIA	65	MONTOLIVET
22	EL BOTANIC	66	MORVEDRE
23	EL CALVARI	67	NA ROVELLA
24	EL CARME	68	NATZARET
25	EL FORN D'ALCEDO	69	NOU MOLES
26	EL GRAU	70	PATRAIX
27	EL MERCAT	71	PENYA-ROJA
28	EL PALMAR	72	PINEDO
29	EL PERELLONET	73	POBLE NOU
30	EL PILAR	74	RAFALELL-VISTABELLA
31	EL PLA DEL REMEI	75	RUSSAFA
32	EL SALER	76	SAFRANAR
33	ELS ORRIOLS	77	SANT ANTONI
34	EN CORTS	78	SANT FRANCESC
35	EXPOSICIO	79	SANT ISIDRE
36	FAITANAR	80	SANT LLORENS
37	FAVARA	81	SANT MARCELLI
38	JAUME ROIG	82	SANT PAU
39	L'AMISTAT	83	SOTERNES
40	L'HORT DE SENABRE	84	TORMOS
41	L'ILLA PERDUDA	85	TORREFIEL
42	LA CARRASCA	86	TRES FORQUES
43	LA CREU COBERTA	87	TRINITAT
44	LA CREU DEL GRAU	88	VARA DE QUART

Tabla 1: Listado de barrios de la ciudad de Valencia. Fuente: Elaboración propia.

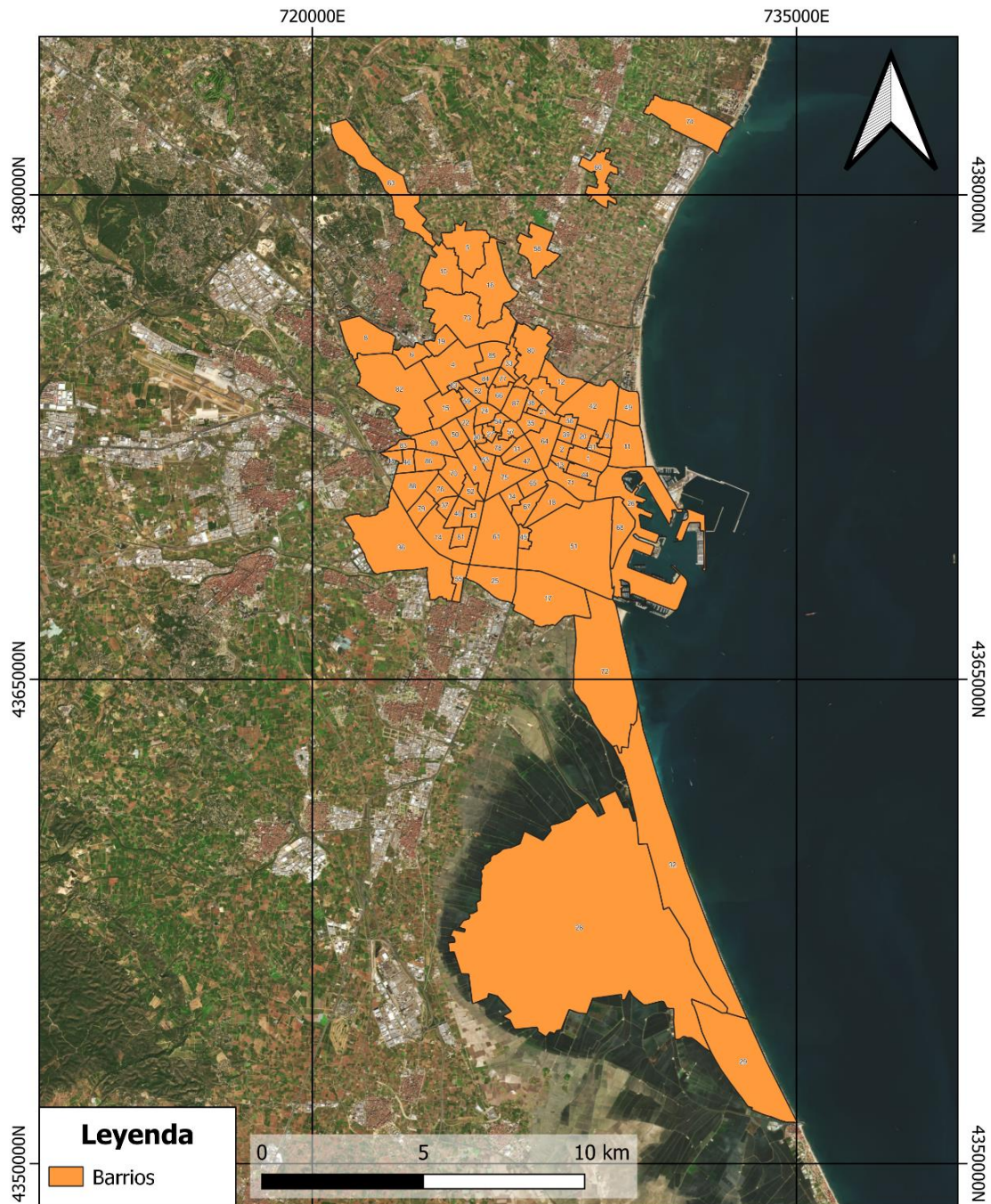


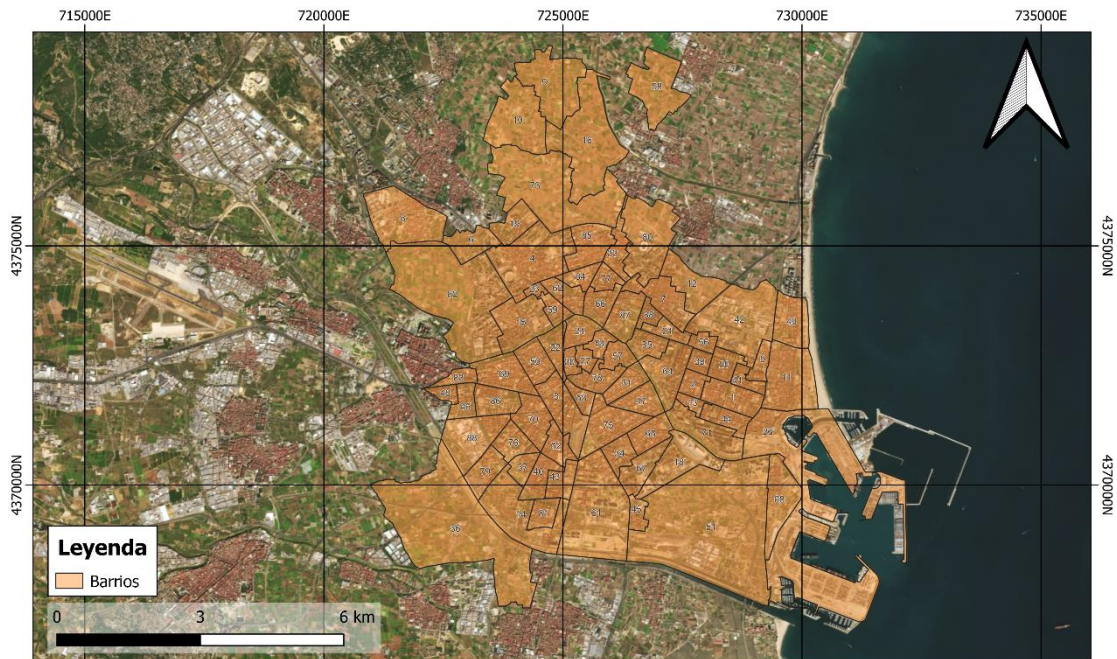
Ilustración 11: Mapa de barrios de la ciudad de Valencia. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los barrios seleccionados para llevar a cabo el estudio son los que se muestran en la ilustración 12. La justificación de la zona de estudio se encuentra en el apartado 3.4, titulado “Descripción de la red de carreteras y modelo de cálculo”.

Los **barrios excluidos** del estudio, con su correspondiente código, son los siguientes:

- 17 → Castellar - l’Oliveral.
- 25 → El Forn d’Alcedo.
- 27 → El Mercat.
- 28 → El Palmar.
- 29 → El Perellonet.

- 32 → El Saler.
- 55 → La Torre.
- 60 → Mahuella - Tauladella.
- 63 → Massarrojos.
- 72 → Pinedo.
- 74 → Rafalell - Vistabella.



Il·lustració 12: Mapa de barrios de la ciutat de València que van a ser estudiats. Fuente: Elaboración propia.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es identificar los conjuntos de datos para realizar un cuadro de mando donde se geolocalizarán los indicadores KPIs que se van a calcular para descarbonizar la movilidad de Valencia.

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

OE1 → Identificación de los KPI seleccionados para formar parte del Cuadro de Mando Integral (CMI).

OE2 → Analizar y categorizar la flota de vehículos.

OE3 → Determinar los factores de emisión para los contaminantes.

OE4 → Describir la red de carreteras y el modelo de cálculo.

OE5 → Comparación de los resultados del cálculo de las espiras con el de la matriz origen-destino.

3. Materiales y métodos

Los inventarios de emisiones de tráfico para el cálculo de emisiones pueden seguir enfoques *top-down* o *bottom-up*. El alcance geográfico, el nivel de detalle y la disponibilidad de los datos determinan el uso de estos métodos (Colville et al., 2001). El enfoque *top-down* se centra en emisiones locales a nivel nacional, utilizando estadísticos agregados. Mientras que el de *bottom-up* requiere grandes conjuntos de datos y procesos informáticos.

El empleado en este proyecto es el de *bottom-up* debido a que es más adecuado para ciudades y distritos. Los inventarios son las herramientas comúnmente utilizadas en Europa y se han realizado varios estudios con este método, como por ejemplo, el estudio sobre la evolución de las emisiones de CO₂ en Madrid (Beelen et al., 2009), donde se utilizan herramientas para calcular las emisiones de tráfico por carretera.

La estructura que sigue este proyecto es la siguiente:

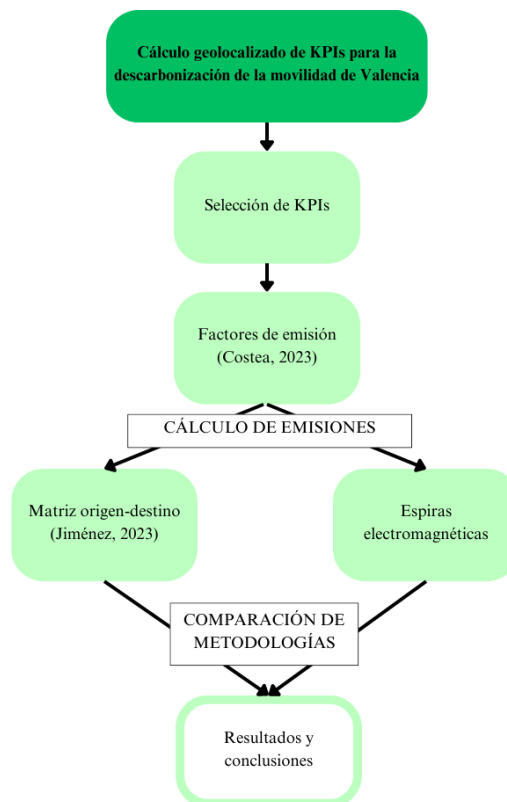


Ilustración 13: Estructura del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

3.1 Identificación de los KPI seleccionados para formar parte del Cuadro de Mando Integral (CMI).

Los **KPI**, traducidos como Indicadores Clave de Desempeño o Indicadores Clave de Actuación, son un conjunto de herramientas útiles en la medición de variables establecidas sobre factores que presentan un gran impacto, en este caso, relacionados con la movilidad y la descarbonización. Proporcionan una forma cuantitativa de estandarizar y evaluar el estado de un proceso específico.

Deben tener cualidades específicas, medibles, alcanzables y realistas. Además, es importante considerar diferentes criterios de selección para su identificación y selección. Estos criterios incluyen la importancia del indicador a la hora de proporcionar información clave, su sencillez y claridad para ser comprendido con facilidad, su representación de las etapas clave del proceso, su facilidad de investigación, comparabilidad con puntos de referencia y la capacidad de generar procedimientos de forma coherente y económica. Además, algunos indicadores pueden presentar problemas prácticos que los hacen cuestionables o inadecuados (Ríos Jacobo, 2019).

Estos indicadores están estrechamente relacionados con el CMI, el cual es una herramienta de gestión que ayuda en la toma de decisiones, proporcionando información periódica sobre objetivos previamente establecidos. Permite examinar las relaciones entre los distintos indicadores y traducir la estrategia de la organización en objetivos concretos [Kaplan et al., 2019).

La elección de los indicadores se ha realizado en colaboración con la Cátedra de Transición Energética Urbana. Se ha llevado a cabo una preselección de 10 indicadores, que incluyen 5 relacionados con las emisiones de GEI, 2 económicos y 3 sociales. Estos se utilizan para realizar un estudio para evaluar y analizar la situación de la ciudad en términos de sostenibilidad y descarbonización en una variedad de áreas, como energía, residencial, transporte, comercial/industrial y residuos.

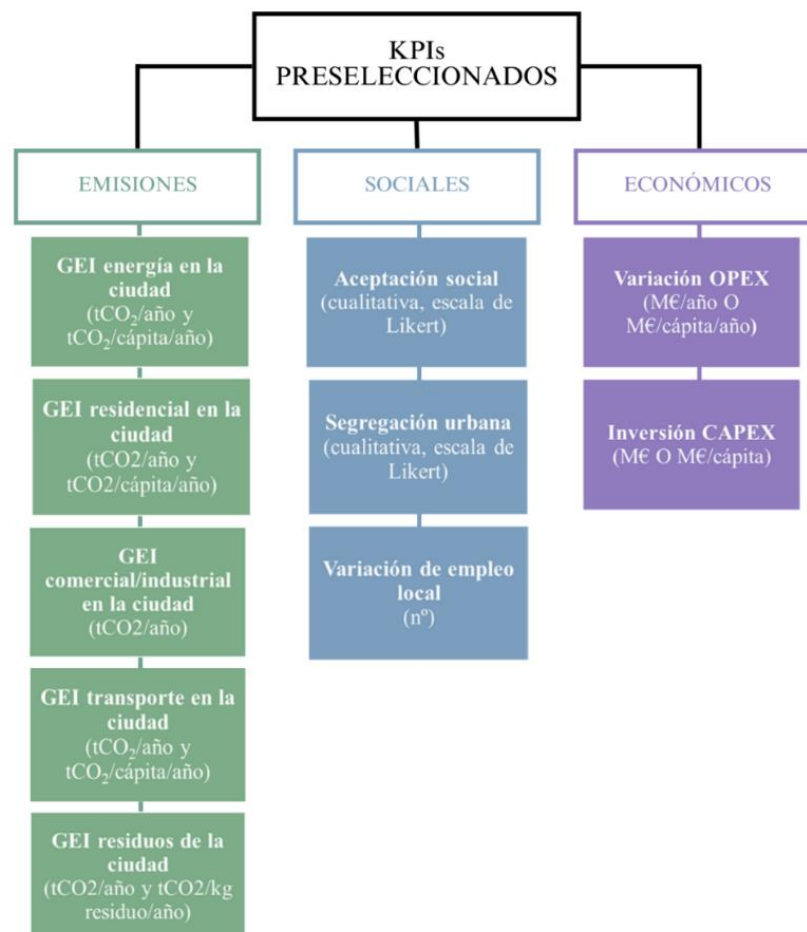


Ilustración 14: KPIs preseleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores relacionados con las **emisiones de GEI** han sido preseleccionados en base a que son los principales sectores contribuyentes a las emisiones de contaminantes de las ciudades.

La energía y las emisiones de gases presentan un papel importante en varios sectores y tienen un impacto significativo en el medio ambiente. En particular, la generación de energía a partir de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, provoca la emisión de grandes cantidades de gases contaminantes. Las emisiones totales incluyen no solo la producción de energía, sino también el consumo de energía en los hogares, como la calefacción, la refrigeración y la electrificación.

Otro factor importante es el sector comercial e industrial. Los procesos de fabricación, el funcionamiento de maquinaria y equipos, la iluminación y la climatización de edificios comerciales e industriales son algunos de los factores que generan emisiones significativas. Además, como resultado del transporte de personas y mercancías por medio de vehículos de motor que utilizan combustibles fósiles, el transporte también es una fuente importante de emisiones.

No obstante, las emisiones de gases de efecto invernadero no son solo el resultado de la producción y el consumo de energía. Este problema también se debe a una mala gestión de residuos, donde la falta de sistemas adecuados de tratamiento y disposición puede causar la liberación de GEI a la atmósfera.

El ámbito **social** es clave, ya que la aceptación social, la segregación urbana y la variación de empleo pueden influir en la implementación de medidas de descarbonización.

La aceptación social es crucial para lograr una transición exitosa hacia una ciudad descarbonizada, debido a que se enfrenta la aceptación y apoyo de la sociedad en general. Esto implica que los ciudadanos comprendan la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y estén dispuestos a adoptar cambios en sus estados de vida y comportamientos. Incluyendo la adopción de tecnologías más limpias, el uso del transporte público en lugar de los vehículos privados, y la reducción del consumo de energía en los hogares. Sin la aceptación social, las políticas y medidas de descarbonización pueden enfrentar resistencia y ser menos efectivas.

La segregación urbana se refiere a la separación espacial de diferentes grupos socioeconómicos dentro de una ciudad. Es importante abordarla en el contexto de la descarbonización, ya que las comunidades desfavorecidas enfrentan una mayor exposición a los impactos negativos del cambio climático y las emisiones contaminantes. Para lograr una descarbonización equitativa, es fundamental asegurar que las medidas de mitigación y adaptación alcancen a todas las comunidades, especialmente a las más afectadas.

La descarbonización de la ciudad implica la transformación de oportunidades laborales. Algunas industrias contaminantes pueden ser afectadas por la transición hacia una economía baja en carbono, lo que puede provocar cambios en el empleo.

Por último, el ámbito **económico** juega un papel importante en este proceso, particularmente en lo que respecta a la variación OPEX y la inversión CAPEX.

La variación OPEX puede ser necesaria para reducir los costos de energía y aumentar la eficiencia energética, mientras que la inversión CAPEX se utilizará para adquirir tecnologías y equipos que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero. Los programas conocidos como inversiones en el clima tienen como objetivo disminuir las emisiones y fomentar la transición hacia una economía con niveles más bajos de emisiones de carbono.

Sin embargo, teniendo en cuenta que el presente trabajo está centrado en la movilidad, se ha realizado la selección de dos de los KPIs de emisiones donde se va a realizar los cálculos del GEI energía en la ciudad y GEI transporte en la ciudad.



Ilustración 15: KPIs seleccionados para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Se necesitan indicadores precisos para la descarbonización del transporte. Estos indicadores son esenciales para medir y hacer un seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo tanto, es necesario identificar las áreas prioritarias de actuación y crear planes de éxito para una movilidad urbana respetuosa con el medio ambiente y sostenible.

- **GEI energía en la ciudad** (tCO₂/año y tCO₂/cápita/año) → mide las emisiones de GEI asociadas a la generación y consumo de energía en la ciudad, incluyendo las emisiones de combustibles fósiles utilizados en vehículos, como la gasolina y el diésel.
- **GEI transporte en la ciudad** (tCO₂/año y tCO₂/cápita/año) → mide las emisiones de GEI específicamente relacionadas con el transporte, debido al uso de vehículos motorizados que utilizan combustibles de origen fósil.

La elección de KPIs permitirá realizar un monitoreo por barrios para establecer la línea base de la ciudad. Este monitoreo se refiere a la supervisión y seguimiento en los diferentes barrios, con el objetivo de obtener datos detallados y específicos sobre el rendimiento medioambiental y del transporte. A partir de estos datos se establecerá la línea que refleja el estado inicial de los indicadores antes de implementar cualquier iniciativa de descarbonización o mejora, permitiendo seguir el proceso y evaluar los efectos de las actividades futuras.

3.2 Análisis y categorización de la flota de vehículos.

En el estudio de la flota de vehículos de una ciudad, es fundamental considerar las principales características de los diferentes vehículos. Estas incluyen el tipo de vehículo, tipo de combustible utilizado y regulación tecnológica utilizada en la fabricación del vehículo (Tabla 2), las cuales permiten analizar su impacto en el entorno urbano y brindar una visión completa de la composición de la flota.

Tipo de vehículo	Regulación tecnológica	Tipo de combustible
Coches de pasajeros Vehículos comerciales ligeros Camiones ligeros Camiones pesados Autobuses Motocicletas Ciclomotores	Convencional ECE-15.14 y anteriores Euro 1, 2, 3, 4, 5, 6-2016, 7-2017 y posteriores Euro I, II, III, IV, V, VI- 2016, VI-2017 y posteriores	Diésel Gasolina Biometano Butano Etanol Gas Licuado del Petróleo (GLP), Gas Natural Comprimido (GNC), Gas Natural Licuado (GNL) Eléctrico e híbrido Hidrógeno

Tabla 2: Variables consideradas para categorizar la flota de vehículos. Fuente: Elaboración propia.

Los datos y variables de la ciudad de estudio por año se obtuvieron del portal estadístico de la Dirección General de Tráfico (DGT, 2022) para el período de 2016-2021. Las variables relacionadas con el tipo de vehículo y el tipo de combustible se extrajeron directamente de las estadísticas. Sin embargo, la variable de regulación tecnológica se obtuvo en función del año de fabricación del vehículo, ya que es una variable disponible en la base de datos de la DGT. Como resultado, la combinación de estas tres variables da como resultado una flota de vehículos de 136 categorías distintas en la ciudad piloto examinada.

Finalmente, se calculan los pesos relativos (RW) de cada categoría en función de su porcentaje con respecto al número total de vehículos, afectados por la distancia promedio recorrida por cada categoría de vehículo en carreteras urbanas, para determinar la influencia de cada categoría de la flota de vehículos en la ciudad. Como resultado, se ha creado una base de datos con 136 categorías de automóviles según el tipo de automóvil, el tipo de combustible, la regulación tecnológica y el peso relativo (RW).

3.3 Determinación de los factores de emisión para contaminantes.

La determinación de los **factores de emisión** (EF) para contaminantes ha sido calculada en un proyecto paralelo llamado “Análisis de las emisiones derivadas de la movilidad del área metropolitana de Valencia” (Costea, 2023), desarrollado por Catalín Ioan Costea, miembro de la *Càtedra de Governança de la Ciutat de València*.

Los factores de emisión de contaminantes (EF) por categoría han sido obtenidos 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). Por lo tanto, se obtienen factores de emisión de contaminantes para los principales GEI y otros contaminantes que afectan la calidad del aire.

El EF representativo por contaminante permite calcular la emisión de cada vehículo detectado por las espiras electromagnéticas en la ciudad, siempre que se conozca la distancia del segmento de carretera monitoreado.

Los EF que se han determinado son los siguientes:

Categoría de vehículo	Subcategoría	Tecnología	Factor de emisión (g/km)
Coches de pasajeros	Gasolina mini	Euro 4 y posteriores	49
	Gasolina pequeño	PRE-ECE a lazo abierto	65
		Euro 1 y posteriores	56
	Gasolina mediano	PRE-ECE a lazo abierto	77
		Euro 1 y posteriores	66
	Gasolina grande - SUV - ejecutivo	PRE-ECE a lazo abierto	95
		Euro 1 y posteriores	86
	Diésel pequeño	Euro 4 y posteriores	38
	Diésel mediano	Convencional	63
		Euro 1 y posteriores	55
	Diésel grande – SUV - ejecutivo	Convencional	75
		Euro 1 y posteriores	73
	GLP	Convencional	59
		Euro 1 y posteriores	57
	2-tiempos	Convencional	82
Híbrido de gasolina pequeño	Euro 4	34	
Híbrido de gasolina mediano	Euro 4	34	
Híbrido de gasolina grande - SUV – ejecutivo	Euro 4	34	
E85	Euro 4 y posteriores	87	
GNC	Euro 4 y posteriores	63	
Vehículos comerciales ligeros	Gasolina	Convencional	85
		Euro 1 y posteriores	70
	Diésel	Convencional	89
		Euro 1 y posteriores	80
Camiones pesados	Gasolina > 3.5 t	Convencional	177
	≤ 7.5 t	Convencional	125
		Euro 1 y posteriores	101
	7.5 – 16 t	Convencional	182
		Euro 1 y posteriores	155
	16 – 32 t	Convencional	251
		Euro 1 y posteriores	210
	> 32 t	Convencional	297
Euro 1 y posteriores		251	
Autobuses	Autobuses urbanos de GNC	HD Euro I	555
		HD Euro II	515
		HD Euro III	455
		EEV	455
	Autobuses urbanos estándar	Convencional	366
		Euro I y posteriores	301
	Autocares estándar	Convencional	263
Euro I y posteriores		247	
Categoría L	Ciclomotores 2-tiempos < 50 cm ³	Convencional	25
		Euro 1	20
		Euro 2	20
		Euro 3 y en adelante	20
	Ciclomotores 4-tiempos < 50 cm ³	Convencional	25
		Euro 1	20
		Euro 2	20
		Euro 3 y en adelante	20
	Motocicletas 2-tiempos > 50 cm ³	Convencional	33
		Euro 1	25
		Euro 2	23
		Euro 3 y en adelante	17
	Motocicletas 4-tiempos < 250 cm ³	Convencional	32
Euro 1 y en adelante		36	

Motocicletas 4-tiempos 250 - 750 cm ³	Convencional	37
	Euro 1 y en adelante	36
Motocicletas 4-tiempos > 750 cm ³	Convencional	45
	Euro 1 y en adelante	46
Coches diésel mini	Convencional	34
	Euro 1	30
	Euro 2	30
	Euro 3	30
	Euro 4	27
	Euro 5	27
Vehículo todo terreno	Convencional	47
	Euro 1	41
	Euro 2	41
	Euro 3	41
	Euro 4	40
	Euro 5	40

Tabla 3: Factores de emisión por tipo de vehículo. Fuente: Costea, 2023.

3.4 Descripción de la red de carreteras y modelo de cálculo.

El sistema de control de tráfico de la ciudad de Valencia utiliza espiras electromagnéticas para recopilar información sobre el flujo de vehículos. Con alrededor de 3.500 lazos distribuidos en toda la ciudad de Valencia, se obtienen datos precisos del flujo de tráfico en diferentes momentos. Estos dispositivos se colocan en la calzada y producen un campo electromagnético que se interrumpe cuando un vehículo pasa por encima, permitiendo el registro del número de vehículos que circulan en intervalos de tiempo predeterminados.

Utilizando esta información, se calcula la intensidad del tráfico en 1097 segmentos de carretera monitoreados constantemente en toda la ciudad, observados en el siguiente mapa de segmentos sensorizados:

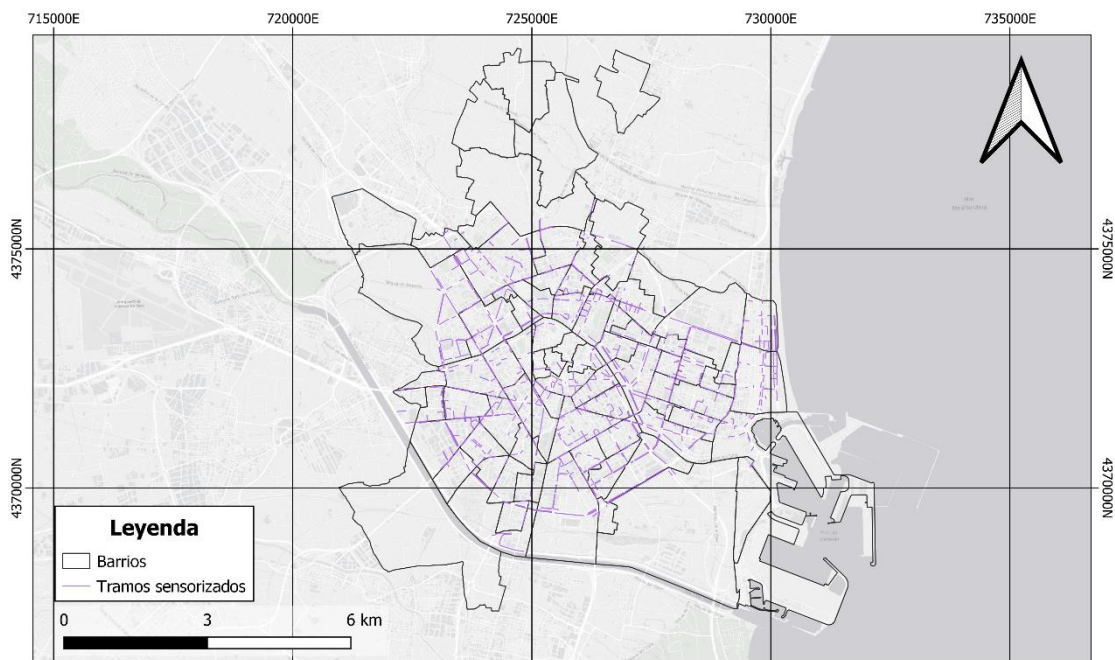


Ilustración 16: Mapa tramos sensorizados. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de emisiones es necesaria la **intensidad del tráfico** (ITA) en cada uno de estos segmentos. Para ello, se han utilizado datos históricos desde el año 2016 hasta el 2021.

El valor de ITA representa el número de vehículos que cruzan el segmento dado dentro de un período de tiempo especificado. Cada señal del sensor contribuye a los valores de intensidad de tráfico de uno o más segmentos de carretera monitoreados. La siguiente ecuación representa esta magnitud:

$$ITA_s = \sum_{i=1}^{n_s} C_{i,s} * P_{E,i} \quad (1)$$

Donde:

n_s → número variable de sensores que afecta a cada segmento de carretera medido.

$C_{i,s}$ → coeficiente que mide el efecto del sensor i -ésimo en el segmento de carretera s .

$P_{E,i}$ → salida eléctrica que representa la respuesta del sensor i -ésimo.

Las mediciones ITA se realizaban inicialmente en un periodo de 10 minutos, sin embargo, se ha aumentado a 1 hora para encontrar el equilibrio entre la resolución temporal y la gestión de datos. Esto significa que las mediciones cada 10 minutos permiten generar una gran cantidad de datos con una resolución alta, pero requieren una gran capacidad de almacenamiento y procesamiento que puede ser problemática en algunos casos. Al aumentar el intervalo de tiempo, se facilita la gestión y el procesamiento de la información, aunque haya una pérdida de detalles en esos intervalos de tiempo.

Tras calcular la intensidad de tráfico se va a definir el modelo de cálculo de emisiones. Para ello, cada tramo de carretera monitorizado va a someterse a la ecuación (2) para determinar las emisiones de los distintos contaminantes considerados.

$$E_g = (\sum_{s=1}^N ITA_s * l_s) * EF_g \quad (2)$$

Donde:

s → Segmento de Carretera monitoreado.

g → tipo de gas contaminante.

N → número total de segmentos de Carretera monitoreados incluidos en la red de carreteras.

ITA_s → Intensidad de vehículos del segmento de carretera monitoreado s en el intervalo de tiempo de 1 hora (vehículos/hora).

l_s → Longitud del segmento de carretera monitoreado s (km).

EF_g → Factor de emisión representativo para el gas contaminante g (gramos emitidos/km).

Para determinar las emisiones producidas por el transporte, los contaminantes más relevantes en la ciudad son los siguientes:

- **CO₂** → el dióxido de carbono es uno de los principales contaminantes emitidos por los automóviles propulsados por combustibles fósiles (Correa Guaicha et al., 2017).
- **NO_x** → emitidos por los vehículos que funcionan con motores de combustión interna y son un precursor del ozono troposférico y la lluvia ácida (García Molina, 2017) (Abad Escarpa, 2018).
- **PM** → pequeñas partículas sólidas o líquidas liberadas por diversos procesos, incluida la combustión de combustibles fósiles. Las partículas más pequeñas, conocidas como PM2.5, pueden penetrar en los pulmones y causar problemas de salud (Abad Escarpa, 2018).

Debido a la problemática de aquellos tramos que no están sensorizados, se ha realizado una división en **81 cuadrantes regulares** para poder extrapolar los tramos sensorizados, la categorización del tramo, del cuadrante y de los cuadrantes colindantes. Como el tráfico es continuo, se tiene conocimiento de que un cuadrante va a influir al resto.

A cada uno de ellos se les asignará el valor calculado en el centroide. Esto se debe a que se va a aplicar una técnica de interpolación, siendo un método común para estimar valores desconocidos dentro de un conjunto de datos conocidos.

Esta división por cuadrantes justifica la selección de los barrios para el estudio, con el objetivo de obtener resultados más fiables y precisos al enfocarse exclusivamente en aquellos barrios que pertenezcan a un cuadrante.

Los cuadrantes para el cálculo son los siguientes:



Ilustración 17: Mapa de los cuadrantes para el cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Coordenadas X,Y de los centroides de los cuadrantes para el cálculo:

cuadrante	X	Y	cuadrante	X	Y
0	722663,35	4369171,39	41	726975,183	4374636,5
1	722632,711	4370238,49	42	726943,895	4375703,61
2	722602,064	4371305,59	43	726912,601	4376770,73
3	722571,412	4372372,69	44	726881,3	4377837,84
4	722540,753	4373439,79	45	728248,575	4369333,76
5	722510,088	4374506,89	46	728217,166	4370400,87
6	722479,417	4375573,99	47	728185,75	4371467,98
7	722448,739	4376641,09	48	728154,327	4372535,09
8	722418,056	4377708,2	49	728122,898	4373602,2
9	723780,391	4369203,55	50	728091,462	4374669,31
10	723749,597	4370270,64	51	728060,02	4375736,42
11	723718,797	4371337,74	52	728028,572	4376803,54
12	723687,991	4372404,84	53	727997,117	4377870,65
13	723657,178	4373471,95	54	729365,627	4369366,72
14	723626,359	4374539,05	55	729334,064	4370433,83
15	723595,533	4375606,15	56	729302,493	4371500,94
16	723564,701	4376673,26	57	729270,917	4372568,05
17	723533,863	4377740,37	58	729239,334	4373635,16
18	724897,434	4369235,86	59	729207,744	4374702,28
19	724866,486	4370302,96	60	729176,148	4375769,39
20	724835,532	4371370,06	61	729144,545	4376836,51
21	724804,571	4372437,16	62	729112,936	4377903,63
22	724773,604	4373504,27	63	730482,681	4369399,84
23	724742,631	4374571,37	64	730450,964	4370466,95
24	724711,652	4375638,48	65	730419,239	4371534,06
25	724680,666	4376705,59	66	730387,509	4372601,17
26	724649,674	4377772,7	67	730355,771	4373668,29
27	726014,479	4369268,33	68	730324,028	4374735,4
28	725983,377	4370335,43	69	730292,277	4375802,52
29	725952,269	4371402,54	70	730260,521	4376869,64
30	725921,154	4372469,64	71	730228,757	4377936,76
31	725890,033	4373536,75	72	731599,738	4369433,12
32	725858,906	4374603,86	73	731567,866	4370500,23
33	725827,772	4375670,97	74	731535,988	4371567,34
34	725796,632	4376738,08	75	731504,103	4372634,46
35	725765,486	4377805,19	76	731472,212	4373701,58
36	727131,526	4369300,97	77	731440,314	4374768,7
37	727100,27	4370368,07	78	731408,409	4375835,82
38	727069,008	4371435,18	79	731376,498	4376902,94
39	727037,739	4372502,28	80	731344,581	4377970,06
40	727006,464	4373569,39			

Tabla 4: Coordenadas X,Y de los cuadrantes para el cálculo. Fuente: Elaboración propia.

El método de interpolación que se implementará es el de **Ponderación de Distancia Inversa** (IDW), el cual permite estimar los valores de las celdas de un ráster. Para ello, se utiliza el promedio de los valores de los puntos de datos de muestra cercanos a cada celda de procesamiento, donde los puntos de muestreo se ponderan linealmente de manera que su influencia disminuye a medida que aumenta la distancia. Este método es efectivo en situaciones donde los datos están distribuidos y espaciados de manera uniforme.

3.5 Comparación de los resultados del cálculo de las espiras con el de la matriz origen-destino.

Para la comparación de los resultados del cálculo de emisiones, a partir de los datos proporcionados por las espiras electromagnéticas, se van a emplear los datos resultantes del cálculo de emisiones por barrio mediante la **matriz Origen-Destino** (Jiménez, 2023). Los datos de la matriz son resultado de la realización aproximada de 35.000 encuestas a bordo de la red de transporte público y domiciliarias de movilidad (PMoMe, 2022).

El cálculo de emisiones por barrio del proyecto realizado por Carlos Jiménez García, miembro de la *Càtedra de Governança de la ciutat de València*, tiene como objetivo

partir de la matriz Origen-Destino del plan de movilidad de Valencia (2022) para calcular los desplazamientos que se realizan en toda las zonas de transporte. Tras calcular y recopilar todos los datos, se enfoca en aquellos que transitan por la ciudad de Valencia, la cual cuenta con 184 zonas de transporte, asignándolos a cada barrio de estudio.

Las 170 zonas de transporte que pertenecen a los barrios de estudio del municipio de Valencia son las siguientes:

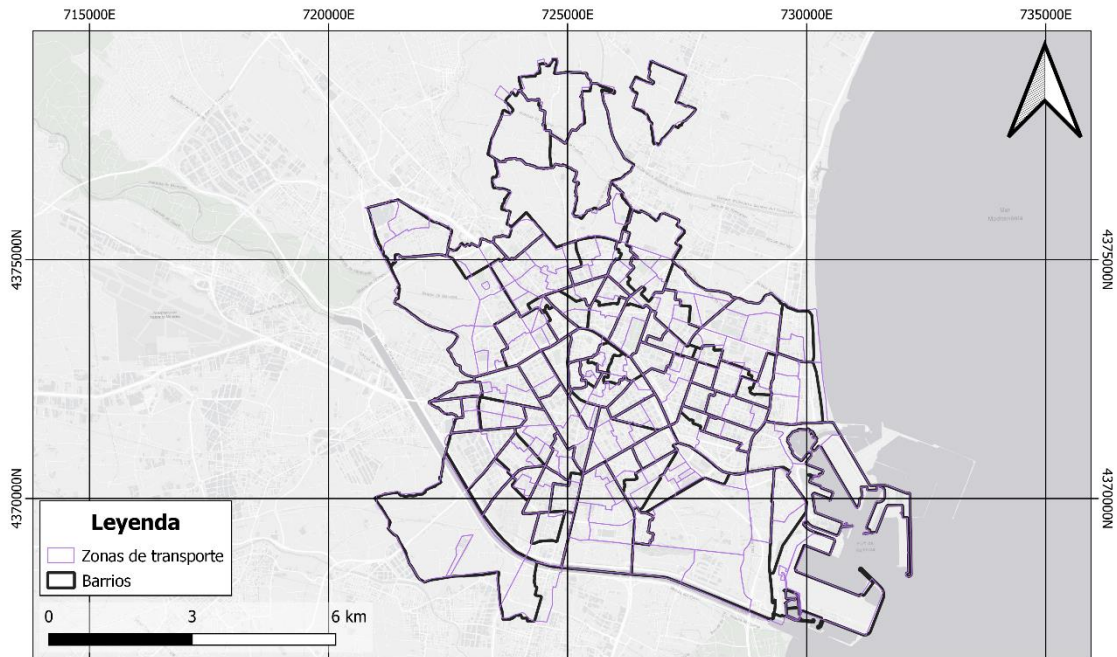


Ilustración 18: Mapa de las zonas de transporte de los barrios de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el mapa anterior, las zonas de transporte no coinciden con los límites de los barrios. Esto se debe principalmente a que, según se indica en el Plan de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (PMoMe, 2022), deben ser compatibles con la menor división administrativa (secciones censales) y homogéneas desde un punto de vista poblacional y funcional.

Los datos resultantes de esta metodología son diarios (tabla 5), mientras que los obtenidos en el presente proyecto son anuales. Es por eso por lo que, para poder comparar ambos conjuntos de datos, se multiplican los resultados obtenidos de la matriz por 365 días para que estos también sean anuales.

Por otra parte, los datos obtenidos mediante las espiras están representados en un mapa de calor, mientras que los datos de la matriz están expresados en valores por barrio. Por lo tanto, para poder comparar los valores resultantes de ambas metodologías, se ha dividido el mapa de calor por barrios y se ha calculado el valor medio de emisiones.

Los datos de la matriz corresponden al año 2017, conforme señala el PMoMe. Por lo tanto, la comparación se realiza con los datos calculados para ese año.

Las siguientes ilustraciones muestran mapas de emisiones anuales por barrios de diferentes contaminantes, la ilustración 19 representa las toneladas de CO₂, la ilustración 20 toneladas NO_x y la ilustración 21 toneladas de PM.

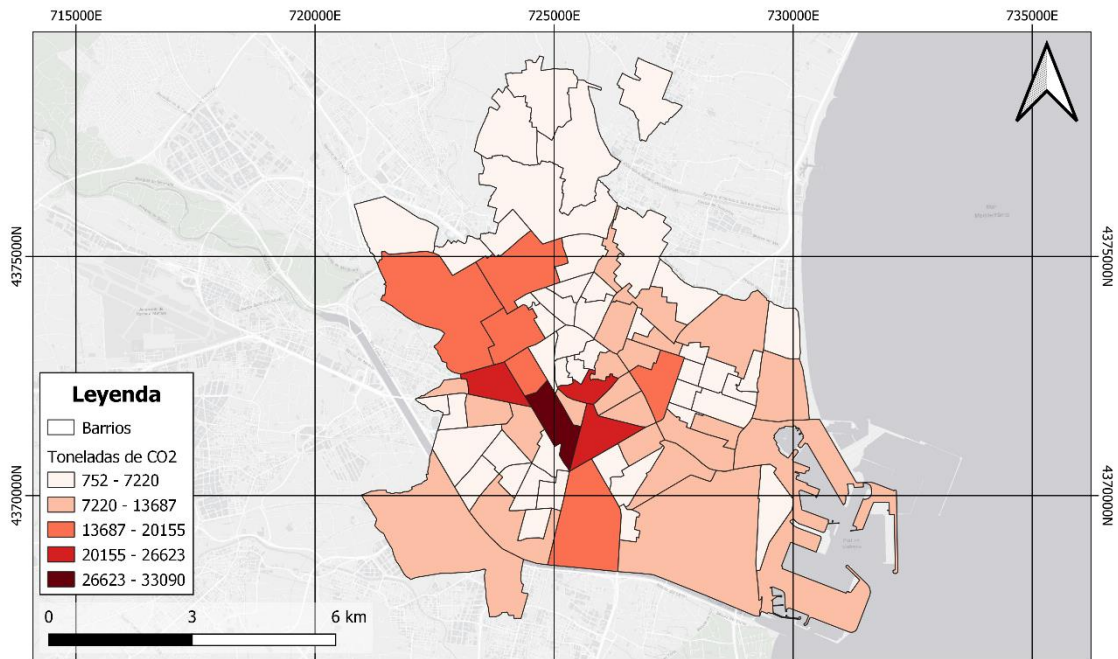


Ilustración 19: Mapa de emisiones de CO₂ anuales matriz Origen-Destino. Fuente: Elaboración propia.

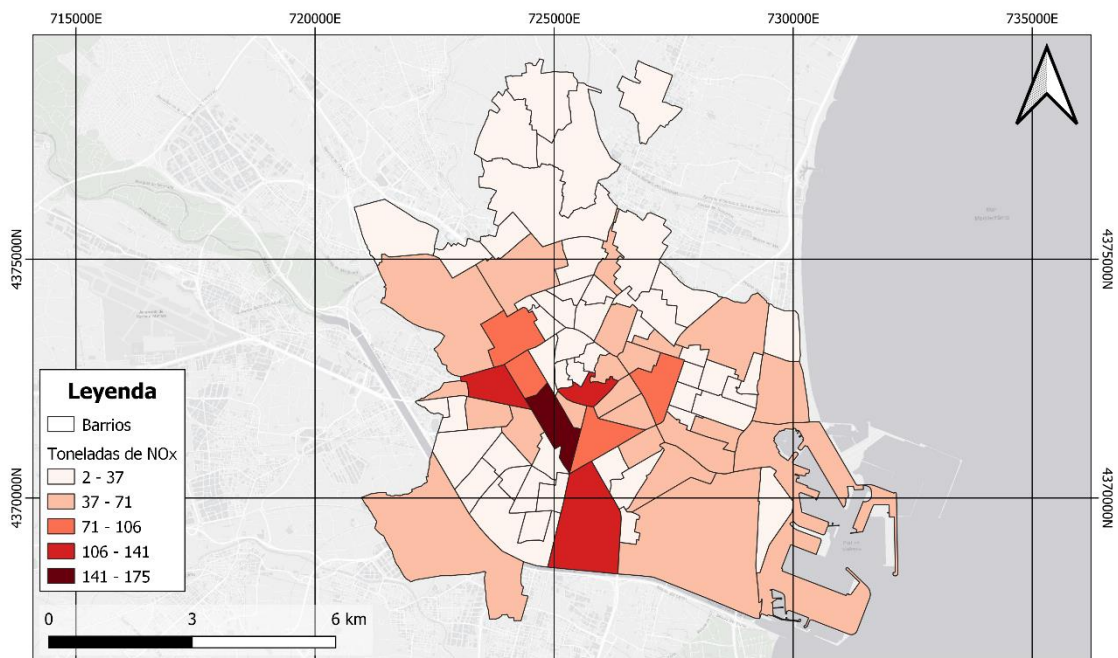


Ilustración 20: Mapa de emisiones de NO_x anuales matriz Origen-Destino. Fuente: Elaboración propia.

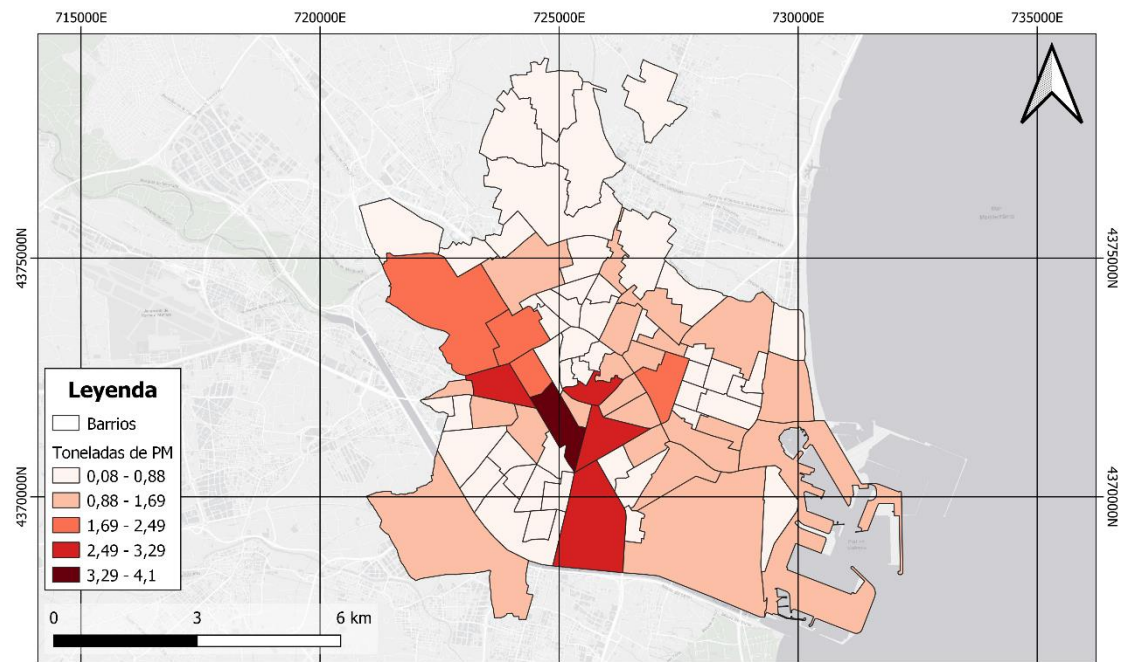


Ilustración 21: Mapa de emisiones de PM anuales matriz Origen-Destino. Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

4.1 Resultados del análisis y categorización de la flota de vehículos

Se analiza la variación en las principales características consideradas del parque vehicular de 2016 a 2021. En primer lugar, el número total de vehículos ha aumentado de 495.931 en 2016 a 500.731 en 2021. Sin embargo, la proporción de número de vehículos por habitante ha disminuido de 0,628 en 2016 a 0,626 en 2021.

Variaciones en el tipo de vehículo

La variación por tipo de vehículo en 2021 en comparación con 2016 se puede ver en la ilustración 22. Los coches de pasajeros siguen representando más del 72% del total de vehículos del municipio. El número de coches de pasajeros, motocicletas y vehículos comerciales ligeros ha aumentado un 1,5%, 9% y 7,5% respectivamente. Por otro lado, el número de camiones ligeros y ciclomotores ha disminuido un 8,8% y 12,5% respectivamente.

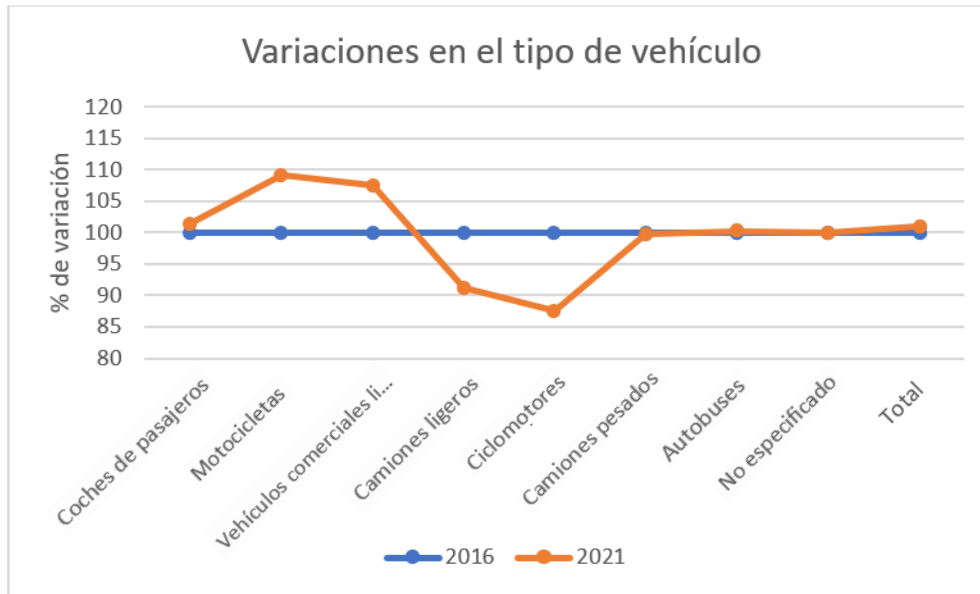


Ilustración 22: Variación del tipo de vehículos entre 2016 y 2021. Fuente: Elaboración propia.

Variaciones en el tipo de combustible

Los combustibles tradicionales siguen representando más del 99% del total del parque vehicular. Sin embargo, su peso relativo ha disminuido ligeramente, pasando de un 99,82% en 2016 a un 99,31% en 2021. Además, las tendencias en gasolina y diésel son completamente opuestas. Los vehículos diésel han disminuido un 7,71%, mientras que los vehículos de gasolina han aumentado un 7,5% (tabla 6).

Los combustibles alternativos (GLP, GNC, butano, GNL, biometano, hidrógeno y etanol) representaron un 0,04% del total en 2016 y un 0,3% en 2021.

Por último, los vehículos eléctricos e híbridos han aumentado un 300% (de 432 en 2016 a 1.781 en 2021). Específicamente, los vehículos eléctricos e híbridos representaron un 0,08% del total de vehículos en 2016 y un 0,35% en 2021.

Tipo de combustible	2016	2021	Variación
Gasolina	264.810	284.813	+7,55
Diésel	230.258	212.509	-7,71
Eléctrico / Híbrido	432	1.781	+312,27
GLP	109	1.199	+999,57
GNC	32	287	+796,88
Butano	50	14	-72,00
GNL	4	5	+25,00
Biometano	1	3	+200,00
Hidrógeno	0	2	-
Etanol	1	1	0,00
No especificado	234	117	-50,00
Total	495.931	500.731	+0,97

Tabla 6: Número de vehículos clasificados por tipo de combustible en 2016 y 2021. Fuente: Elaboración propia.

Variaciones en la variación de la regulación tecnológica

La variación del número de vehículos clasificados por regulación tecnológica (relacionada con el año de fabricación) se puede observar en la ilustración 23. Los vehículos Pre-Euro 1/I (Convencionales/ECE-15.14 y anteriores) han disminuido un 5% de 2016 a 2021. Luego, el número de vehículos Euro 1/I y Euro 2/II ha aumentado un 44%. Este aumento podría deberse al crecimiento del mercado de automóviles usados de 2016 a 2019, cuando fue detenido por la pandemia de COVID-19 (*Mordor Intelligence*, 2023). Luego, los vehículos Euro 3/III y Euro 5/V han disminuido un 23% y un 27% respectivamente. Finalmente, los vehículos Euro 6/VI se han duplicado.

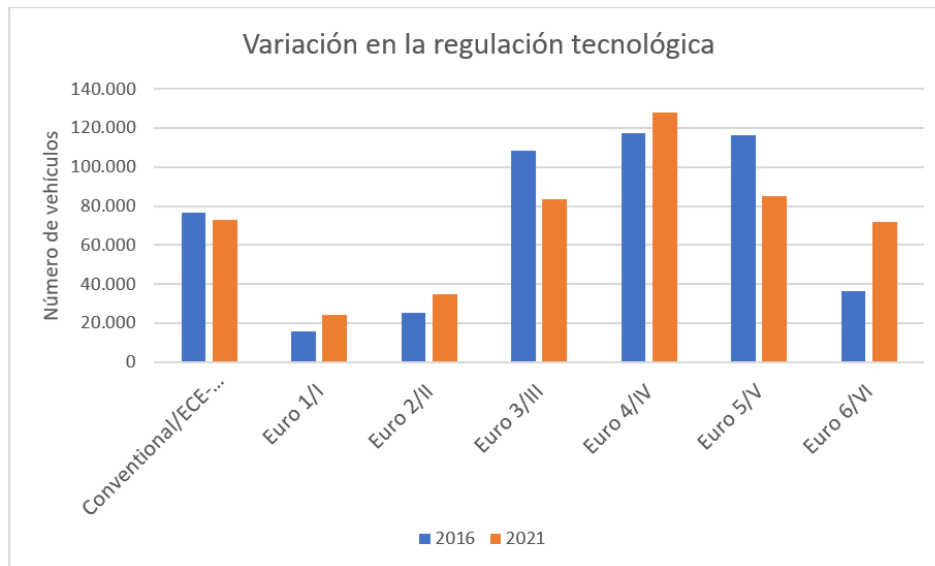


Ilustración 23: Variación en el número de vehículos por variación en la regulación tecnológica. Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados del cálculo de emisiones a partir de las espiras electromagnéticas

Los resultados de la metodología desarrollada aplicada a la ciudad de Valencia se describen y discuten en esta sección. Para ello, es esencial conocer el significado de cada uno de los campos de las tablas de resultados:

- **cuadrante** → código identificador del cuadrante.
- **num_calles_totales** → número de calles que se encuentran dentro del cuadrante.
- **num_calles_senso** → número de calles sensorizadas dentro del cuadrante.
- **media_dista_tramo** → distancia media de los tramos.
- **flujo_medido** → monitoreo del flujo vehicular.
- **flujo_medio** → media del flujo medido.
- **CO2_real** → medida de CO₂ en gramos.
- **NOX_real** → medida de NO_x en gramos.
- **PM_real** → medida de PM en gramos.

Resultados del cálculo de emisiones, medidas en gramos, del año 2016:

cuadrante	num_calles_totales	num_calles_senso	media_dista_tramo	flujo_medido	flujo_medio	CO2_real	NOX_real	PM_real
0	10	0	582,2054	0	3138592,847	390349044	12937324,4	676103,11
1	52	2	283,3185344	11689197	2821297,474	8879103551	29427981,1	1537902,96
2	108	6	117,8669054	28768568	4235719,979	11520159047	38181221,8	1995346,34
3	94	6	131,8718028	44077023	4288904,176	11357115718	37640847,9	1967106,46
4	14	3	195,1268942	17589917	4249434,234	2479808765	8218821,3	429514,672
5	41	2	192,3086682	9532874	2505625,249	4220274934	13987242,1	730971,691
6	80	0	153,0731133	0	1375754,782	3598917107	11927878,1	623349,56
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	47	0	376,5200593	0	3321624,822	12556785176	41616908,1	2174894,91
10	136	25	134,6950675	89279501	3607547,075	14117068381	46788149,1	2445143,39
11	242	47	121,4032095	122291798	4221291,262	26493099079	87805983,3	4588730,76
12	216	30	143,7397139	145139962	4621228,995	30649961098	101583056	5308719,04
13	235	20	133,7562604	78110867	4006143,243	26899881387	89154180,4	4659187,39
14	205	22	144,3699537	75862334	3470522,653	21941558518	72720828,7	3800382,29
15	64	4	175,7139787	3699443	2117773,7	5087538959	16861612,1	881185,945
16	6	0	578,2506807	0	1319119,3	977672474,6	3240296,38	169337,523
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	142	10	136,077816	40550540	3621694,829	14949595390	49547390,4	2589341,02
19	249	12	104,1182286	36263997	4072597,235	22554826500	74753380,6	3906603,22
20	214	26	123,5588018	147267499	4060068,625	22933099031	76007087,9	3972121,82
21	224	21	115,8675327	111147295	4089260,585	22672346734	75142877,5	3926958,29
22	203	20	134,6743442	102241521	3525458,855	20589152405	68238554	3566139,12
23	267	21	120,8978072	53148081	3758247,134	25915341186	85891122,4	4488660,35
24	126	12	174,1850017	84713111	2206362,01	10344273242	34283987,7	1791677,32
25	31	0	174,4492482	0	1231115,954	1422235996	4713711,66	246338,039
26	43	0	197,5066165	0	510047,0508	925341960,7	3066857,54	160273,629
27	110	12	185,5840023	63408042	3130304,84	13650915080	45243178,9	2364403,42
28	230	38	137,5531949	109185362	3472124,497	23465819074	77726880	4064391,47
29	203	37	121,0242223	147525764	3997120,673	20977682555	69526258,1	3633434,39
30	153	35	125,5645361	133163600	3742811,37	15360249779	50908420,8	2660468,32
31	174	44	118,8848678	127662454	3594507,474	15883899447	52643951	2751166,93
32	338	21	105,6201977	58370774	3854263,032	29393204524	97417792,4	5091042,82
33	117	8	133,0305554	33645381	2698473,438	8972166500	29736419,3	1554021,91
34	13	0	497,8308607	0	1733878,119	2397097198	7944690,65	415188,635
35	59	0	127,3162121	0	685008,2248	1115238043	3696229,45	193164,533
36	51	1	158,3346027	968799	2862967,187	4938605026	16368000,9	855389,879
37	141	22	173,1065904	90532951	3049716,098	15901351500	52701792,3	2754189,71
38	190	40	142,6787974	152848580	3598275,893	20837682237	69062255,5	3609185,67
39	204	42	129,9726953	190759444	3565388,168	20194403158	66930238	3497766,67
40	250	42	112,9654841	126254385	4352555,931	26258629033	87028880	4548119,44
41	196	16	115,6117544	53004366	4450873,125	21544934998	71406300,8	3731685,21
42	7	4	291,7892164	28900106	2802572,964	1222830090	4052821,38	211799,987
43	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
45	55	0	203,0214	0	2181058,816	5202520445	17242694,9	901101,285
46	69	13	266,9974605	46764542	2519620,844	9915927082	32864321,6	1717485,73
47	218	37	120,2803644	130118811	2972495,549	16650004393	55183049,9	2883859,95
48	230	41	127,2367466	117610382	3561157,337	22262476005	73784444,4	3855966,73
49	88	16	172,7099069	67185002	3982708,162	12930648817	42856003	2239649,87
50	8	2	407,3827828	19368192	2325888,945	1619285931	5366793,56	280468,025
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	131	0	165,0053939	0	1219203,599	5629730217	18658594,7	975096,049
55	134	12	158,7701134	16744060	1740736,751	7911312913	26220436	1370277,02
56	230	30	130,7250045	106586574	2083398,769	13381377272	44349850,7	2317718,19
57	288	28	130,363904	90445414	2359149,188	18921134026	62710246,7	3277230,4
58	94	8	150,9642888	24147211	1750413,318	5306212015	17586359,5	919061,158
59	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0
63	13	0	402,4812809	0	591988,0699	661673747,8	2192982,93	114605,04
64	8	0	610,5819237	0	889494,5735	928152082,8	3076171,12	160760,355
65	43	5	176,7666987	7403147	1029392,024	1671443176	5539658,12	289501,908
66	68	23	124,0842659	26734209	979299,9124	1765156657	5850252,38	305733,528
67	49	9	120,7538334	5508414	636107,8023	804025161,1	2664777,71	139260,982
68	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0
72	1	0	216,9971345	0	493827,5478	22891340,36	75868,6873	3964,88902
73	4	0	384,9247894	0	600940,4431	197655642,1	655089,386	34234,8973
74	1	0	674,0326498	0	699825,3907	100765656,8	333967,255	17453,091
75	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7: Resultado cálculo de espiras 2016. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del cálculo de emisiones, medidas en gramos, del año 2017:

cuadrante	num_calles_totales	num_calles_senso	media_dista_tramo	flujo_medido	flujo_medio	CO2_real	NOX_real	PM_real
0	10	0	582,2054	0	3302667,4	4107551144	13613642	711447,394
1	52	2	283,3185344	12138912	2990895,395	9412857088	31196998,5	1630351,62
2	108	6	117,8869054	30930344	4424900,341	1,2035E+10	398866153,3	2084464,68
3	94	6	131,8718028	44360231	4376776,37	1,159E+10	38412043,5	2007409,05
4	14	3	195,1268942	17616952	4319767,737	2520852732	8354853,17	436623,683
5	41	2	192,3086682	9696678	2474666,364	4168130263	13814419,2	721939,986
6	80	0	153,0731133	0	1368650,909	3580333673	11866287,1	620130,821
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	47	0	376,5200593	0	3430834,839	1,297E+10	42985209,3	2246402,18
10	136	25	134,6950675	95963655	3765060,369	1,4733E+10	48831020,7	2551903,63
11	242	47	121,4032095	124935684	4353211,704	2,7321E+10	90550026,1	4732134,13
12	216	30	143,7397139	157304467	4635043,328	3,0742E+10	101886720	5324588,5
13	235	20	133,7562604	73699518	3913528,317	2,6278E+10	87093093,9	4551475,25
14	205	22	144,3699537	75795834	3420943,941	2,1628E+10	71681963,6	3746091,32
15	64	4	175,7139787	3693292	2111924,095	5073486422	16815037,9	878751,978
16	6	0	578,2506807	0	1335599,98	989887221	3280779,67	171453,175
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	142	10	136,077816	41817172	3622659,326	1,4954E+10	49560585,4	2590030,59
19	249	12	104,1182286	34084176	4199882,41	2,326E+10	77089726,8	4028700,41
20	214	26	123,5588018	163563757	3998546,221	2,2586E+10	74855349,1	3911932,08
21	224	21	115,8675327	102759661	3986549,986	2,2103E+10	73255502	3828324,26
22	203	20	134,6743442	94729673	3426809,162	2,0013E+10	66329096,9	3466351,11
23	267	21	120,8978072	50965041	3758261,504	2,5915E+10	85891450,8	4488677,51
24	126	12	174,1850017	86450698	2224836,735	1,0431E+10	34571060,9	1806679,73
25	31	0	174,4492482	0	1251135,617	1445363537	4790363,19	250343,839
26	43	0	197,5066165	0	517347,1193	938585954	3110752,06	162567,551
27	110	12	185,5840023	64489056	3122667,359	1,3618E+10	45132792,2	2358634,62
28	230	38	137,5531949	102712686	3473961,815	2,3478E+10	77813834,4	4066542,19
29	203	37	121,0242223	150195058	3924641,219	2,0597E+10	68265544,2	3567549,63
30	153	35	125,5645361	118284721	3669937,272	1,5061E+10	49917212,6	2608667,89
31	174	44	118,8848678	123934682	3561891,04	1,574E+10	52166261,6	2726202,94
32	338	21	105,6201977	59540045	3867074,553	2,9491E+10	97741607,9	5107965,38
33	117	8	133,0305554	34693793	2719644,403	9042557936	29969717,3	1566214,04
34	13	0	497,8308607	0	1756993,891	2429054894	8050607,93	420723,861
35	59	0	127,3162121	0	705095,3253	1131424208	3749875,2	195968,054
36	51	1	158,3346027	963231	2854769,224	4924463577	16321132	852940,513
37	141	22	173,1065904	90741170	3016062,433	1,5726E+10	52120227,2	2723797,18
38	190	40	142,6787974	148031347	3571292,548	2,0681E+10	68544360,1	3582120,51
39	204	42	129,9726953	190396229	3548440,24	2,0098E+10	66612087,8	3481140,18
40	250	42	112,9654841	124833536	4381824,699	2,6435E+10	87614105,9	4578703,27
41	196	16	115,6117544	53005753	4508374,868	2,1823E+10	72328813,5	3779895,62
42	7	4	291,7892164	29371949	2844750,964	1241233367	4113815,3	214987,523
43	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
45	55	0	203,0214	0	2165653,759	5165774476	17120907,8	894736,708
46	69	13	266,9974605	46184038	2505636,958	9860893726	32681924,7	1707953,69
47	218	37	120,2803644	129465141	2957435,341	1,6566E+10	54903463,8	2869248,82
48	230	41	127,2367466	118933535	3530428,639	2,207E+10	73147769,4	3822894,16
49	88	16	172,7099069	68602512	3979790,842	1,2921E+10	42824611,1	23238009,34
50	8	2	407,3827828	19811840	2312388,359	1609886812	5335642,09	278840,053
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	131	0	165,0053939	0	1215221,91	5611344582	18597659,2	971911,57
55	134	12	158,7701134	16857826	1724874,121	7839220318	25981499,8	1357790,24
56	230	30	130,7250045	106003230	2048138,731	1,3155E+10	43599261,1	2278492,46
57	288	28	130,363904	89011238	2329351,02	1,8682E+10	61918160,1	3235836,05
58	94	8	150,9642888	22274924	1758125,496	5329590752	17663843,5	923110,466
59	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0
63	13	0	402,4812809	0	588019,2062	657237691	2178280,52	113836,694
64	8	0	610,5819237	0	874732,246	912748183	3025118,03	158092,326
65	43	5	176,7666987	7108020	1005406,765	1632497859	5410581,8	282756,394
66	68	23	124,0842659	24521634	998488,6404	1799743723	5964884,17	311724,173
67	49	9	120,7538334	7621984	635745,6446	803567402	2663260,56	139181,696
68	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0
72	1	0	216,9971345	0	487583,8174	22601912,7	74909,4382	3914,75877
73	4	0	384,9247894	0	591148,4069	194434938	644415,018	33677,0561
74	1	0	674,0326498	0	693955,2116	99920428,2	331165,917	17306,6934
75	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8: Resultado cálculo de espiras 2017. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del cálculo de emisiones, medidas en gramos, del año 2018:

cuadrante	num_calles_totales	num_calles_senso	media_dist_ tramo	flujo_medido	flujo_medio	CO2_real	NOX_real	PM_real
0	10	0	582,2054	0	3127763,613	3890022049	12892686,1	673770,32
1	52	2	283,3185344	11629238	2847161,333	8960501520	29697758,1	1552001,48
2	108	6	117,8869054	29005188	4226556,304	1,1495E+10	38098619,5	1991029,55
3	94	6	131,8718028	40779415	4300505,92	1,1388E+10	37742668,7	1972427,6
4	14	3	195,1268942	16839083	4288821,413	2502793630	8294999,95	433495,76
5	41	2	192,3086682	9682408	2458175,218	4140353895	13722360,1	717128,987
6	80	0	153,0731133	0	1343532,689	3514625458	11648510,6	608749,845
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	47	0	376,5200593	0	3371344,261	1,2745E+10	42239847	2207449,63
10	136	25	134,6950675	89216796	3699882,944	1,4478E+10	47985700,9	2507727,31
11	242	47	121,4032095	127143141	4292807,185	2,6942E+10	89293567,4	4666471,74
12	216	30	143,7397139	156456179	4564946,283	3,0277E+10	100345859	5244063,27
13	235	20	133,7562604	74851329	3864982,477	2,5952E+10	86012737	4495015,92
14	205	22	144,3699537	73581744	3390267,565	2,1434E+10	71039175,2	3712499,27
15	64	4	175,7139787	3659454	2083353,787	5004851819	16587562,4	866864,139
16	6	0	578,2506807	0	1324915,966	981968705	3254535,36	170081,65
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	142	10	136,077816	41513821	3627443,654	1,4973E+10	49626038,5	2593451,16
19	249	12	104,1182286	37940909	4115461,449	2,2792E+10	75540162,3	3947720,35
20	214	26	123,5588018	156206448	3924110,348	2,2165E+10	73461861,8	3839108,6
21	224	21	115,8675327	102552708	3855295,013	2,1375E+10	70843604,8	3702278,78
22	203	20	134,6743442	95538208	3280168,692	1,9157E+10	63490733,4	3318018,56
23	267	21	120,8978072	48350685	3651776,162	2,5181E+10	83457830,8	4361496,8
24	126	12	174,1850017	86069295	2199389,052	1,0312E+10	34175637	1786014,93
25	31	0	174,4492482	0	1235948,991	1427819320	4732216,45	247305,097
26	43	0	197,5066165	0	512172,9914	929198903	3079640,59	160941,669
27	110	12	185,5840023	62499994	3079380,457	1,3429E+10	44507154,4	2325938,86
28	230	38	137,5531949	102444801	3418895,205	2,3106E+10	76580388,5	4002082,45
29	203	37	121,0242223	148740910	3816109,307	2,0028E+10	66377730,9	3468892,72
30	153	35	125,5645361	109213378	3512489,04	1,4415E+10	47775656,4	2496750,41
31	174	44	118,8848678	100240650	3446950,922	1,5232E+10	50482887,2	2638229,98
32	338	21	105,6201977	60162182	3774276,411	2,8783E+10	95396103,7	4985389,6
33	117	8	133,0305554	34239465	2659560,054	8842783213	29307604,7	1531612,11
34	13	0	497,8308607	0	1741315,105	2407378876	7978767,18	416969,471
35	59	0	127,3162121	0	697887,4174	1119858110	3711541,72	193964,751
36	51	1	158,3346027	888480	2838955,774	4897185451	16230724,2	848215,812
37	141	22	173,1065904	89531230	2990257,437	1,5591E+10	51674294	2700492,77
38	190	40	142,6787974	145066391	3506299,557	2,0305E+10	67296939,7	3516930,47
39	204	42	129,9726953	184735701	3472619,12	1,9669E+10	65188757,3	3406757,09
40	250	42	112,9654841	122677948	4269427,879	2,5757E+10	85366743,7	4461256,38
41	196	16	115,6117544	49466241	4444874,385	2,1516E+10	71310061,7	3726655,77
42	7	4	291,7892164	29293799	2801803,744	1222494460	4051709,01	211741,855
43	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
45	55	0	203,0214	0	2177912,378	5195015189	17217820,2	899801,339
46	69	13	266,9974605	47149724	2494300,889	9816280812	32534064,3	1700226,52
47	218	37	120,2803644	130060814	2913266,924	1,6318E+10	54083496,9	2826397,44
48	230	41	127,2367466	113656814	3513472,836	2,1964E+10	72796458,2	3804334,68
49	88	16	172,7099069	68654817	3957207,92	1,2848E+10	42581607,2	2225309,98
50	8	2	407,3827828	19588808	2311432,866	1609221597	5333437,37	278724,834
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	131	0	165,0053939	0	1221132,02	5638634795	18688107,1	976638,364
55	134	12	158,7701134	17201362	1720687,827	7820194417	25918442,3	1354494,87
56	230	30	130,7250045	104771340	2055500,584	1,3202E+10	43755974,8	2286682,3
57	288	28	130,363904	88052052	2369393,428	1,9003E+10	62982556,2	3291461,27
58	94	8	150,9642888	24145192	1772818,102	5374129992	17811459,8	930824,875
59	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0
63	13	0	402,4812809	0	588363,9693	657623037	2179557,67	113903,438
64	8	0	610,5819237	0	881524,6	919835733	3048608,27	159319,924
65	43	5	176,7666987	7332562	1027269,261	1667996406	5528234,51	288904,911
66	68	23	124,0842659	27394096	1008121,436	1817106527	6022429,65	314731,493
67	49	9	120,7538334	7559911	643791,6208	813737325	2696966,7	140943,175
68	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0
72	1	0	216,9971345	0	489962,8564	22712192,9	75274,9394	3933,85983
73	4	0	384,9247894	0	597424,1374	196499092	651256,236	34034,5773
74	1	0	674,0326498	0	702867,8869	101203736	335419,18	17528,9685
75	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 9: Resultado cálculo de espiras 2018. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del cálculo de emisiones, medidas en gramos, del año 2019:

cuadrante	num_calles_totales	num_calles_senso	media_distancia	tramo	flujo_medido	flujo_medio	CO2_real	NOX_real	PM_real
0	10	0	582,2054	0	3010010,42	3743571558	12407305,8	648404,399	
1	52	2	283,3185344	11487435	2631846,004	8282867516	27451878,1	1434632,05	
2	108	6	117,8869054	25986423	3881379,821	1,0556E+10	34987162,7	1828425,17	
3	94	6	131,8718028	37014405	4009044,626	1,0616E+10	35184707,5	1838748,84	
4	14	3	195,1268942	15943703	4023534,021	2347981963	7781908,2	406681,643	
5	41	2	192,3066682	9101230	2341870,001	3944458681	13073105,3	683199,004	
6	80	0	153,0731133	0	1299616,436	3399742373	11267754	588851,549	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	47	0	376,5200593	0	3165978,513	1,1968E+10	39666802,8	2072982,63	
10	136	25	134,6950675	82157844	3518708,921	1,3769E+10	45635961	2384930,17	
11	242	47	121,4032095	118996261	4052854,379	2,5436E+10	84302371,4	4405632,4	
12	216	30	143,7397139	143635095	4318145,259	2,864E+10	94920721,9	4960546,2	
13	235	20	133,7562604	70592076	3647936,835	2,4495E+10	81182523,7	4242589,51	
14	205	22	144,3699537	71292544	3227413,857	2,0405E+10	67626762,2	3534166,95	
15	64	4	175,7139787	3662568	2002483,314	4810576254	15943675,6	683214,687	
16	6	0	578,2506807	0	1278072,74	947250592	1319469,24	164068,308	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	142	10	136,077816	39167033	3414906,618	1,4096E+10	46718378,9	2441497,2	
19	249	12	104,1182286	35820229	3911562,959	2,1663E+10	71797562,5	3752132,5	
20	214	26	123,5588018	156699371	3683709,252	2,0807E+10	68961399,1	3603914,93	
21	224	21	115,8675327	96224125	3652177,078	2,0249E+10	67111177,9	3507222,57	
22	203	20	134,6743442	88794907	3146228,075	1,8374E+10	60898187,5	3182532,4	
23	267	21	120,8978072	46798165	3531269,795	2,435E+10	8070373,7	4217570,09	
24	126	12	174,1850017	83069786	2112893,043	9906054795	32831601,9	1715775,8	
25	31	0	174,4492482	0	1191047,746	1375947547	4560298,02	238320,659	
26	43	0	197,5066165	0	493824,0972	895909814	2969310,68	155175,841	
27	110	12	185,5840023	59446096	2884206,444	1,2578E+10	41686249,4	2178518,68	
28	230	38	137,5531949	93137439	3201730,689	2,1638E+10	71716085,2	3747874,51	
29	203	37	121,0242223	137208202	3588390,709	1,8833E+10	62416774,2	2261893,57	
30	153	35	125,5645361	10244520	3342082,125	1,3716E+10	45457840,7	2375621,62	
31	174	44	118,8848678	107347217	3291583,618	1,4545E+10	48207429,8	2519314,83	
32	338	21	105,6201977	57308407	3599980,445	2,7454E+10	90990714,6	4755164,46	
33	117	8	133,0305554	33079463	2539210,097	8442631101	27981382	1462303,86	
34	13	0	497,8308607	0	1642801,748	2271183553	7527375,5	393379,793	
35	59	0	127,3162121	0	665534,7183	1067943673	3539481,89	184972,923	
36	51	1	158,3346027	834614	2665033,17	4597169771	15236383,3	796251,669	
37	141	22	173,1065904	83797195	2808343,188	1,4643E+10	48530654,8	2536206,54	
38	190	40	142,6787974	134702122	3301274,565	1,9118E+10	63361863,9	311283,85	
39	204	42	129,9726953	174486604	3274138,481	1,8545E+10	61462835,8	3212040,86	
40	250	42	112,9654841	113586749	4099558,776	2,4732E+10	81970229,6	4283754,94	
41	196	16	115,6117544	49168812	4249503,914	2,057E+10	68175691,9	3562853,95	
42	7	4	291,7892164	27221756	2701420,838	1178694981	3906544,55	204155,577	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	55	0	203,0214	0	2062600,183	4919958850	16306202	852160,273	
46	69	13	266,9974605	44593449	2382017,141	9374389934	31069506,9	1623688,92	
47	218	37	120,2803644	123193947	2775808,334	1,5548E+10	51531639,7	2693037,67	
48	230	41	127,2367466	104770392	3371947,036	2,108E+10	69864152,3	3651092,71	
49	88	16	172,7099069	65286222	3817433,166	1,2394E+10	41077558,4	2146708,56	
50	8	2	407,3827828	19159741	2229545,665	1552211655	5144489,52	268850,441	
51	0	0	0	0	0	0	0	0	
52	0	0	0	0	0	0	0	0	
53	0	0	0	0	0	0	0	0	
54	131	0	165,0053939	0	1170795,315	5406202679	17917758,2	936380,017	
55	134	12	158,7701134	16912311	1646986,051	7485234056	24808284,4	1296478,14	
56	230	30	130,7250045	104398819	1951068,507	1,2531E+10	41532902,1	2170504,77	
57	288	28	130,363904	83887944	2264445,868	1,8162E+10	60192869,4	3145672,55	
58	94	8	150,9642888	23747589	1701190,776	5156998545	17091821,8	893216,675	
59	0	0	0	0	0	0	0	0	
60	0	0	0	0	0	0	0	0	
61	0	0	0	0	0	0	0	0	
62	0	0	0	0	0	0	0	0	
63	13	0	402,4812809	0	563556,2731	629895112	2087659,11	109100,829	
64	8	0	610,5819237	0	829639,1182	865695304	2869170,84	149942,544	
65	43	5	176,7666987	6523534	977903,03	1587839528	5262570,85	275021,358	
66	68	23	124,0842659	26014948	961209,7449	1732549710	5742183,29	300085,85	
67	49	9	120,7538334	7155628	615855,7986	778427109	2579938,18	134827,278	
68	0	0	0	0	0	0	0	0	
69	0	0	0	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	
71	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	1	0	216,9971345	0	464398,4638	21527157,3	71347,3802	3728,60603	
73	4	0	384,9247894	0	567099,377	186524959	618199,003	32307,01	
74	1	0	674,0326498	0	667170,254	96063746,4	318383,73	16638,6978	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	
76	0	0	0	0	0	0	0	0	
77	0	0	0	0	0	0	0	0	
78	0	0	0	0	0	0	0	0	
79	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 10: Resultado cálculo de espiras 2019. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del cálculo de emisiones, medidas en gramos, del año 2020:

cuadrante	num_calles_totales	num_calles_senso	media_distancia_tramo	flujo_medido	flujo_medio	CO2_real	NOX_real	PM_real
0	10	0	582,2054	0	2612602,66	3249312675	10769185,3	562796,409
1	52	2	283,3185344	9925399	2261882,214	7118528472	23592913,4	1232962,99
2	108	6	117,8869054	21678230	3370015,818	9165647966	30377674,2	1587533,82
3	94	6	131,8718028	31801504	3440717,523	9111098187	30196880	1578085,54
4	14	3	195,1268942	13460849	3375831,138	1970007108	6529187,49	341214,601
5	41	2	192,3086682	7398162	1939236,785	3266295468	10825471,4	565737,91
6	80	0	153,0731133	0	1065161,034	2786416823	9235011,29	482620,646
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	47	0	376,5200593	0	2695390,724	1,0189E+10	33770770	1764856,63
10	136	25	134,6950675	71877712	2980081,04	1,1662E+10	38650216,7	2019855,96
11	242	47	121,4032095	103807095	3419002,396	2,1458E+10	71117780,9	3716607,2
12	216	30	143,7397139	126125284	3606887,7	2,3922E+10	79285981,3	4143476,43
13	235	20	133,7562604	58675688	3020870,092	2,0284E+10	67227550,5	3513304,19
14	205	22	144,3699537	57230726	2702513,367	1,7086E+10	56828073,4	2959376,72
15	64	4	175,7139787	3140687	1683580,409	4044474119	13404586,1	700522,153
16	6	0	578,2506807	0	1082324,732	802170888	2658632,1	138939,813
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	142	10	136,077816	32758601	2870721,212	1,185E+10	39273531,1	2052430,3
19	249	12	104,1182286	29418002	3266174,358	1,8089E+10	59951318,7	3133049,14
20	214	26	123,5588018	129083111	3013755,965	1,7023E+10	56419444	2948473,77
21	224	21	115,8675327	77257136	2977168,635	1,6507E+10	54707449,7	2859005,14
22	203	20	134,6743442	73442081	2564123,65	1,4975E+10	49631011,8	2593711,07
23	267	21	120,8978072	38889389	2953724,699	2,0368E+10	67504536,2	3527779,43
24	126	12	174,1850017	70918277	1770408,847	8300357229	27509844,2	1437661,35
25	31	0	174,4492482	0	1004458,295	1160391707	3845882,07	200985,363
26	43	0	197,5066165	0	417356,6056	757180301	2509519,96	131147,229
27	110	12	185,5840023	49735751	2399132,82	1,0462E+10	34675343,4	1812129,53
28	230	38	137,5531949	79115552	2638007,518	1,7829E+10	59089158,5	3087992,74
29	203	37	121,0242223	109994722	2914291,458	1,5295E+10	50691434,3	2649128,63
30	153	35	125,5645361	73646036	2742820,166	1,1256E+10	37306887,6	1949653,73
31	174	44	118,8848678	88339948	2715460,535	1,1999E+10	39769724,3	2078361,3
32	338	21	105,6201977	47077279	3028879,942	2,3099E+10	76555957,6	4000805,69
33	117	8	133,0305554	27994819	2158483,137	7176750313	23785877,8	1243047,29
34	13	0	497,8308607	0	1409732,329	1948963643	6459443,21	337569,772
35	59	0	127,3162121	0	566309,446	908722826	3011776,8	157395,115
36	51	1	158,3346027	709647	2192960,639	3782846860	12537475,8	655207,068
37	141	22	173,1065904	67476933	2280936,269	1,1893E+10	39416596,7	2059906,89
38	190	40	142,6787974	112186606	2670563,243	1,5465E+10	51256525,8	2678660,25
39	204	42	129,9726953	144616679	2635596,571	1,4928E+10	49475989	2585609,59
40	250	42	112,9654841	93138197	3334785,1	2,0118E+10	66678663,5	3484619,42
41	196	16	115,6117544	41331865	3511284,847	1,6997E+10	56332286,9	2943918,95
42	7	4	291,7892164	23708607	2211813,032	965067302	3198519,1	167154,247
43	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
45	55	0	203,0214	0	1701851,123	4059457359	13454245	703117,322
46	69	13	266,9974605	37186884	1891062,417	7442245558	24665807,8	1289032,33
47	218	37	120,2803644	90202412	2234066,481	1,2514E+10	41474444,6	2167449,79
48	230	41	127,2367466	83917312	2739315,648	1,7125E+10	56756515,9	2966089,11
49	88	16	172,7099069	53430309	3104721,222	1,008E+10	33408408,7	1745919,66
50	8	2	407,3827828	15172248	1836242,9	1278393924	4236976,4	221423,908
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	131	0	165,0053939	0	953548,5412	4403055439	14593030,9	762630,143
55	134	12	158,7701134	14097950	1299638,604	5906606878	19576246	1023052,4
56	230	30	130,7250045	80083676	1567071,824	1,0065E+10	33358664,9	1743320,06
57	288	28	130,363904	70093089	1834770,057	1,4715E+10	48771346,6	2548785,06
58	94	8	150,9642888	20218712	1384196,463	4196060340	13906987,7	726777,608
59	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0
63	13	0	402,4812809	0	450637,4289	503684063	1669358,28	87240,4753
64	8	0	610,5819237	0	652252,5997	680599553	2255708,66	117883,08
65	43	5	176,7666987	4735622	784471,9398	1273761832	4221624,27	220621,607
66	68	23	124,0842659	21206976	775873,716	1398487467	4635002	242224,681
67	49	9	120,7538334	5728315	499355,0295	631172903	2091894,09	109322,149
68	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0
72	1	0	216,9971345	0	367630,0095	17041462,6	56480,4583	2951,66237
73	4	0	384,9247894	0	450998,3956	148338123	491636,51	25692,8684
74	1	0	674,0326498	0	532719,3302	76704580,8	254221,717	13285,5982
75	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 11: Resultado cálculo de espiras 2020. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del cálculo de emisiones, medidas en gramos, del año 2021:

cuadrante	num_calles_totales	num_calles_senso	media_dista_tramo	flujo_medido	flujo_medio	CO2_real	NOX_real	PM_real
0	10	0	582,2054	0	2868180,571	3567176757	11822681,1	617851,98
1	52	2	283,3185344	11143409,53	2470436,412	7774884047	25768270,3	1346646,9
2	108	6	117,8869054	23895754,77	3720150,566	1,0118E+10	33533825,3	1752473,92
3	94	6	131,8718028	35567167,88	3842427,25	1,0175E+10	33722418,1	1762329,76
4	14	3	195,1268942	14924878,29	3767292,883	2198449346	7286312,78	380781,883
5	41	2	192,3086682	8097567,205	2176751,893	3666346936	12151360,5	635028,727
6	80	0	153,0731133	0	1189162,076	3110798375	10310107,9	538805,074
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	47	0	376,5200593	0	2985531,169	1,1286E+10	37405963,3	1954831,42
10	136	25	134,6950675	75820923,65	3308520,529	1,2947E+10	42909918,8	2242467,51
11	242	47	121,4032095	116021321,2	3798900,398	2,3842E+10	79019940,4	4129573,17
12	216	30	143,7397139	141032382,3	4014952,648	2,6629E+10	88255994,4	4612248,3
13	235	20	133,7562604	66948161,89	3379636,252	2,2693E+10	75211664,1	3930553,07
14	205	22	144,3699537	63728853,29	2998838,673	1,8959E+10	62837231	3283866,59
15	64	4	175,7139787	3489169,715	1859354,652	4466737513	14804092,1	773660,181
16	6	0	578,2506807	0	1183002,395	876788687	2905937,6	151863,971
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	142	10	136,077816	37555656,16	3182694,669	1,3137E+10	43541552,4	2275476,61
19	249	12	104,1182286	33607635,57	3615358,178	2,0023E+10	66360661,3	3468000,66
20	214	26	123,5588018	140377246,2	3322921,203	1,8769E+10	62207215,5	3250942,05
21	224	21	115,8675327	87125385,1	3293974,64	1,8263E+10	60528970,4	3163237,15
22	203	20	134,6743442	81909785,6	2829504,809	1,6525E+10	54767712,4	2862154,46
23	267	21	120,8978072	43986224,89	3267452,669	2,2531E+10	74674487,1	3902480,26
24	126	12	174,1850017	76986029,2	1960495,625	9191557117	30463544,8	1592021,41
25	31	0	174,4492482	0	1104338,006	1275776874	4228302,72	220970,622
26	43	0	197,5066165	0	457468,0803	829951687	2750705,9	143751,58
27	110	12	185,5840023	54964857,22	2695255,251	1,1754E+10	38955284,5	2035798,76
28	230	38	137,5531949	85058462,18	2982868,392	2,0159E+10	66813753,1	3491679,19
29	203	37	121,0242223	126884412,7	3250855,977	1,7061E+10	56545666,3	2955070,13
30	153	35	125,5645361	71019233,93	3070322,592	1,26E+10	41761461,9	2182449,28
31	174	44	118,8848678	100384588,4	3018903,578	1,334E+10	44213849,4	2310610,77
32	338	21	105,6201977	53412769,91	3327805,964	2,5378E+10	84111413,2	4395652,95
33	117	8	133,0305554	30654811,02	2361551,54	7851933363	26023634,6	1359992,2
34	13	0	497,8308607	0	1546994,283	2138729141	7088382,32	370438,059
35	59	0	127,3162121	0	621760,0739	997701125	3306677,26	172806,58
36	51	1	158,3346027	779174,9879	2530947,469	4365872563	14469795,8	756189,892
37	141	22	173,1065904	80534692,38	2629501,092	1,371E+10	45440105,2	2374694,76
38	190	40	142,6787974	127102662,3	3085100,413	1,7866E+10	59212800,6	3094454,27
39	204	42	129,9726953	164823541,6	3031335,204	1,717E+10	56904880,2	2973842,61
40	250	42	112,9654841	104240623	3757452,697	2,2668E+10	75129855,9	3926277,78
41	196	16	115,6117544	43843504,73	3925559,983	1,9002E+10	62978590,7	3291254,04
42	7	4	291,7892164	25968404,05	2471492,089	1078371529	3574042,89	186779,078
43	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
45	55	0	203,0214	0	1966472,513	4690663718	15546249,9	812445,265
46	69	13	266,9974605	43107296,25	2226285,659	8761511206	29038245,2	1517535,41
47	218	37	120,2803644	114055061,2	2593746,619	1,4528E+10	48151745,4	2516404,78
48	230	41	127,2367466	99399175,19	3147823,471	1,9679E+10	65220484,2	3408415,13
49	88	16	172,7099069	61386242,04	3523847,822	1,1441E+10	37918428,1	1981612,77
50	8	2	407,3827828	17220049,88	2069906,623	1441070813	4776135,83	249600,319
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	131	0	165,0053939	0	1109745,262	5124301178	16983453	887553,336
55	134	12	158,7701134	16271617,68	1525199,698	6931738565	22973836,3	1200610,09
56	230	30	130,7250045	94791792,62	1813661,479	1,1649E+10	38607883	2017643,6
57	288	28	130,363904	79455205,07	2110351,187	1,6926E+10	56096767,5	2931610,73
58	94	8	150,9642888	23047203,11	1578642,214	4785504197	15860579,4	828872,087
59	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0
63	13	0	402,4812809	0	526988,9921	589023325	1952197,89	102021,641
64	8	0	610,5819237	0	765152,0682	798405642	2646152,96	138287,654
65	43	5	176,7666987	5728105,568	905911,7261	1470945895	4875150,71	254774,825
66	68	23	124,0842659	23757375,65	894105,7295	1611596877	5341309,75	279136,244
67	49	9	120,7538334	6698513,069	572887,3913	724116062	2399935,27	125420,346
68	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0
72	1	0	216,9971345	0	430713,8868	19965701,9	66172,2541	3458,15452
73	4	0	384,9247894	0	525753,2946	172925797	573127,349	29951,5705
74	1	0	674,0326498	0	618184,5637	89010450,9	295007,018	15417,0334
75	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 12: Resultado cálculo de espiras 2021. Fuente: Elaboración propia.

La suma de las emisiones de los gases contaminantes considerados, medidos en gramos, se ha pasado a toneladas:

Año	tCO ₂	tNO _x	tPM
2016	694985,7479	2303,3888	120,3748
2017	695246,1580	2304,2518	120,4199
2018	683325,2872	2264,7425	118,3552
2019	648517,1226	2149,3780	112,3263
2020	535782,7095	1775,7427	92,8001
2021	601431,3978	1993,3219	104,1708

Tabla 13: Resultado cálculo de espiras total medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.

Para observar de forma clara la evolución de las emisiones por año, se muestran las siguientes gráficas:

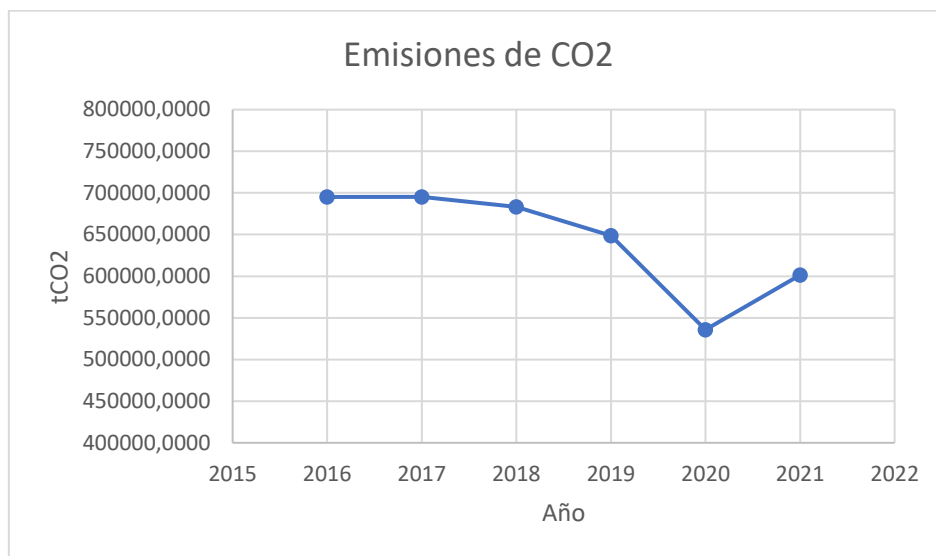


Ilustración 24: Gráfica de evolución por año de la emisión de CO₂ medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.

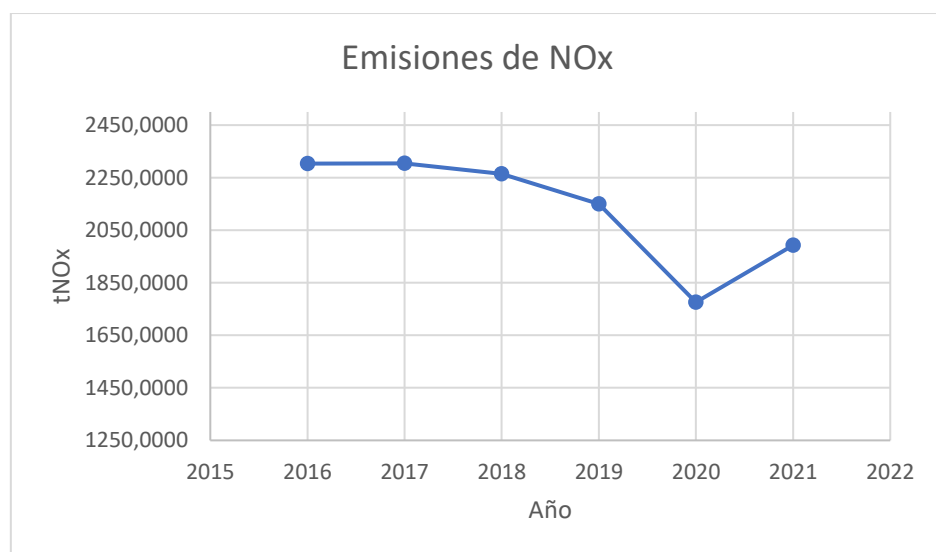


Ilustración 25: Gráfica de evolución por año de la emisión de NO_x medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.

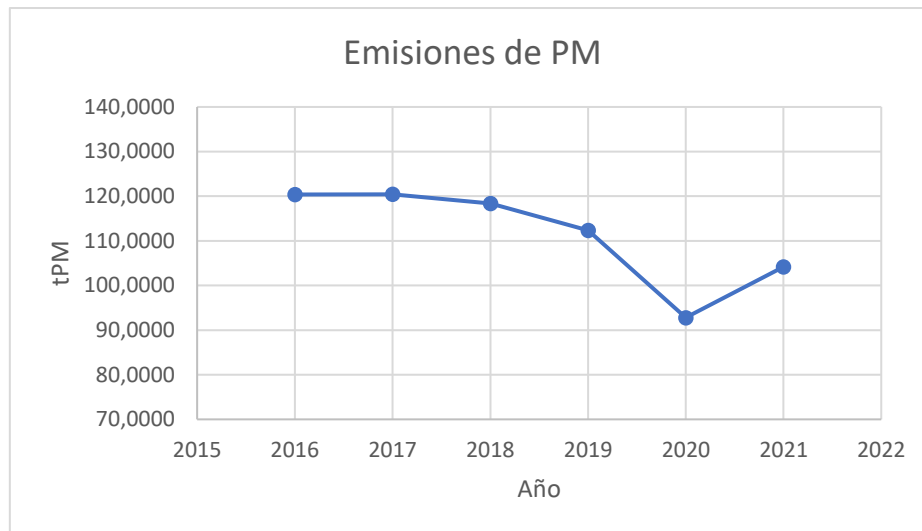


Ilustración 26: Gráfica de evolución por año de la emisión de PM medido en toneladas. Fuente: Elaboración propia.

En los tres gráficos anteriores se muestra una disminución de emisiones con el paso de los años. Esto se debe a las políticas impuestas por los organismos para reducir las emisiones y frenar el cambio climático.

Además, se observa que el año 2020 presentó una gran disminución en el valor de las emisiones de contaminantes. Esto se asocia a las restricciones y medidas de confinamiento implementadas para combatir la pandemia del COVID-19, según indican diversos estudios realizados por la NASA y la ONU. Sin embargo, en 2021 se produjo un aumento en los niveles de emisión, pero sin superar los valores del año anterior a la pandemia, lo que sugiere una tendencia de mejora constante. Independientemente de ello, la ONU ha anunciado que esta disminución temporal del año 2020 no ha tenido un impacto significativo y los GEI siguen a un nivel preocupante para el medio ambiente y la salud de la humanidad.

Las siguientes ilustraciones muestran la evolución de los contaminantes estudiados a lo largo del periodo estudiado. Se debe tener en cuenta que las emisiones de CO₂, NO_x y PM se van a representar en toneladas.

Representación de las emisiones de CO₂ por año:

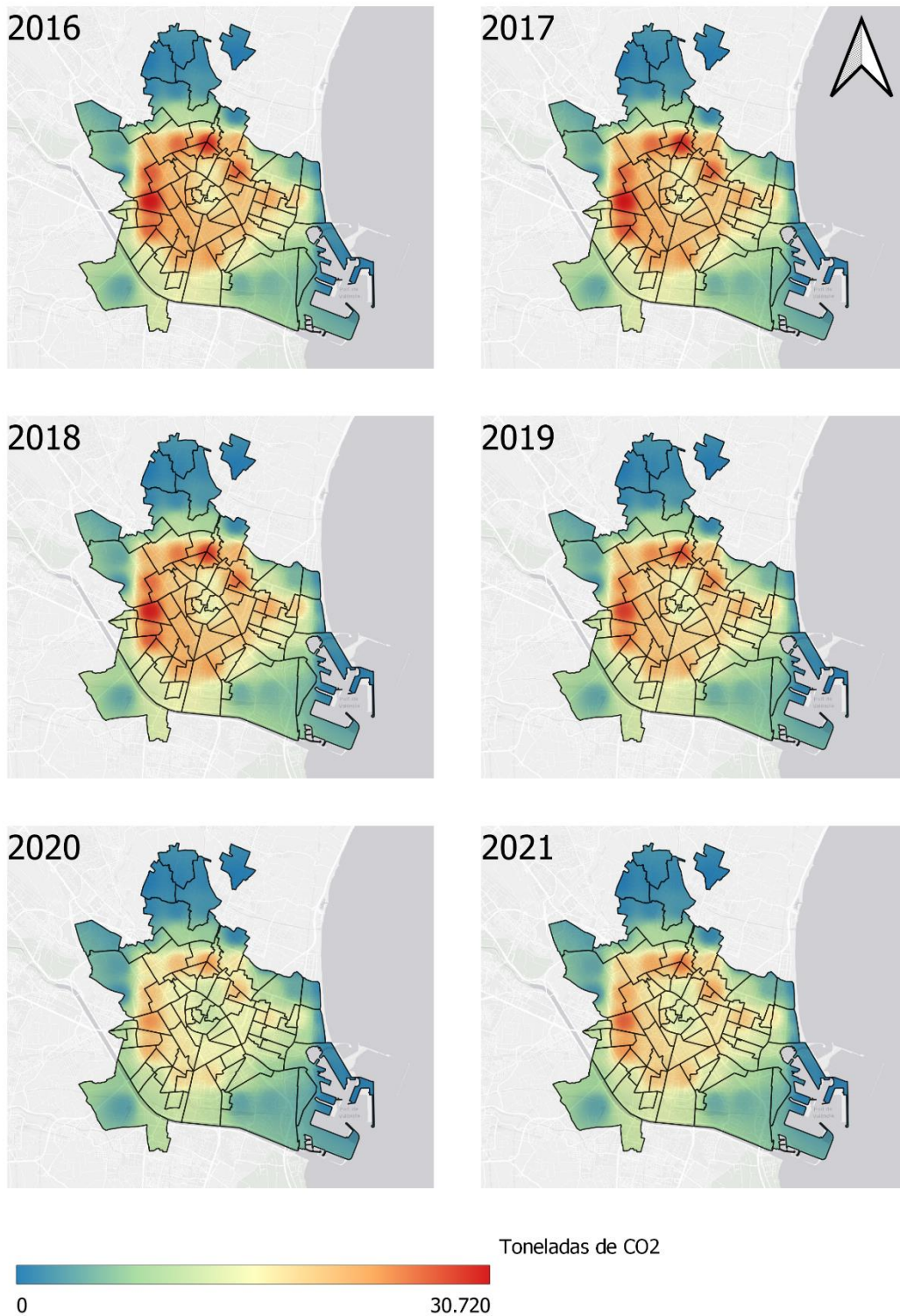


Ilustración 27: Representación de las emisiones de toneladas de CO₂ por año. Fuente: Elaboración propia.

Representación de las emisiones de NOx por año:

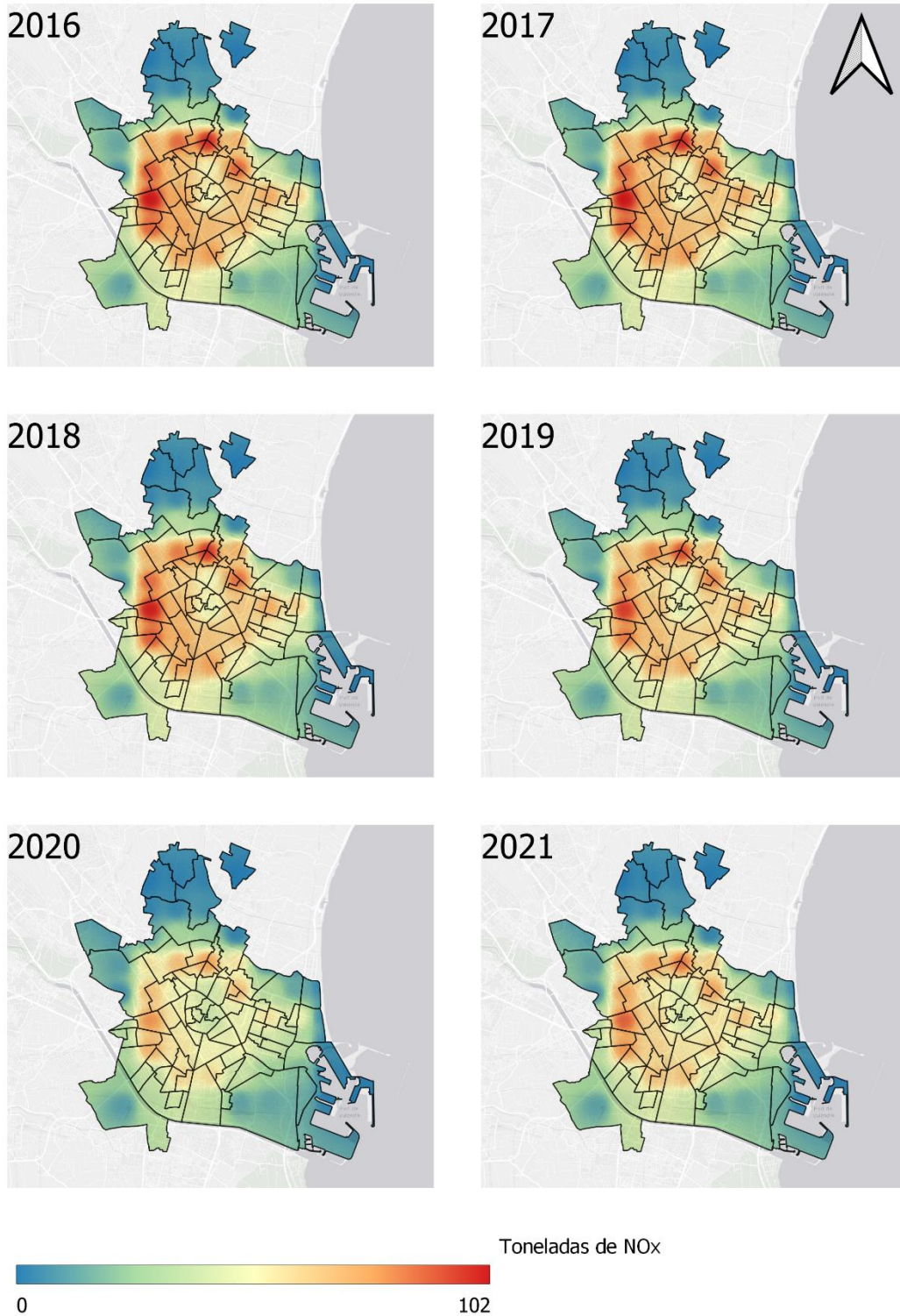


Ilustración 28: Representación de las emisiones de toneladas de NOx por año. Fuente: Elaboración propia.

Representación de las emisiones de PM por año:

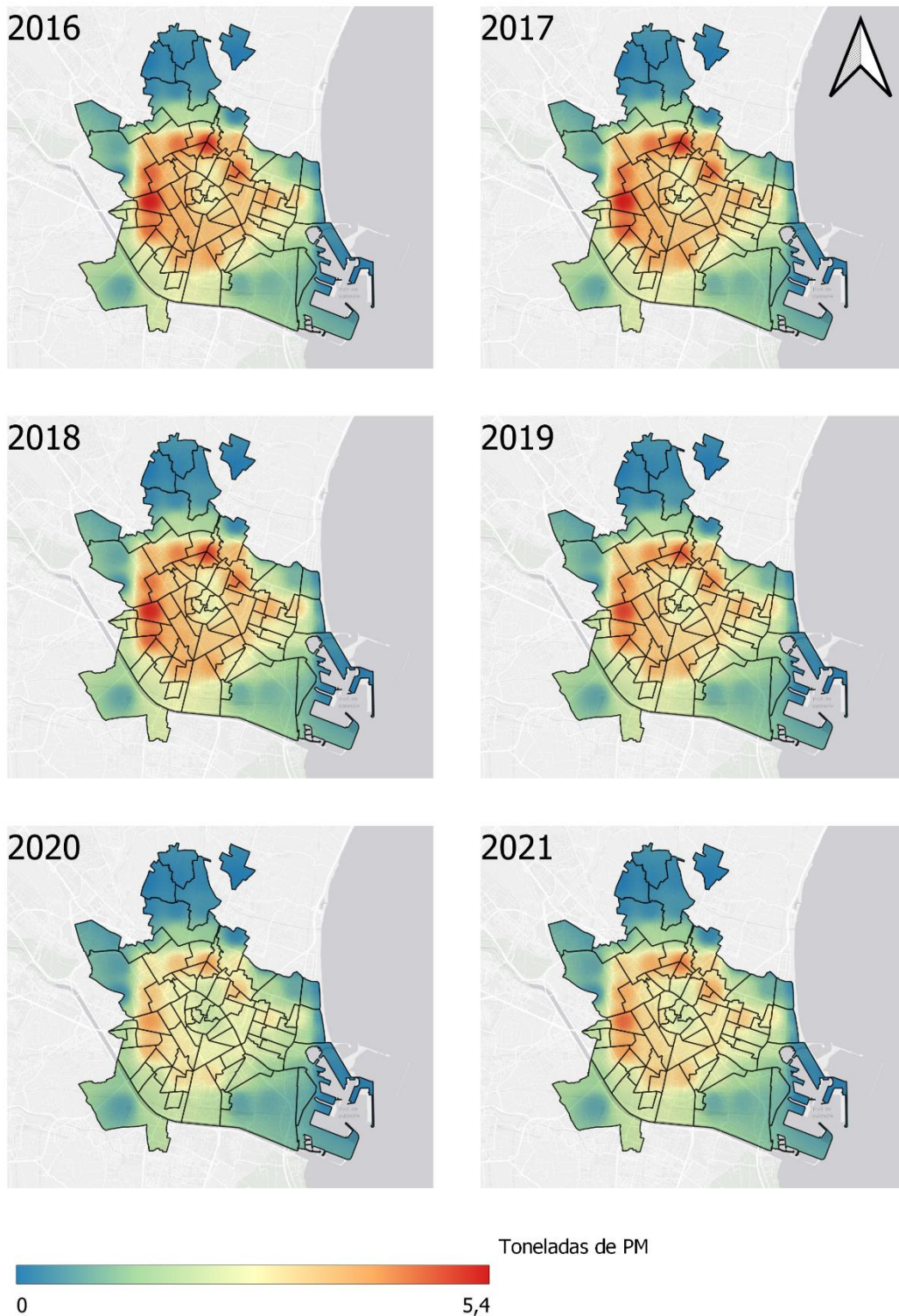


Ilustración 29: Representación de las emisiones de toneladas de PM por año. Fuente: Elaboración propia.

Como se ha comentado en la metodología, la comparación de resultados se va a realizar con aquellos pertenecientes a 2017. Por lo tanto, en las siguientes ilustraciones se muestran los diferentes mapas de emisiones con los valores medios de cada barrio.

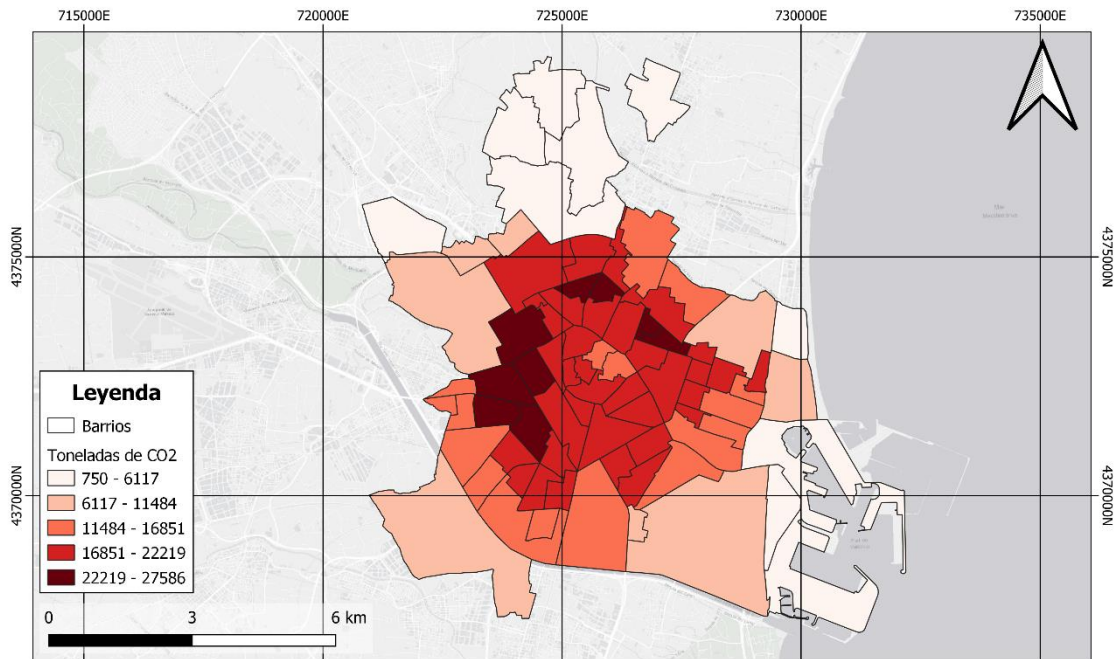


Ilustración 30: Mapa de emisiones de CO₂ del año 2017 por barrios (espiras). Fuente: Elaboración propia.

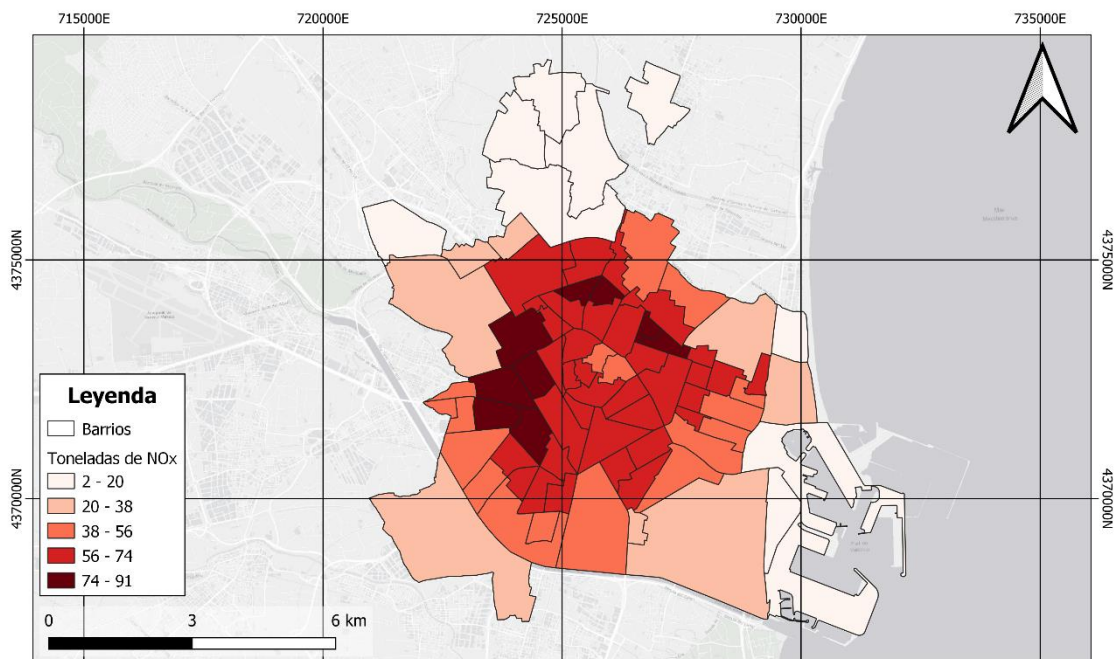


Ilustración 31: Mapa de emisiones de NO_x del año 2017 por barrios (espiras). Fuente: Elaboración propia.

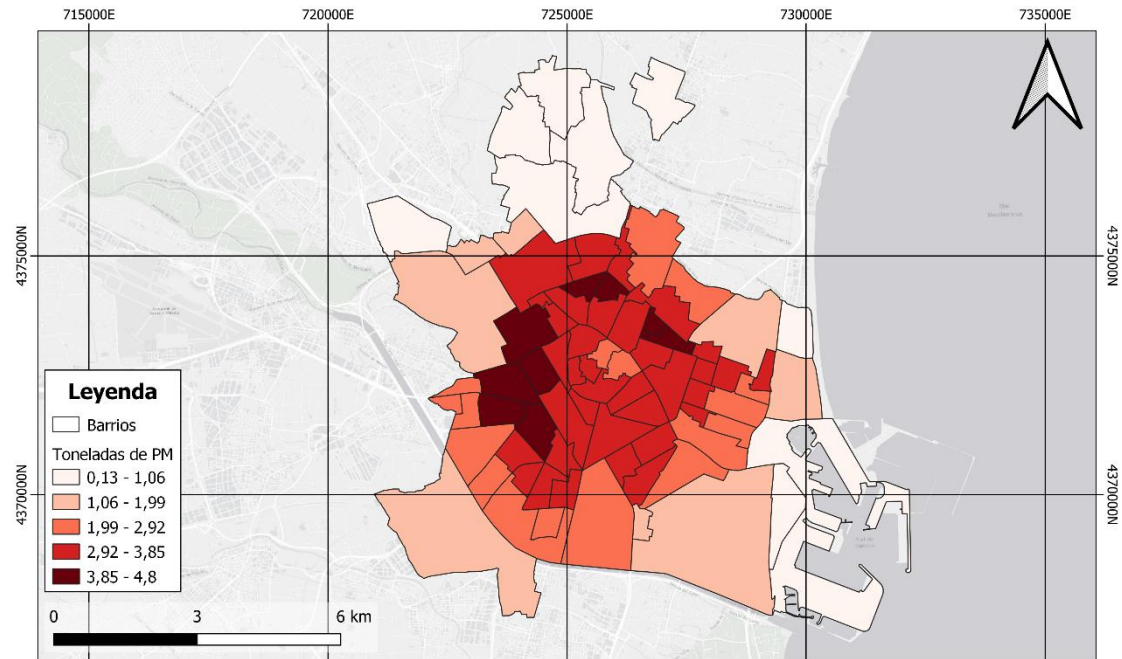


Ilustración 32: Mapa de emisiones de PM del año 2017 por barrios (espiras). Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en los anteriores mapas de emisiones de toneladas de CO₂, NO_x y PM de 2017, calculadas mediante los datos proporcionados de las espiras electromagnéticas, los barrios que emiten una mayor cantidad de contaminantes son:

- Tormos.
- Sant Antoni.
- Jaume Roig.
- Ciutat Universitaria.
- Campanar.
- La Petxina.
- Nou Moles.
- Tres Forques.
- Patraix.

4.3 Resultados de la comparación de resultados

Para poder realizar la comparación, es necesario que ambos resultados se encuentren dentro del mismo rango de valores. Por lo tanto, se han establecido intervalos iguales para cada tipo de contaminante. Posteriormente, se han representado los barrios mediante una comparativa de resultados. En el caso de que los valores de emisión calculados por las espiras electromagnéticas sean mayores que los calculados por la matriz Origen-Destino, se representan con un tono rojizo. Mientras que si son menores, se representan con un tono verdoso.

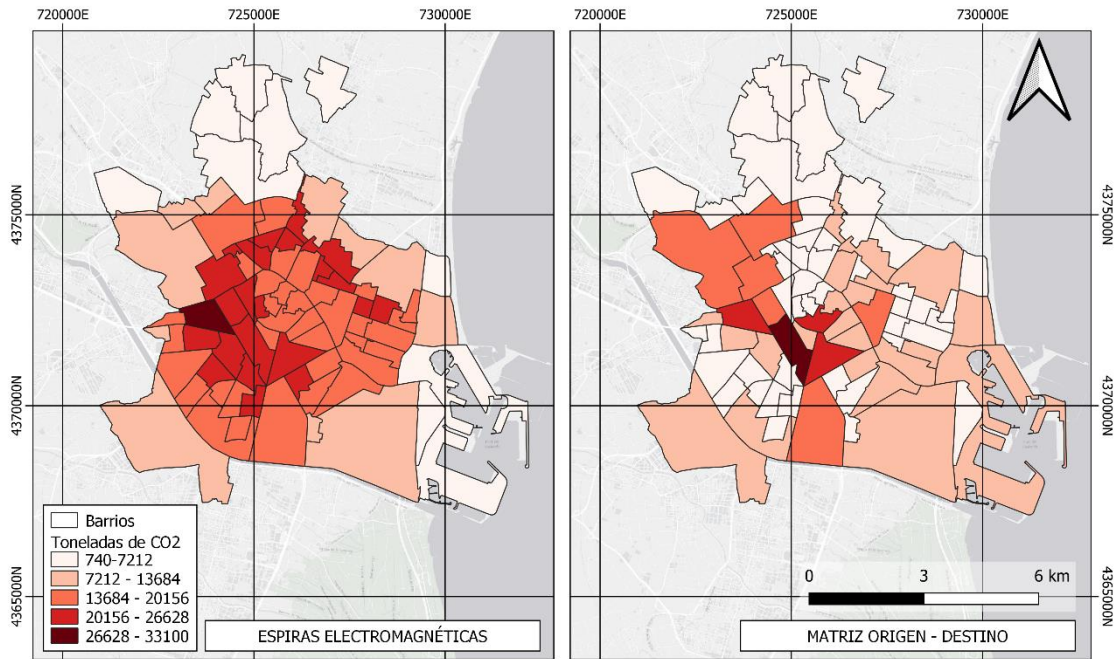


Ilustración 33: Mapa de comparación de las emisiones de CO₂. Fuente: Elaboración propia.

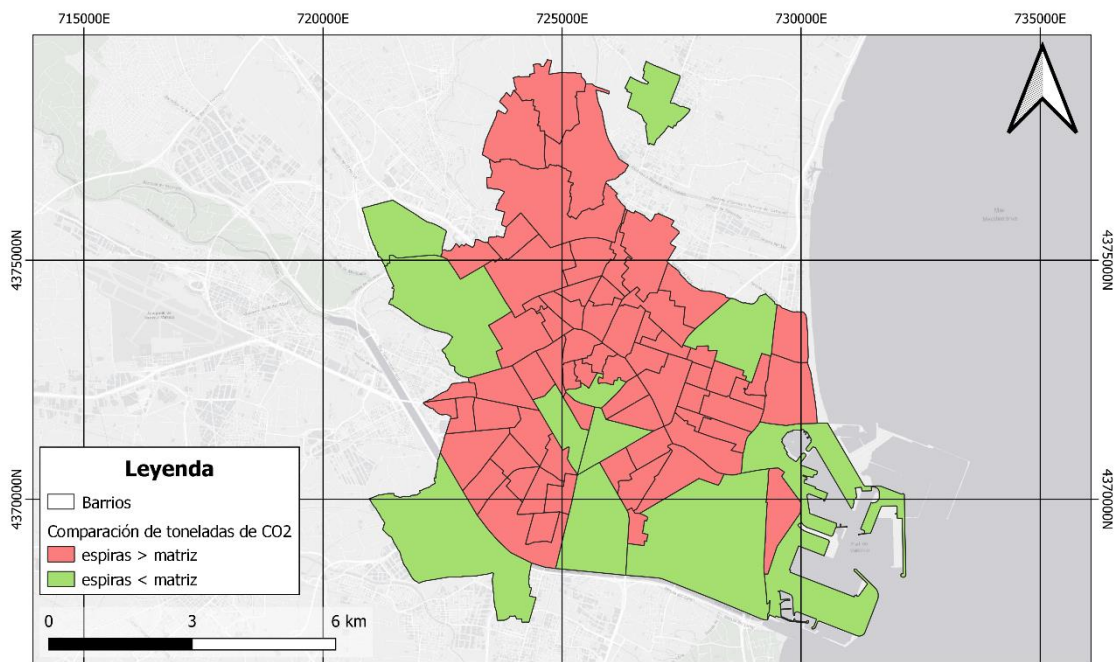


Ilustración 34: Mapa de comparación de los valores de CO₂ respecto a los resultados de la matriz Origen - Destino. Fuente: Elaboración propia.

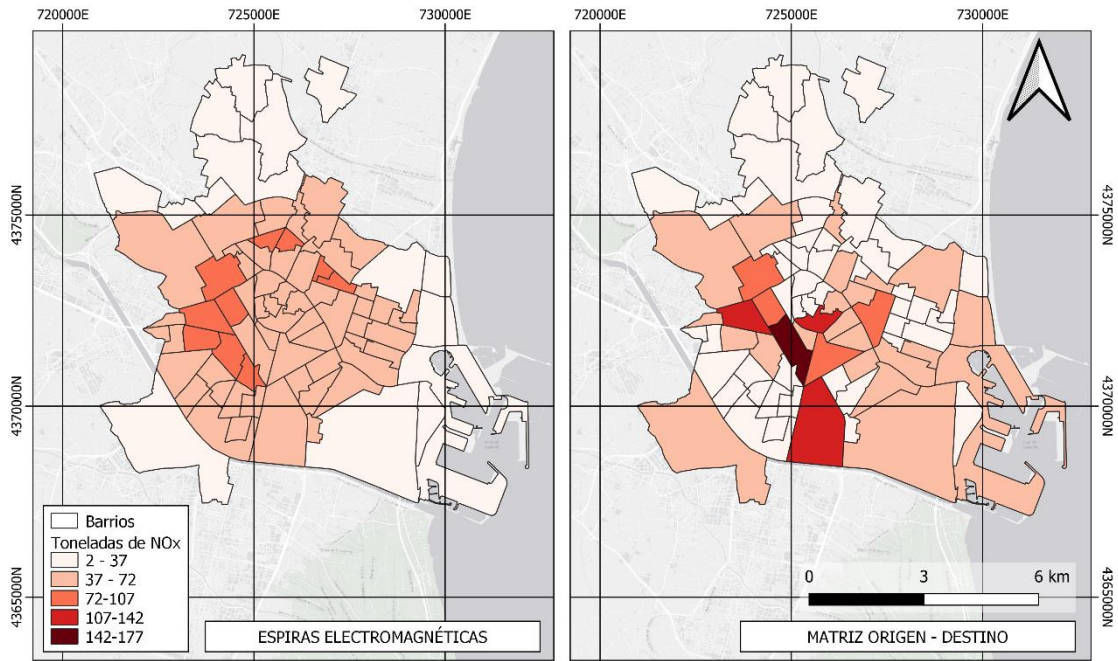


Ilustración 35: Mapa de comparación de las emisiones de NOx. Fuente: Elaboración propia.

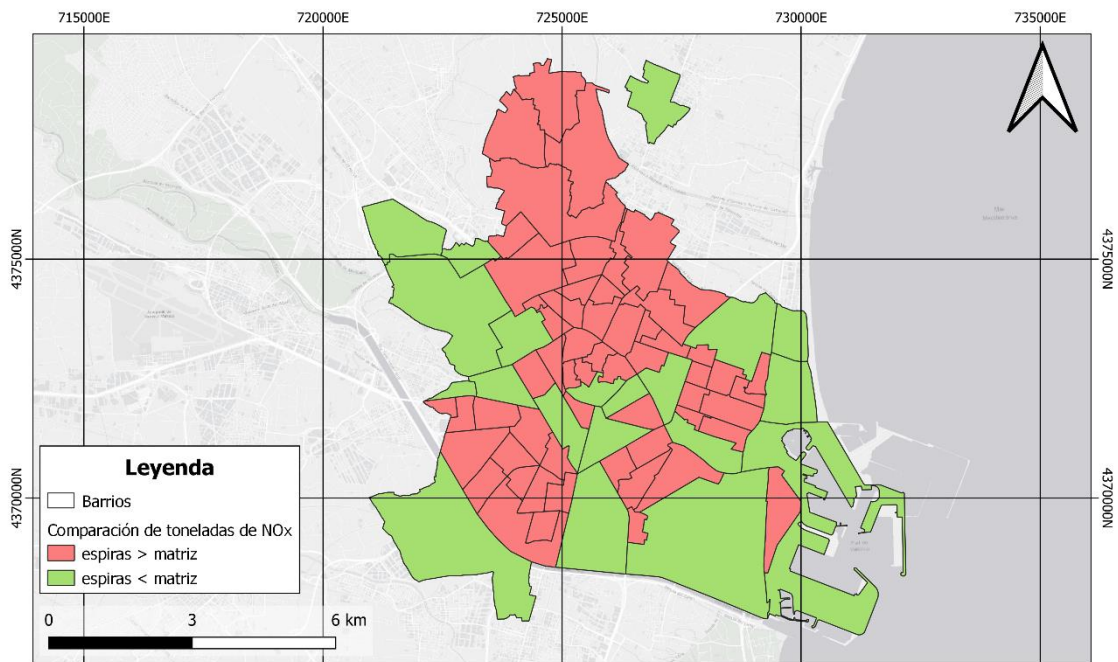
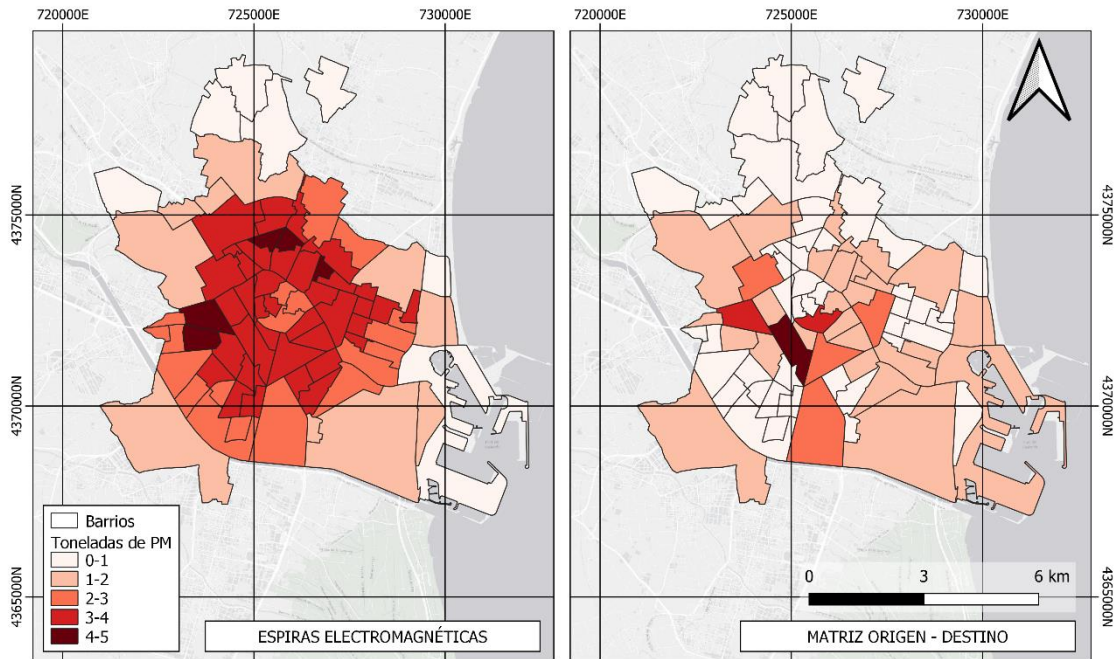
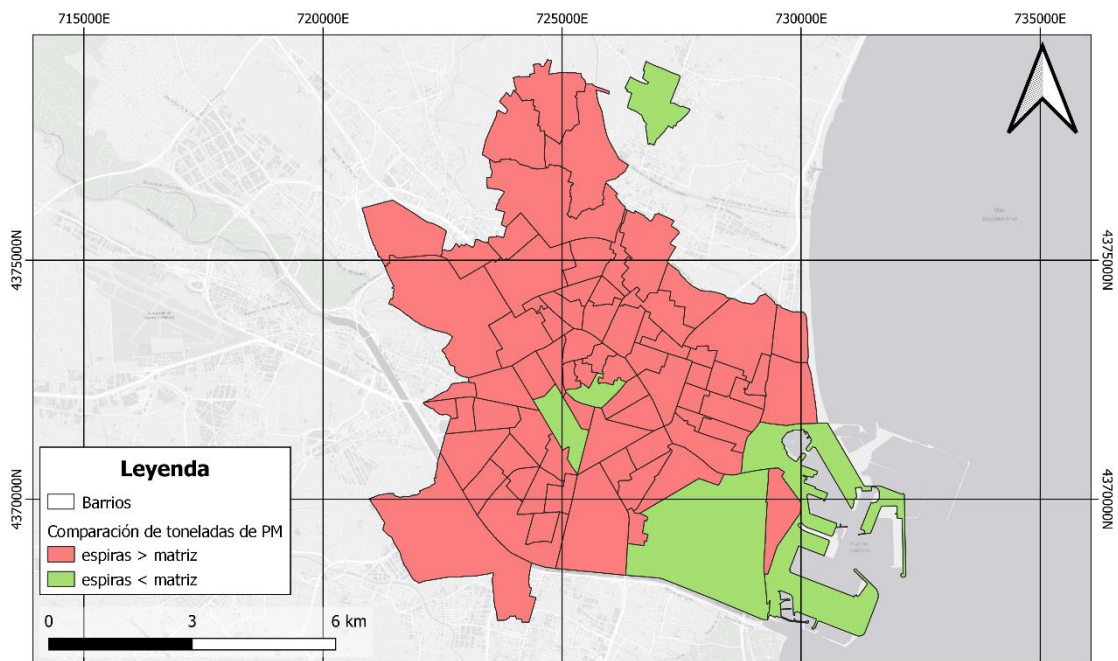


Ilustración 36: Mapa de comparación de los valores de NOx respecto a los resultados de la matriz Origen - Destino. Fuente: Elaboración propia.



Il·lustració 37: Mapa de comparación de las emisiones de PM. Fuente: Elaboración propia.



Il·lustració 38: Mapa de comparación de los valores de PM respecto a los resultados de la matriz Origen - Destino. Fuente: Elaboración propia.

Tras comparar los resultados, se observa una notable diferencia entre las metodologías utilizadas. Las emisiones calculadas mediante los datos de las espiras electromagnéticas son generalmente superiores a las calculadas por la matriz Origen-Destino. En el caso de las emisiones de la matriz, están más localizadas, coincidiendo con las principales vías de entrada y salida de la ciudad de Valencia. Estas vías se representan en la siguiente ilustración.



*Il·lustració 39: Vías de entrada y salida en la ciudad de Valencia (número de carriles + Intensidad Media Diaria).
Fuente: <https://valenciaperl'aire.org/vias-de-entradas-y-salidas-en-la-ciudad-de-valencia-no-carriles-imd/>*

5. Conclusiones

Tras la finalización del proyecto y la consecución de los objetivos establecidos, se han obtenido diferentes conclusiones.

La identificación de indicadores para el cálculo de las emisiones de contaminantes en los distintos barrios de la ciudad de Valencia es de vital importancia. Esto es debido a que los organismos responsables deben implementar políticas encaminadas a descarbonizar la ciudad y reducir su impacto ambiental.

Respecto al análisis de la flota de vehículos, se observa un incremento en el número total de vehículos. Sin embargo, la proporción de vehículos en comparación con el año 2016 ha disminuido. Por otro lado, es importante destacar que más del 99% del parque móvil sigue utilizando combustibles convencionales. Aunque haya habido una disminución en la proporción, el hecho de que la cantidad de vehículos siga en aumento y que la mayoría de ellos dependan de combustibles fósiles plantea preocupaciones debido a su impacto perjudicial en el medio ambiente.

En relación con las medidas de confinamiento implementadas para combatir la pandemia del COVID-19, se ha observado un impacto positivo en las emisiones de CO₂, NO_x y PM. Durante ese período, se redujeron considerablemente las emisiones. Sin embargo, a pesar de esta disminución temporal, la problemática de los altos niveles de emisiones generados por la movilidad persiste.

Al comparar los resultados obtenidos a partir de diferentes metodologías, se evidencian grandes diferencias. Los resultados basados en los datos de las espiras electromagnéticas muestran emisiones más dispersas en toda la ciudad, lo que indica un impacto generalizado de las emisiones del tráfico vehicular en diferentes partes de Valencia.

Por otro lado, los resultados obtenidos a partir de la matriz origen-destino revelan emisiones más concentradas en áreas o rutas específicas, lo que sugiere la existencia de puntos críticos que requieren medidas de mitigación más focalizadas para reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire en esas zonas. Estos resultados también reflejan la influencia de las vías de entrada y salida de la ciudad de Valencia.

Una propuesta de mejora para el desarrollo de este proyecto sería la de disponer de una mayor cantidad de tramos sensorizados. Esto permitiría obtener resultados más precisos, necesarios para la toma de políticas que reduzcan las emisiones de GEI. Además, sería interesante realizar una mayor cantidad de encuestas para poder mejorar la metodología de la matriz Origen-Destino.

6. Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto de realización de este proyecto se han tenido en cuenta sus costes directos. Entre ellos se encuentra el coste del software utilizado y el salario del personal técnico.

El software que se ha empleado para la realización de los mapas del presente proyecto es QGIS, el cual es libre y de código abierto. Por lo tanto, su utilización es gratuita.

Mientras que para el cálculo del salario del personal técnico, se ha tenido en cuenta la tabla salarial del convenio de ingenierías y oficinas técnicas del presente año.

Grupo profesional	Nivel salarial	Personal Técnico	Personal Administrativo
		Puestos de trabajo (relación no exhaustiva)	Puestos de trabajo (relación no exhaustiva)
I	1	INGENIERO; ARQUITECTO; DOCTOR; LICENCIADO; TITULADO 2.º Y 3.º CICLO UNIVERSITARIO; GRADUADO UNIVERSITARIO CON MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL HABILITANTE O MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL (MÍN. 60 ECTS), CUANDO APORTE ESPECIALIZACIÓN Y COMPETENCIAS PROFESIONALES NECESARIAS PARA EL DESEMPEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO. ANALISTA.	LICENCIADO; TITULADO 2.º Y 3.º CICLO UNIVERSITARIO; GRADUADO UNIVERSITARIO CON MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL HABILITANTE O MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL (MÍN. 60 ECTS), CUANDO APORTE ESPECIALIZACIÓN Y COMPETENCIAS PROFESIONALES NECESARIAS PARA EL DESEMPEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO.
	2	GRADUADO UNIVERSITARIO; INGENIERO TÉCNICO; ARQUITECTO TÉCNICO; APAREJADOR; DIPLOMADO UNIVERSITARIO; TITULADO 1er. CICLO UNIVERSITARIO.	GRADUADO UNIVERSITARIO; DIPLOMADO UNIVERSITARIO; TITULADO 1er. CICLO UNIVERSITARIO
II	3	TÉCNICO DE CÁLCULO O DISEÑO; PROGRAMADOR INFORMÁTICO.	JEFE 1.ª ADMINISTRATIVO
	4	DELINEANTE-PROYECTISTA.	JEFE 2.ª ADMINISTRATIVO
III	5	DELINEANTE; TÉCNICO 1.ª; TÉCNICO MODELADOR BIM; TÉCNICO INFORMÁTICO.	OFICIAL 1.ª ADMINISTRATIVO; TRADUCTOR E INTÉRPRETE NO JURADO DE UNO O MÁS IDIOMAS EXTRANJEROS
	6	TÉCNICO 2.ª	OFICIAL 2.ª ADMINISTRATIVO
IV	7	VIGILANTE/SUPERVISOR/INSPECTOR DE OBRA; AUXILIAR TÉCNICO.	AUXILIAR ADMINISTRATIVO; TELEFONISTA-RECEPCIONISTA
	8	AYUDANTE.	

Tabla 14: Esquema del agrupamiento de los puestos de trabajo por grupo profesional y nivel salarial. Fuente: Boletín Oficial del Estado.

Nivel salarial	Tabla salarial art. 33		Plus Convenio según art. 38 Convenio	Total anual
	Mes x 14	Anual		
1	1.827,30	25.582,20	2.444,61.	28.026,81
2	1.377,65	19.287,10	2.444,61.	21.731,71
3	1.328,44	18.598,16	2.444,61.	21.042,77
4	1.217,93	17.051,02	2.444,61.	19.495,63
5	1.088,23	15.235,22	2.444,61.	17.679,83
6	937,58	13.126,12	2.444,61.	15.570,73
7	906,12	12.685,68	2.444,61.	15.130,29
8	905,39	12.675,46	2.444,61.	15.120,07
9	905,39	12.675,46	2.444,61.	15.120,07

Tabla 15: Tabla salarial y plus convenio del año 2023. Fuente: Boletín Oficial del Estado.

El nivel salarial de un personal técnico en Ingeniería en Geomática y Topografía es el siguiente:

Nivel Salarial	2
Personal técnico	Graduado universitario; Ingeniero técnico; Titulado 1er ciclo universitario

Tabla 16: Nivel salarial de un ingeniero en Geomática y Topografía. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del salario por horas de un ingeniero en Geomática y Topografía se ha realizado el siguiente procedimiento:

- Sabiendo el salario base mensual, anual y el plus del convenio, se ha calculado el salario bruto anual:

$$\text{Salario bruto anual} = \text{salario anual} + \text{plus convenio} \quad (3)$$

$$\text{Salario bruto anual} = 19.287,10 \text{ €} + 2.444,61 \text{ €}$$

$$\text{Salario bruto anual} = 21.731,71 \text{ €}$$

- La contribución a la Seguridad Social equivale al 40% del salario bruto anual:

$$\text{Seguridad Social} = \text{Salario bruto} * 0,4 \quad (4)$$

$$\text{Seguridad Social} = 21.731,71 \text{ €} * 0,4$$

$$\text{Seguridad Social} = 8.692,68 \text{ €}$$

- El coste anual para la empresa es:

$$\text{Coste anual} = \text{salario bruto anual} + \text{Seguridad Social} \quad (5)$$

$$\text{Coste anual} = 21.731,71 \text{ €} + 8.692,68 \text{ €}$$

$$\text{Coste anual} = 30.424,39 \text{ € al año}$$

- Si el coste anual se divide entre 11 meses se obtiene el mensual para la empresa:

$$\text{Coste mensual} = \text{coste anual} / 11 \text{ meses} \quad (6)$$

$$\text{Coste mensual} = 30.424,39 \text{ €} / 11 \text{ meses}$$

$$\text{Coste mensual} = 2.765,85 \text{ € al mes}$$

- Para el cálculo del coste diario se divide entre los 20 días laborables:

$$\text{Coste diario} = \text{coste mensual} / 20 \text{ días} \quad (7)$$

$$\text{Coste diario} = 2.765,85 \text{ €} / 20 \text{ días}$$

$$\text{Coste diario} = 138,29 \text{ € al día}$$

- Finalmente el coste por horas es el siguiente:

$$\text{Coste por hora} = \text{coste diario} / 8 \text{ horas} \quad (8)$$

$$\text{Coste por hora} = 138,29 \text{ €} / 8 \text{ horas}$$

$$\text{Coste por hora} = 17,29 \text{ € la hora.}$$

Salario mensual	1.377,65 €
Salario anual	19.287,10 €
Plus convenio	2.444,61 €
Salario bruto	21.731,71 €
Seguridad Social	8.692,68 €
Coste anual	30.424,39 €
Coste mensual	2.765,85 €
Coste diario	138,29 €
€/hora	17,29 €

Tabla 17: Cálculo del salario por horas de un ingeniero en Geomática y Topografía. Fuente: Elaboración propia.

Las horas dedicadas a la realización de este proyecto y el costo total según las horas dedicadas a cada actividad se encuentran desglosadas en la siguiente tabla:

Actividad	Horas	Coste (€)
Identificación y selección de KPIs	30	518,60 €
Cálculo de la intensidad de tráfico	20	345,73 €
Cálculo de las emisiones	40	691,46 €
Comparación de metodologías	40	691,46 €
Análisis de resultados	60	1.037,20 €
Realización de la cartografía	40	691,46 €
Resolución de dudas y reuniones	10	172,87 €
Redacción del proyecto	60	1.037,20 €
TOTAL	300	5.185,98 €

Tabla 18: Horas y coste por actividades realizadas. Fuente: Elaboración propia.

7. Bibliografía

Community of Practice – CITIES. En: *European Commission* [en línea]. Disponible en: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/territorial/community-of-practice-cities_en [consulta: 13 de marzo 2023].

Air quality and health. En: Organización Mundial de la Salud [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants> [consulta: 12 de abril 2023]

CO2 emissions from cars: facts and figures (infographics). En: *European Parliament* [en línea]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics> [consulta: 12 de abril 2023].

La Comisión anuncia las cien ciudades que participarán en una misión de la UE para contar con ciudades inteligentes y climáticamente neutras de aquí a 2030. En: Comisión Europea [en línea]. Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_2591 [consulta: 15 de abril 2023].

España trabaja en una plataforma para ayudar a las ciudades a avanzar hacia la neutralidad climática. En: Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico [en línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/espa%C3%B1a-trabaja-en-una-plataforma-para-ayudar-a-las-ciudades-a-avanzar-hacia-la-neutralidad-clim%C3%A1tica-/tcm:30-539776> [consulta: 15 de abril 2023].

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030. En: Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico [en línea]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-integrado-energia-clima/plannacionalintegradoeenergiayclima2021-2030_tcm30-546623.pdf [consulta: 16 de abril 2023].

MATEO PLA, Miguel; LORENZO SÁEZ, Edgar; LUZURIAGA, Jorge; MIRA PRATS, Santiago; MORENO PÉREZ, Juan; URCHUEGUÍA, Javier; OLIVER VILLANUEVA, Jose Vicente; LEMUS, Lenin, 2021. *From traffic data to GHG emissions: A novel bottom-up methodology and its application to Valencia city*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102643>

Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible de la ciudad de Valencia. En: *Ajuntament de València* [en línea]. Disponible en: <https://www.valencia.es/es/cas/energias/planes-y-estrategias> [consulta: 13 de marzo 2023].

Missions València 2030. En: *Missions València 2030* [en línea]. Disponible en: <https://www.missionsvalencia.eu/?lang=es> [consulta: 10 de abril 2023].

Agenda 2030. En: Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030 [en línea]. Disponible en: <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/index.htm> [consulta: 10 de abril 2023].

Plan de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (PMoMe). En: *PMoMe València* [en línea]. Disponible en: <https://www.pmomevalencia.com/documents> [consulta: 20 de marzo 2023].

RIOS JACOBO, Óscar Ivan, 2019. *Key Performance Indicators (KPI)*.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P.; SANTAPAU, Adelaida, 2019. *El cuadro de mando integral*.

GARCÍA MOLINA, Liliana Elizabeth, 2017. *Estimación Indirecta de Emisiones Contaminantes de Fuentes Móviles en el casco urbano de la cabecera cantonal del Cantón Sevilla de Oro*.

CORREA GUAICHA, Henry Manuel; AGUSTO SAGNAY, Jose Ángel; CRESPO AYALA, Priscila Esperanza, 2017. *Bases Para Inventario De Emisiones Del Parque Automotor En La Ciudad De Guayaquil. Caso De Estudio*.

ABAD ESCARPA, David, 2018. *Evaluación del impacto ambiental de los vehículos de transporte de residuos municipales bajo distintos escenarios*.

COSTEA, Catalín Ioan, 2023. *Análisis de las emisiones derivadas de la movilidad del área metropolitana de Valencia*.

JIMÉNEZ GARCÍA, Carlos, 2023. *Cálculo de la huella de carbono de la movilidad por barrios de la ciudad de Valencia*.

Mordor Intelligence (2023). *Spain used car market - growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2023 - 2028)*. Disponible en: [https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/spain-used-car-market#:~:text=Spain Used Car Market Analysis,period \(2022 - 2027\)](https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/spain-used-car-market#:~:text=Spain Used Car Market Analysis,period (2022 - 2027))

Dirección General de Tráfico. (2022). *Portal estadístico - informes personalizados – parque de vehículos*. Disponible en: https://sedeapl.dgt.gob.es/WEB_IEST_CONSULTA/subcategoria.faces

EEA (2019). European Environmental Agency. *Emissions of air pollutants from transport*. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-8>

LORENZO-SÁEZ, E., OLIVER-VILLANUEVA, J.V., LEMUS-ZÚÑIGA, L.G., URCHUEGUÍA, J.F. and LERMA-ARCE, V. (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, Volume 42, 2022, ISSN 2212-0955. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101125>

COLVILE, R. N., et al. *The transport sector as a source of air pollution. Atmospheric environment*, 2001, vol. 35, no 9, p. 1537-1565. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00551-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00551-3)

BEELEN, Rob; HOEK, Gerard; PEBESMA, Edzer, Danielle Vienneau, Kees de Hoogh, David J. Briggs. *Mapping of background air pollution at a fine spatial scale across the European Union*, 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.11.048>

8. Anexo I

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza.			X	
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.			X	
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.	X			
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.		X		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.		X		
ODS 10. Reducción de las desigualdades.		X		
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	X			
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.	X			
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.		X		
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.			X	
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos			X	

Tabla 19: Grado de relación del trabajo con los ODS. Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la alineación del TFG con los ODS con un grado de relación más alto:

Como se puede observar en la tabla anterior, los ODS con un mayor grado de relación son el 3 (salud y bienestar), 7 (energía asequible y no contaminante), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 12 (producción y consumo responsables) y 13 (acción por el clima). Todos ellos tienen el objetivo promover la accesibilidad, la movilidad sostenible y la reducción de emisiones para la descarbonización de la ciudad de Valencia en el sector del transporte.

9. Cartografía

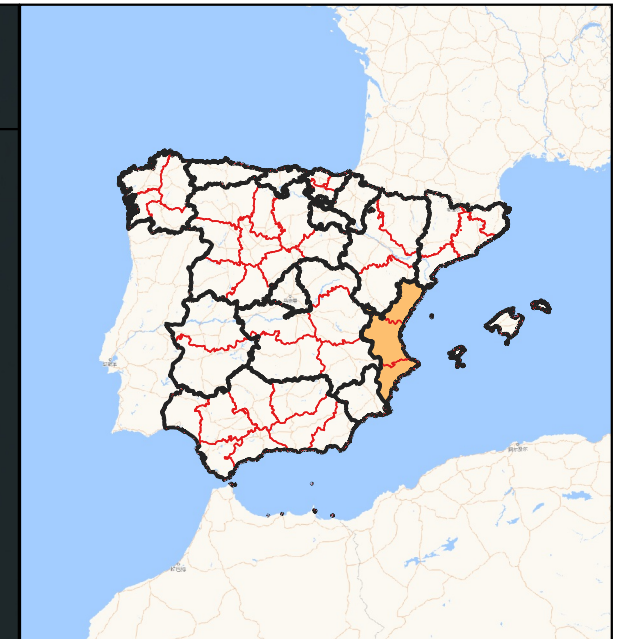
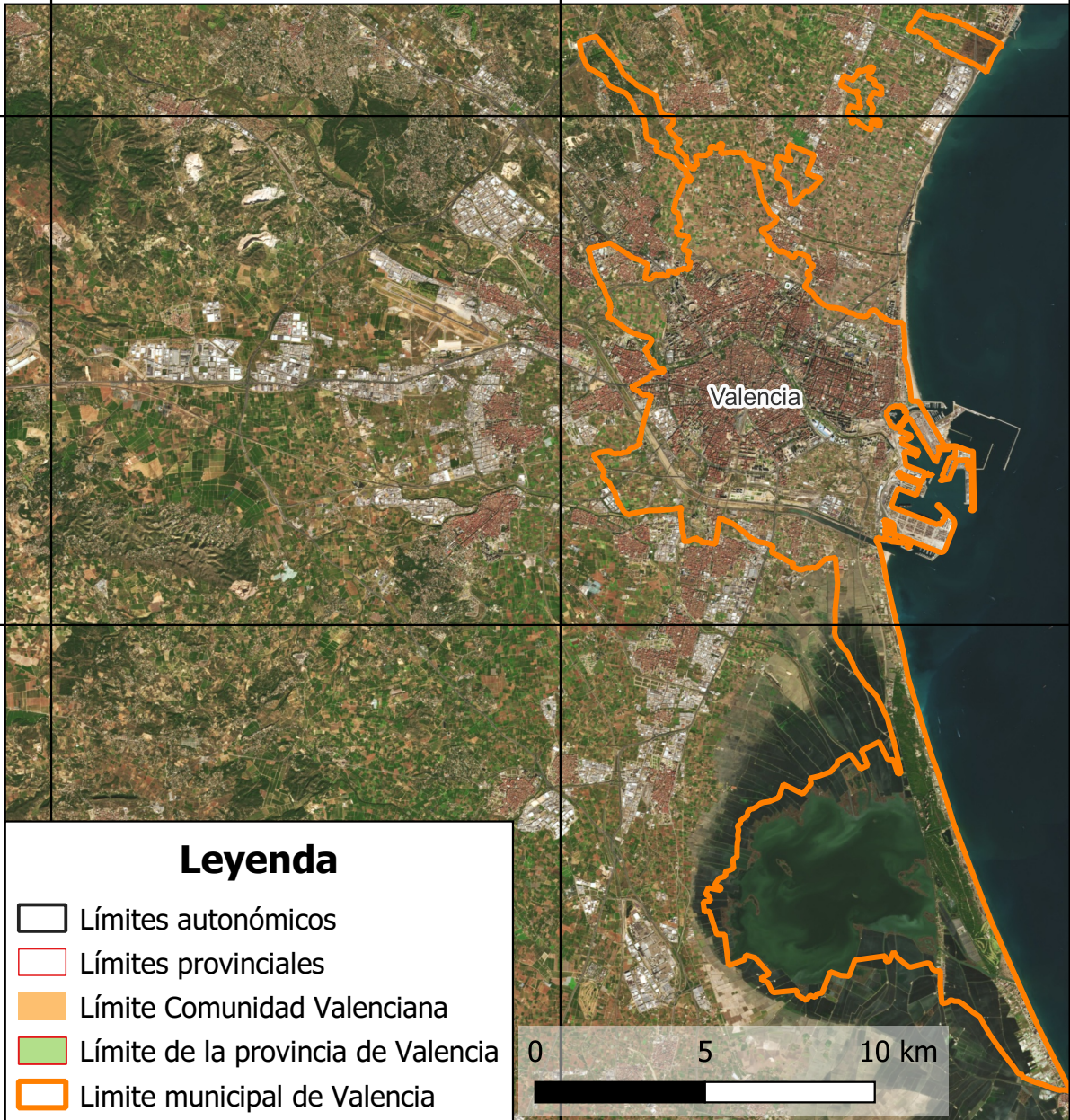
705000E

720000E






735000E

4380000N

4365000N



Leyenda

-  Límites autonómicos
-  Límites provinciales
-  Límite Comunidad Valenciana
-  Límite de la provincia de Valencia
-  Límite municipal de Valencia



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:

Mapa de situación

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/200.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

720000E

735000E

4380000N

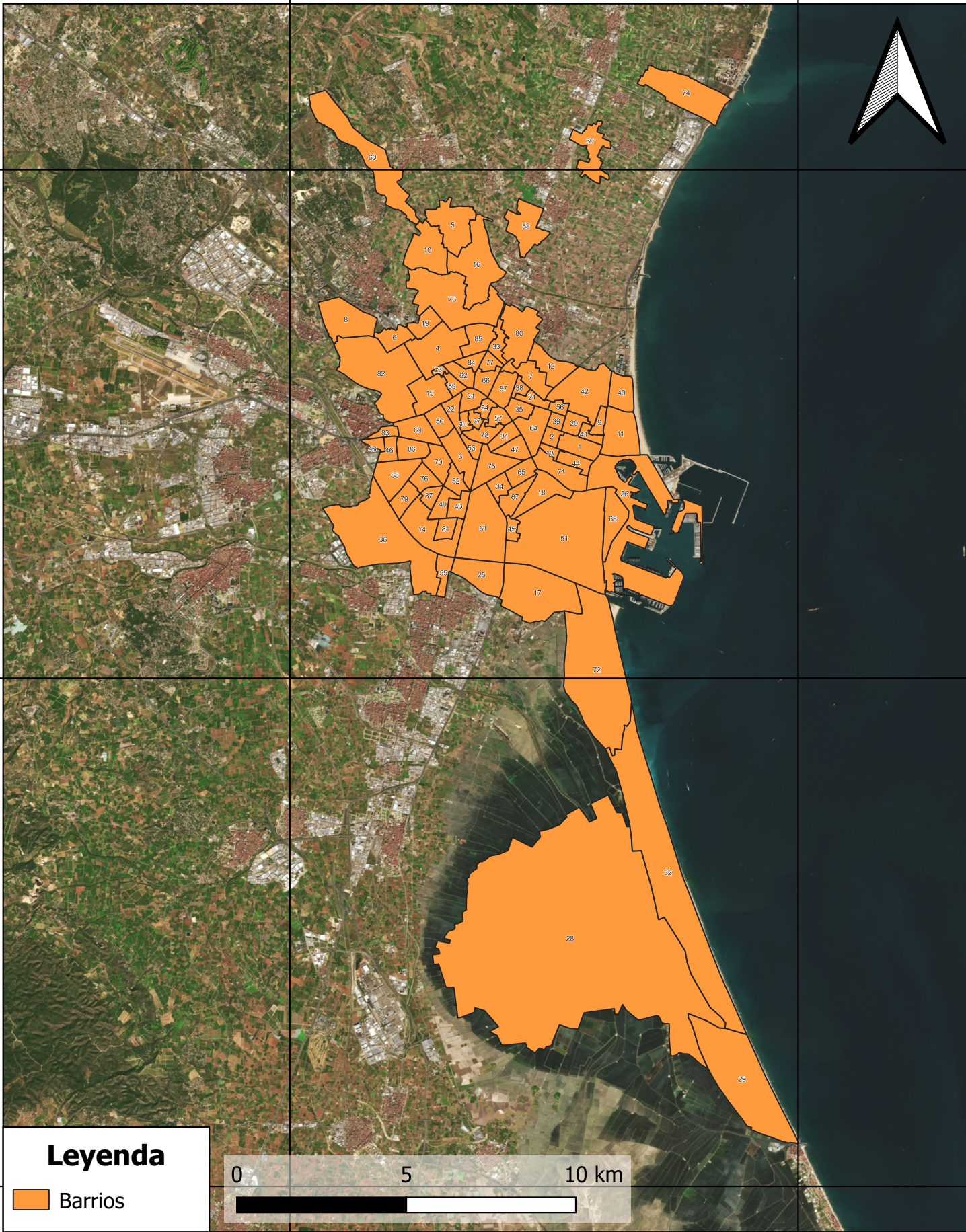
4380000N

4365000N

4365000N

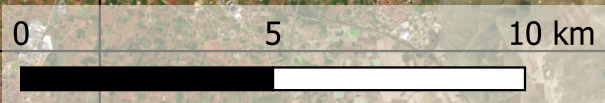
4350000N

4350000N



Leyenda

 Barrios



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:

Mapa de barrios de la ciudad de Valencia

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Escala:
E: 1/150.000

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Fecha:
Junio 2023

codbarrio	nombre	codbarrio2	nombre2
1	AIORA	45	LA FONTETA S.LLUIS
2	ALBORS	46	LA FONTSANTA
3	ARRANCAPINS	47	LA GRAN VIA
4	BENICALAP	48	LA LLUM
5	BENIFARAIG	49	LA MALVA-ROSA
6	BENIFERRI	50	LA PETXINA
7	BENIMACLET	51	LA PUNTA
8	BENIMAMET	52	LA RAIOSA
9	BETERO	53	LA ROQUETA
10	BORBOTO	54	LA SEU
11	CABANYAL-CANYAMELAR	55	LA TORRE
12	CAMI DE VERA	56	LA VEGA BAIXA
13	CAMI FONDO	57	LA XEREA
14	CAMI REAL	58	LES CASES DE BARCENA
15	CAMPANAR	59	LES TENDETES
16	CARPESA	60	MAHUEL·LA-TAULADELLA
17	CASTELLAR-L'OLIVERAL	61	MALILLA
18	CIUTAT DE LES ARTS I DE LES CIENCIES	62	MARXALENES
19	CIUTAT FALLERA	63	MASSARROJOS
20	CIUTAT JARDI	64	MESTALLA
21	CIUTAT UNIVERSITARIA	65	MONTOLIVET
22	EL BOTANIC	66	MORVEDRE
23	EL CALVARI	67	NA ROVELLA
24	EL CARME	68	NATZARET
25	EL FORN D'ALCEDO	69	NOU MOLES
26	EL GRAU	70	PATRAIX
27	EL MERCAT	71	PENYA-ROJA
28	EL PALMAR	72	PINEDO
29	EL PERELLONET	73	POBLE NOU
30	EL PILAR	74	RAFALELL-VISTABELLA
31	EL PLA DEL REMEI	75	RUSSAFA
32	EL SALER	76	SAFRANAR
33	ELS ORRIOLS	77	SANT ANTONI
34	EN CORTS	78	SANT FRANCESC
35	EXPOSICIO	79	SANT ISIDRE
36	FAITANAR	80	SANT LLORENS
37	FAVARA	81	SANT MARCEL·LI
38	JAUME ROIG	82	SANT PAU
39	L'AMISTAT	83	SOTERNES
40	L'HORT DE SENABRE	84	TORMOS
41	L'ILLA PERDUDA	85	TORREFIEL
42	LA CARRASCA	86	TRES FORQUES
43	LA CREU COBERTA	87	TRINITAT
44	LA CREU DEL GRAU	88	VARA DE QUART

715000E

720000E

725000E

730000E

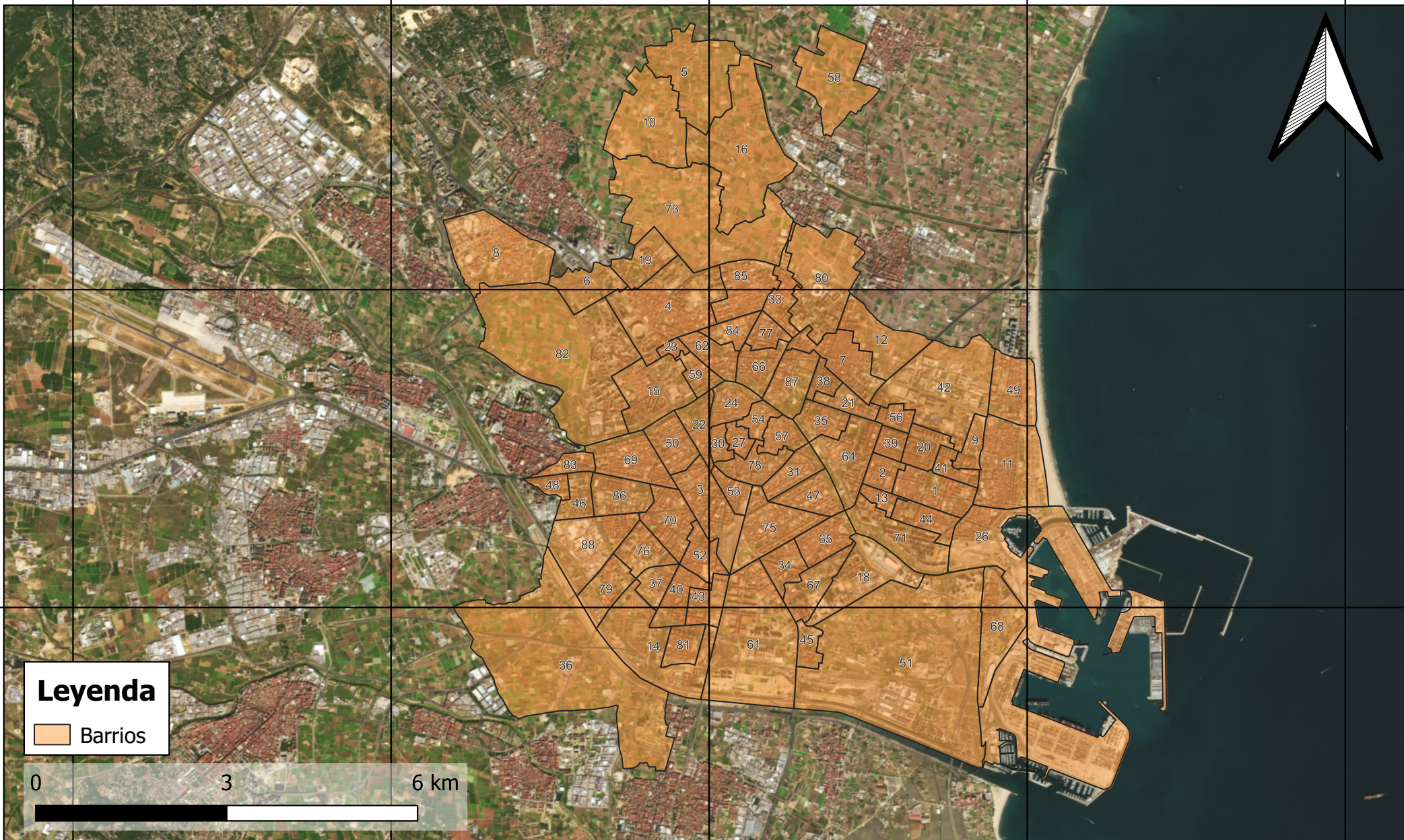
735000E

4375000N


4375000N

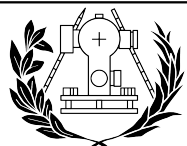
4370000N

4370000N



Leyenda

 Barrios



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de barrios de la ciudad de Valencia que van a ser estudiados

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/80.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

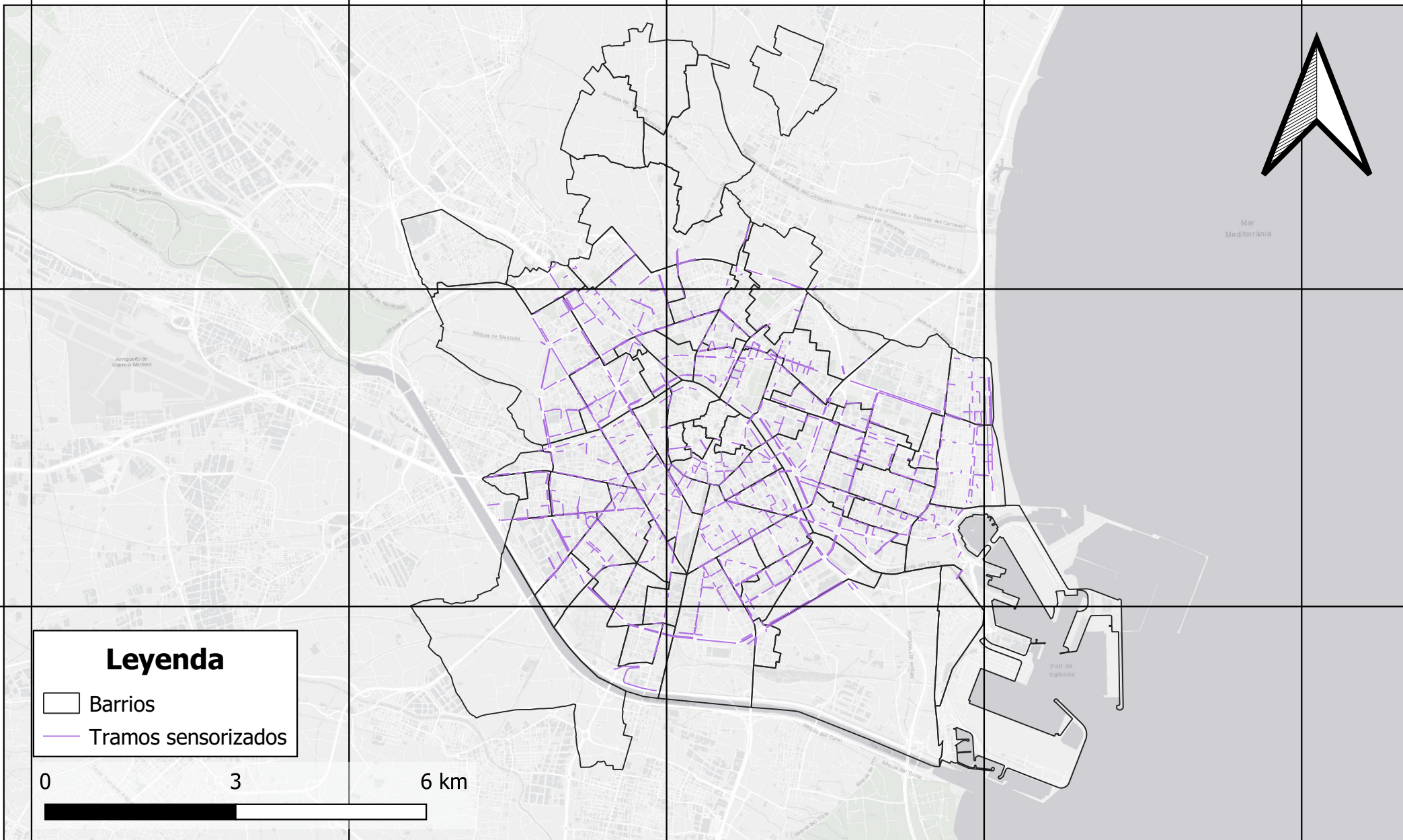
735000E

4375000N

4375000N

4370000N

4370000N



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de tramos sensorizados.

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

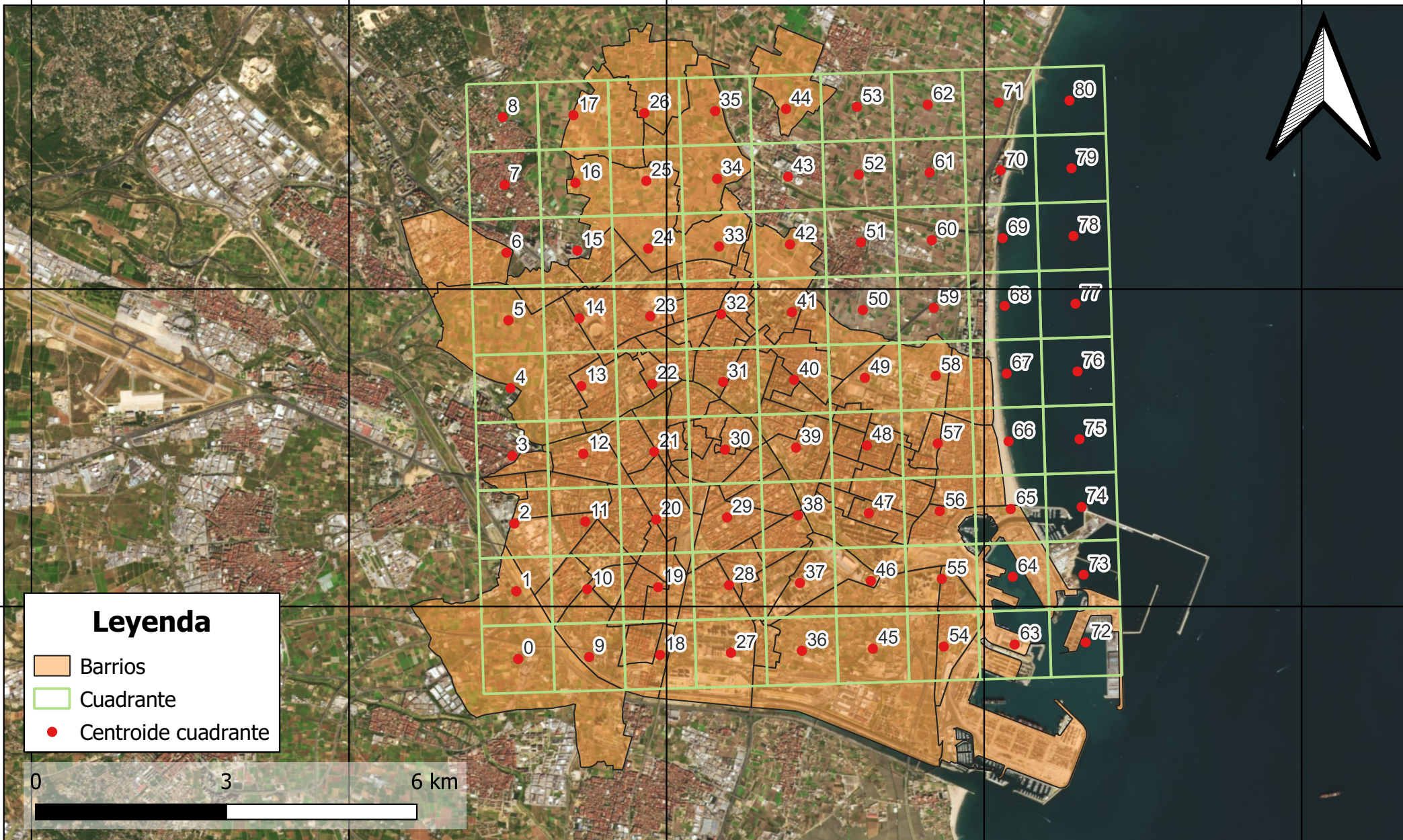
735000E

4375000N

4375000N

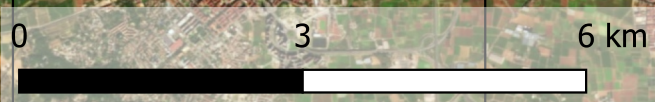
4370000N

4370000N



Leyenda

- Barrios
- Cuadrante
- Centroide cuadrante



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de los cuadrantes para el cálculo

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/80.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

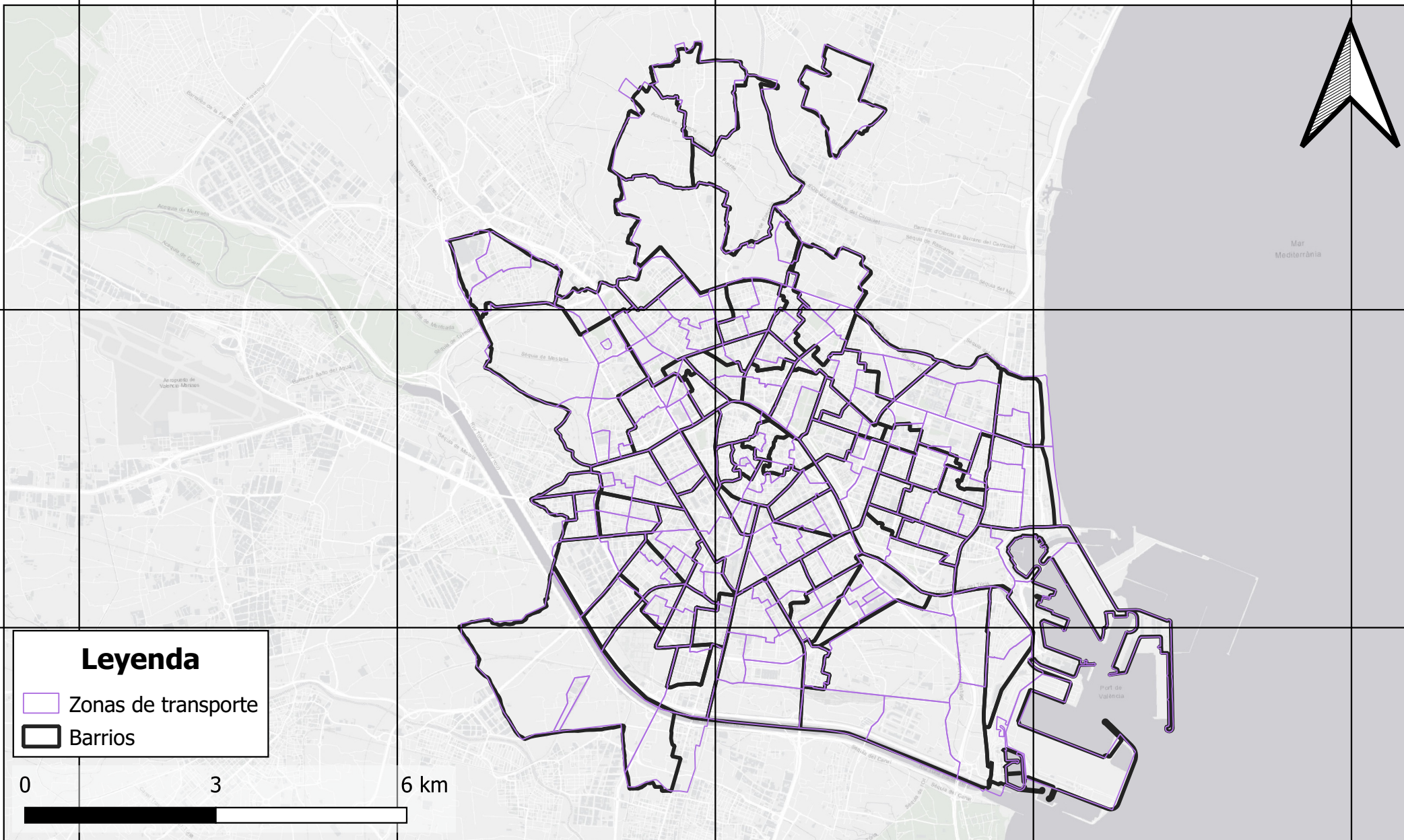
735000E

4375000N

4370000N

4375000N

4370000N



Leyenda

- Zonas de transporte
- Barrios



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de las zonas de transporte de los barrios de estudio

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/80.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

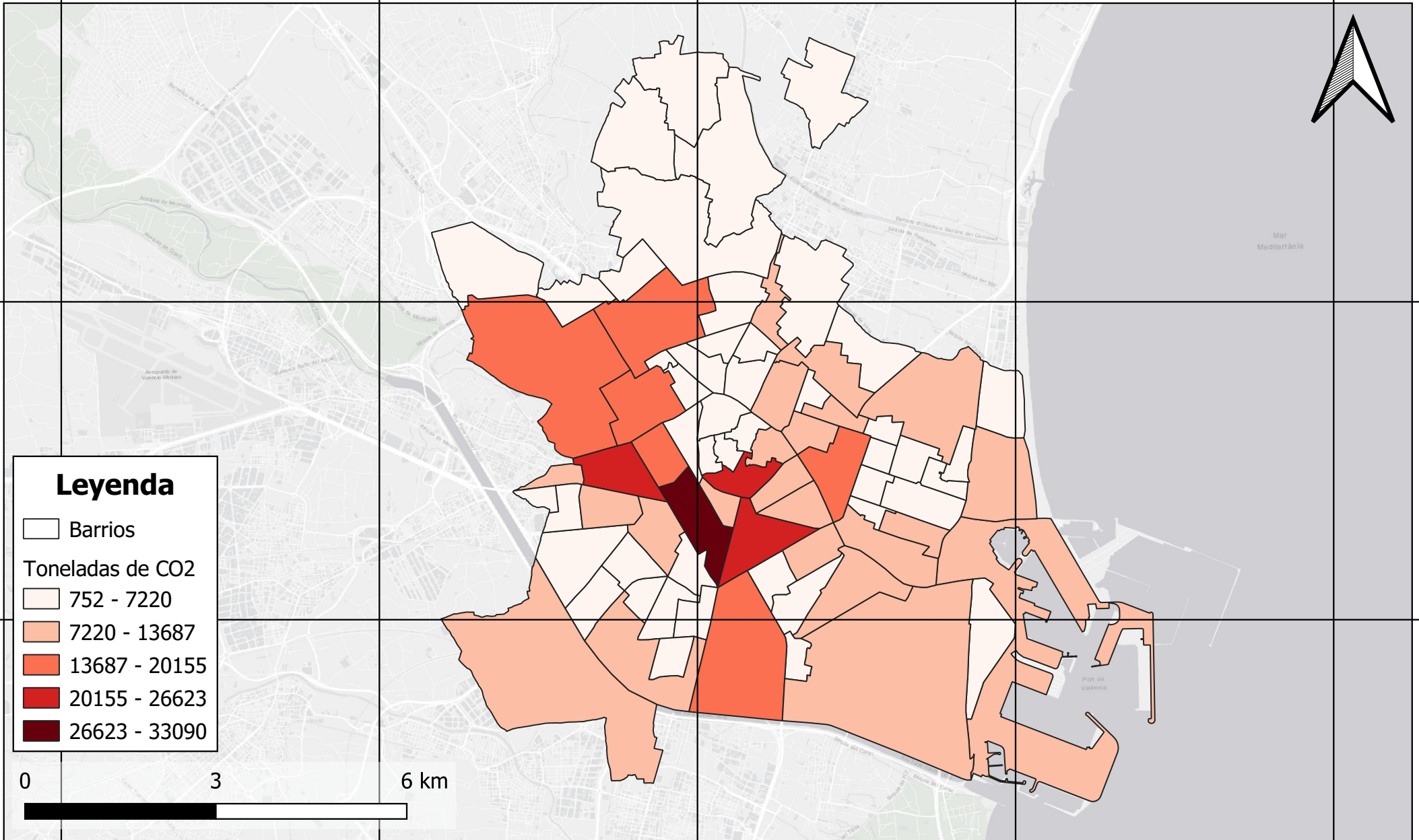
735000E

4375000N

4375000N

4370000N

4370000N



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de emisiones de CO2
anuales matriz Origen-Destino**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

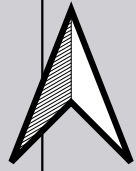
735000E

4375000N







4375000N

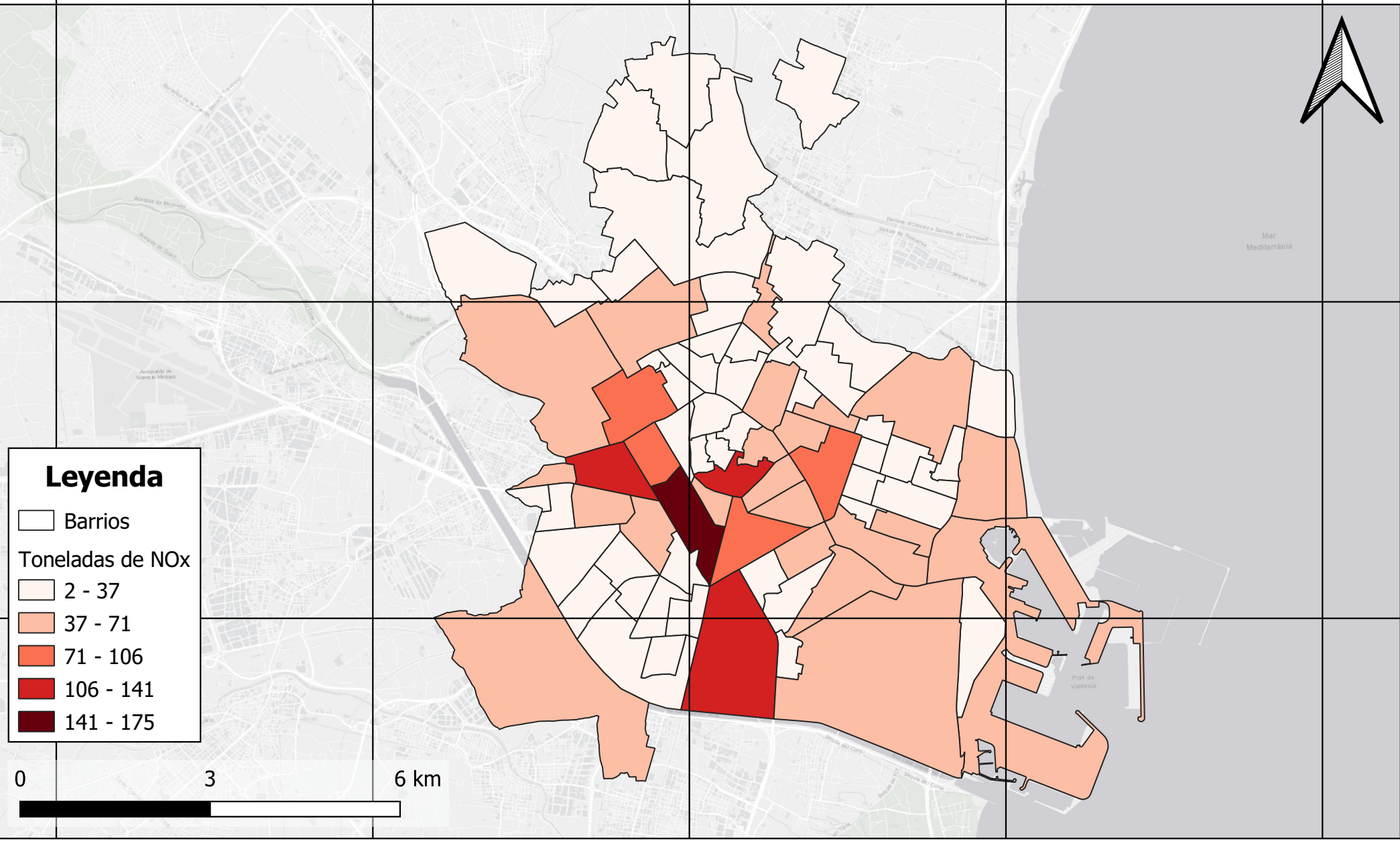
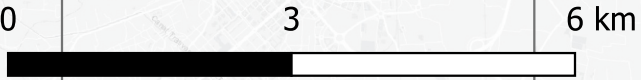
4370000N

4370000N



Leyenda

-  Barrios
- Toneladas de NOx**
-  2 - 37
-  37 - 71
-  71 - 106
-  106 - 141
-  141 - 175



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:

**Mapa de emisiones de NOx
anuales matriz Origen-Destino**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

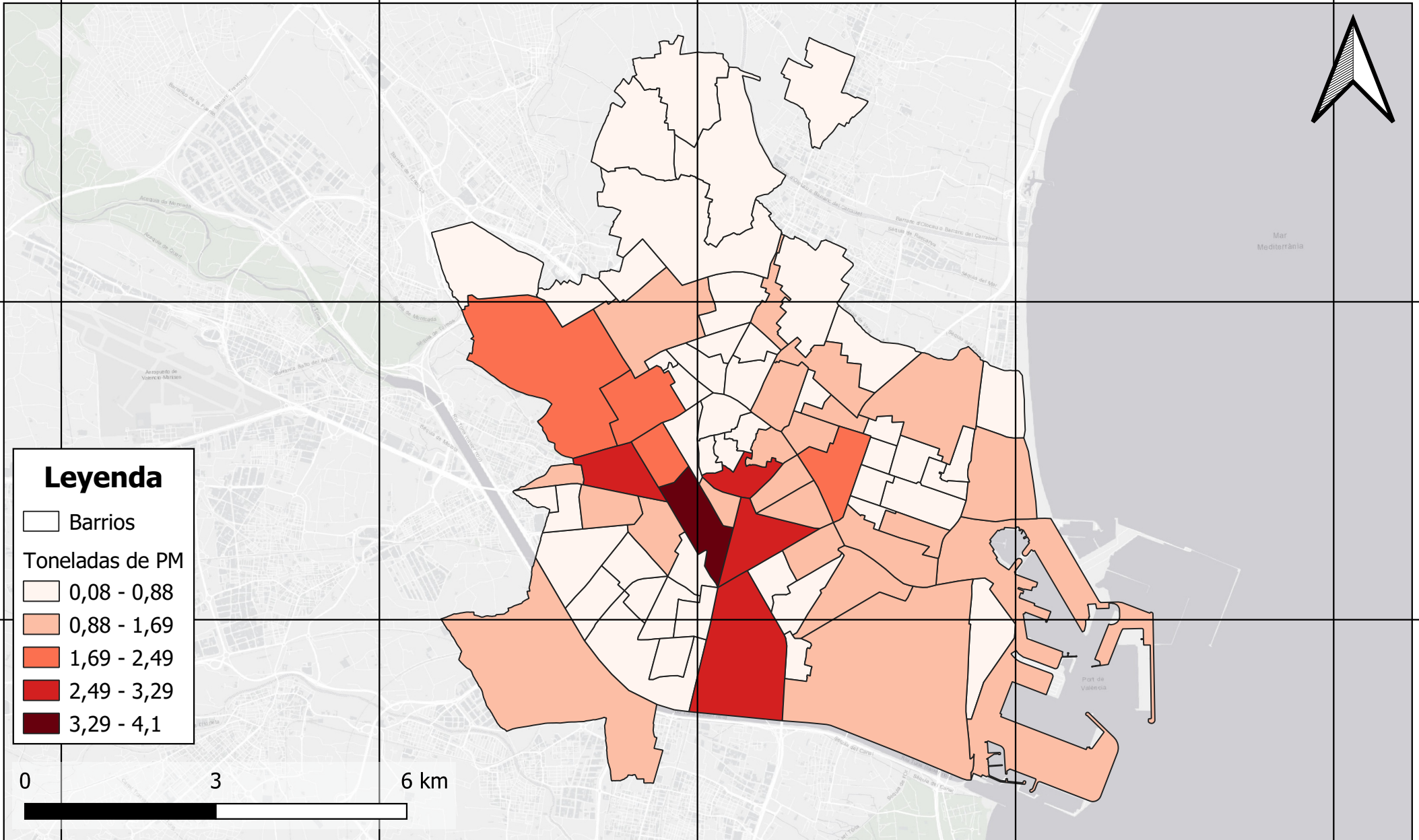
735000E

4375000N

4375000N

4370000N

4370000N



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de emisiones de PM anuales
matriz Origen-Destino**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E


4375000N

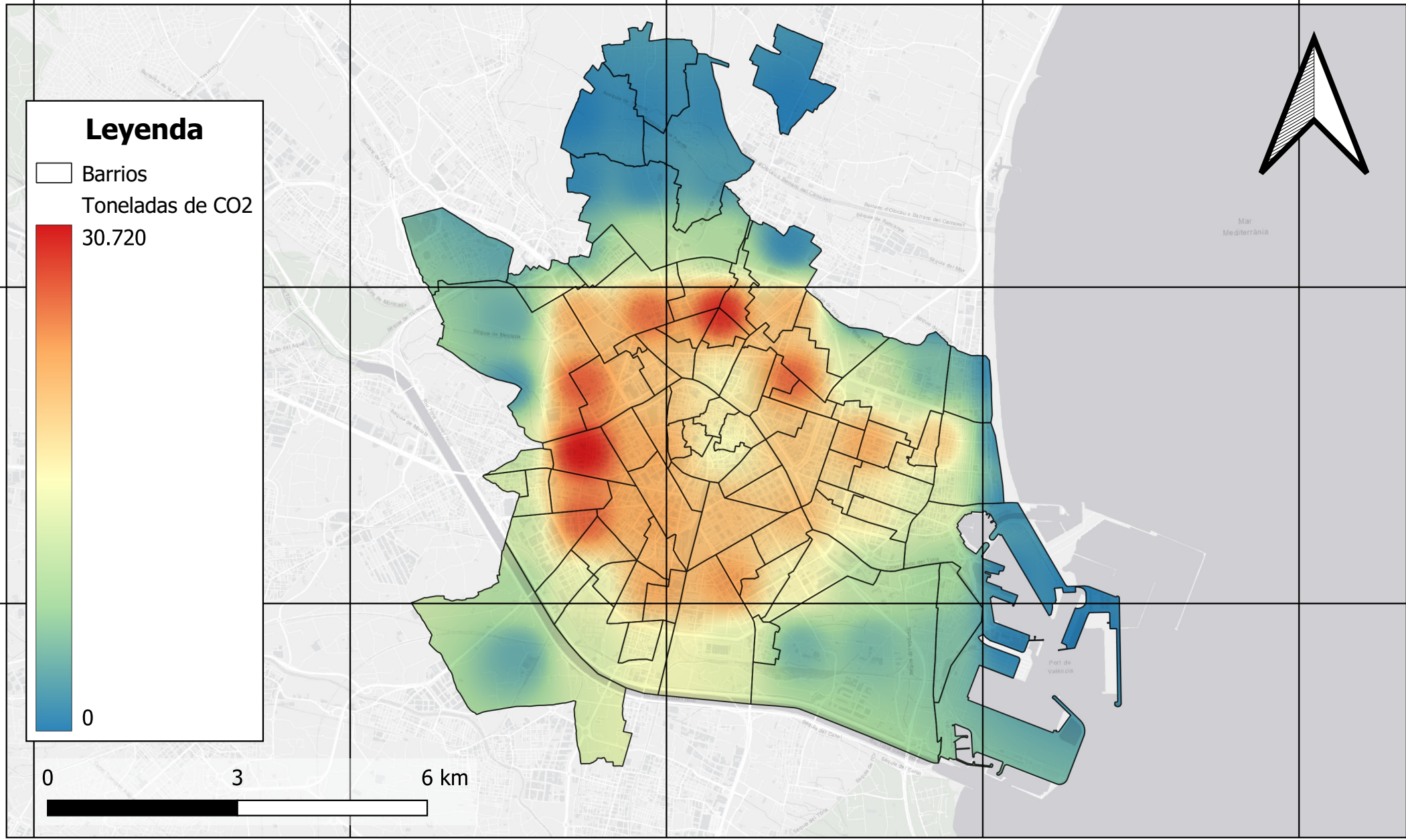
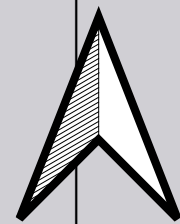
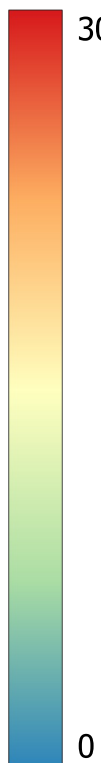
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

 Barrios
 Toneladas de CO2
 30.720



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
 DE INGENIERÍA GEODÉSICA
 CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:
**Mapa de emisiones de CO2 del año
 2016**

Autora:
 Noelia Soriano Dolz
 Sistema de coordenadas:
 ETRS89 - UTM 30N

Escala:
 E: 1/80.000
 Fecha:
 Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E


4375000N

4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

 Barrios
 Toneladas de CO2
 30.720

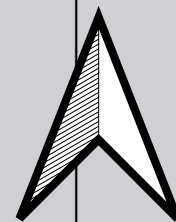


0

0

3

6 km



Mar Mediterrània

Port de València



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
 DE INGENIERÍA GEODÉSICA
 CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:

Mapa de emisiones de CO2 del año 2017

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/80.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

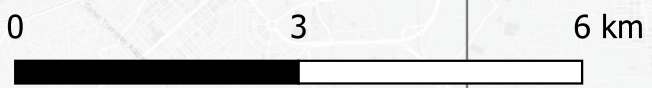
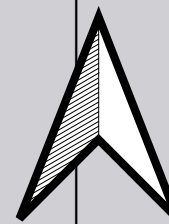
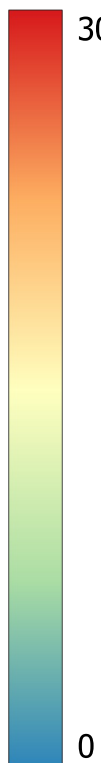
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

Barrios
Toneladas de CO2
30.720



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de CO2 del año
2018**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E


4375000N

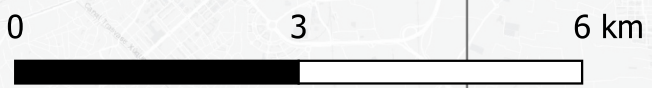
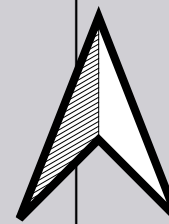
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

 Barrios
 Toneladas de CO2
 30.720



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
 DE INGENIERÍA GEODÉSICA
 CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:
**Mapa de emisiones de CO2 del año
 2019**

Autora:
 Noelia Soriano Dolz
 Sistema de coordenadas:
 ETRS89 - UTM 30N

Escala:
 E: 1/80.000
 Fecha:
 Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

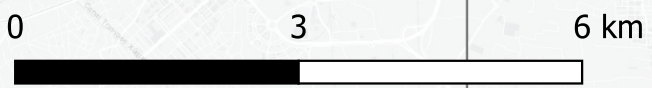
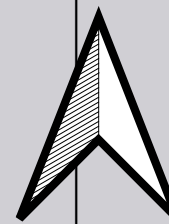
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

Barrios
Toneladas de CO2
30.720



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de CO2 del año
2020**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E


4375000N

4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

 Barrios
 Toneladas de CO2
 30.720

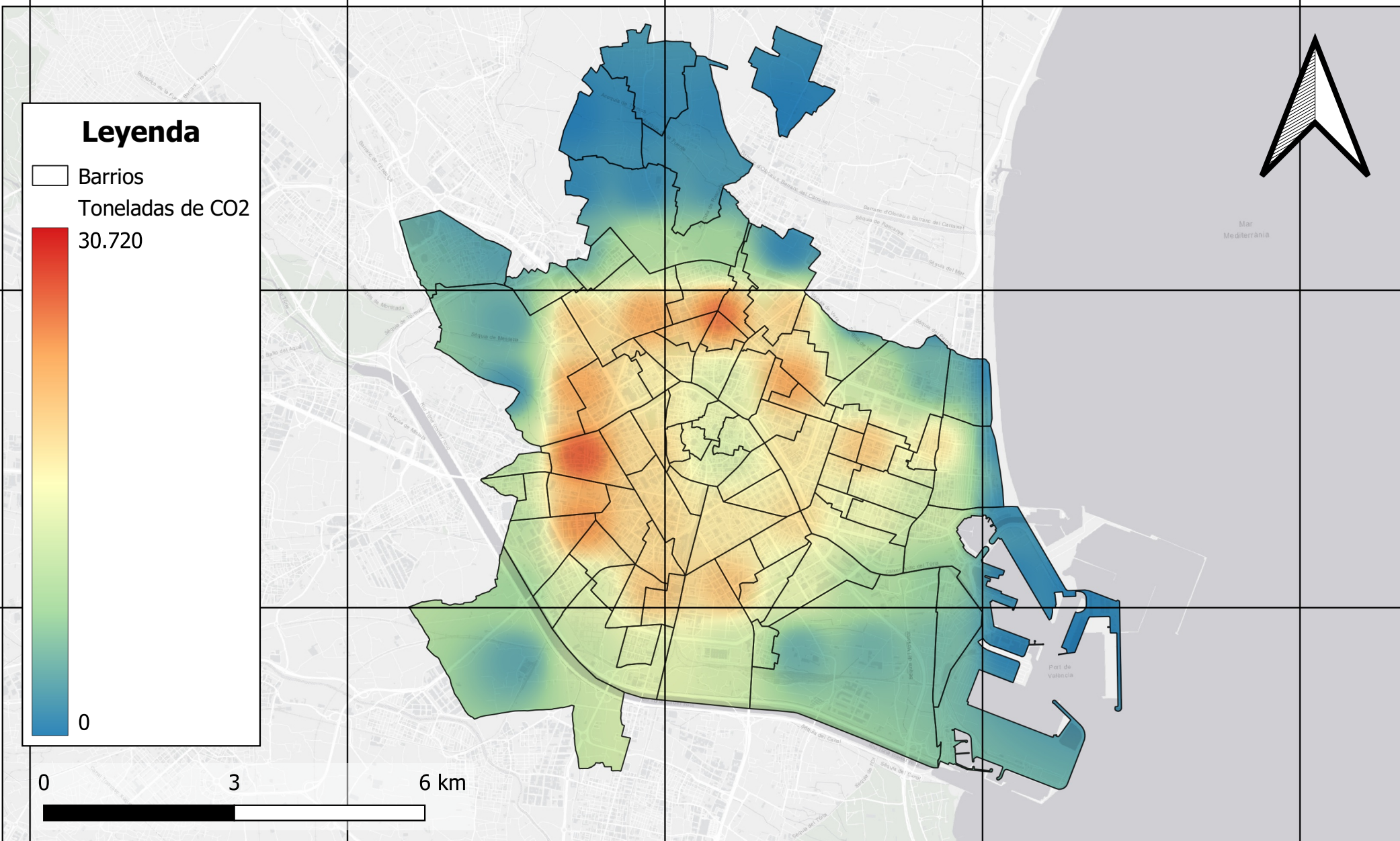
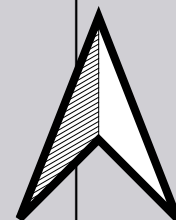


0

0

3

6 km



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
 DE INGENIERÍA GEODÉSICA
 CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de emisiones de CO2 del año
 2021**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

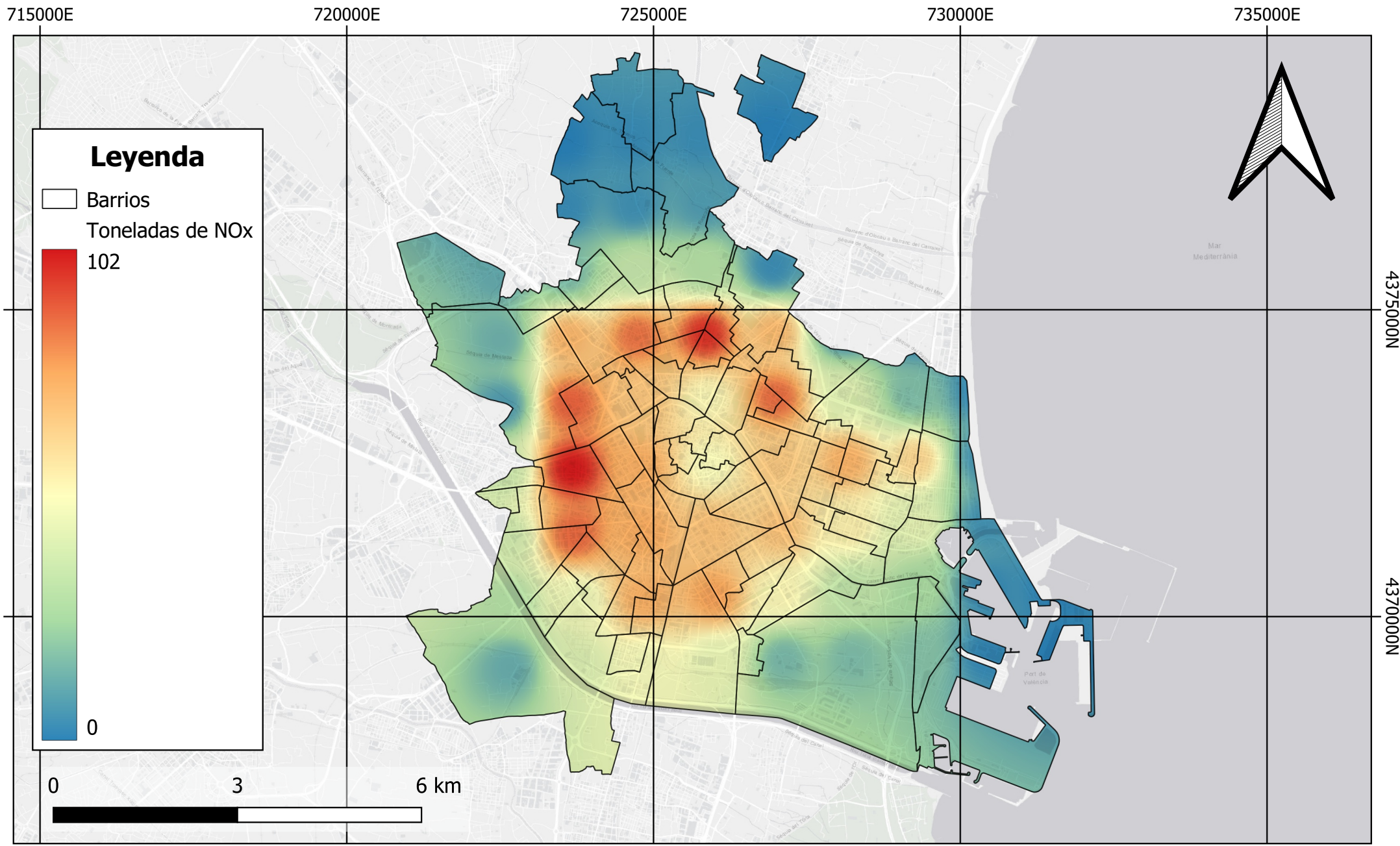
ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
 DE INGENIERÍA GEODÉSICA
 CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:
**Mapa de emisiones de NOx del año
 2016**

Autora:
 Noelia Soriano Dolz
 Sistema de coordenadas:
 ETRS89 - UTM 30N

Escala:
 E: 1/80.000
 Fecha:
 Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

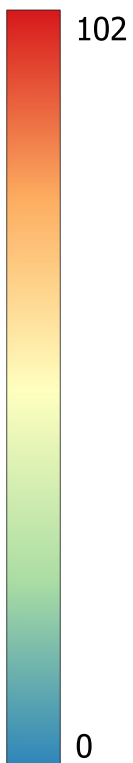
4375000N

4370000N

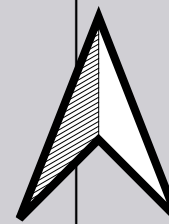
4370000N

Leyenda

Barrios
Toneladas de NOx



0 3 6 km



Mar Mediterrània

Port de València



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de emisiones de NOx del año 2017

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/80.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

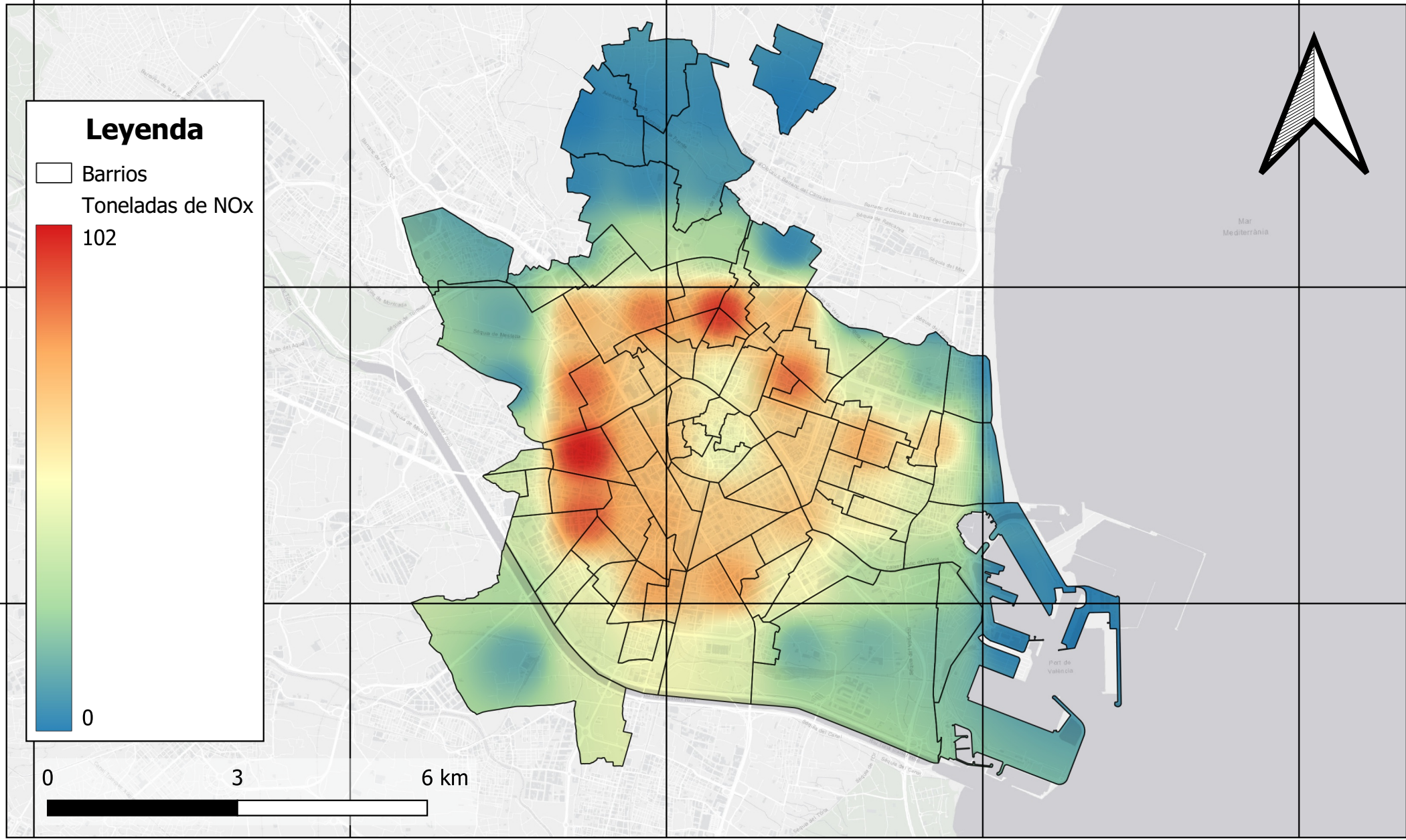
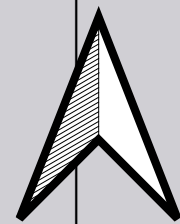
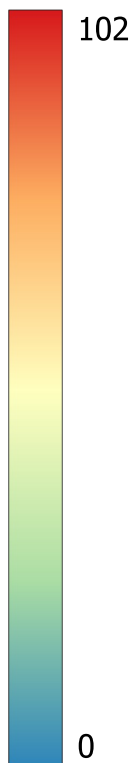
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

Barrios
Toneladas de NOx



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de NOx del año
2018**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

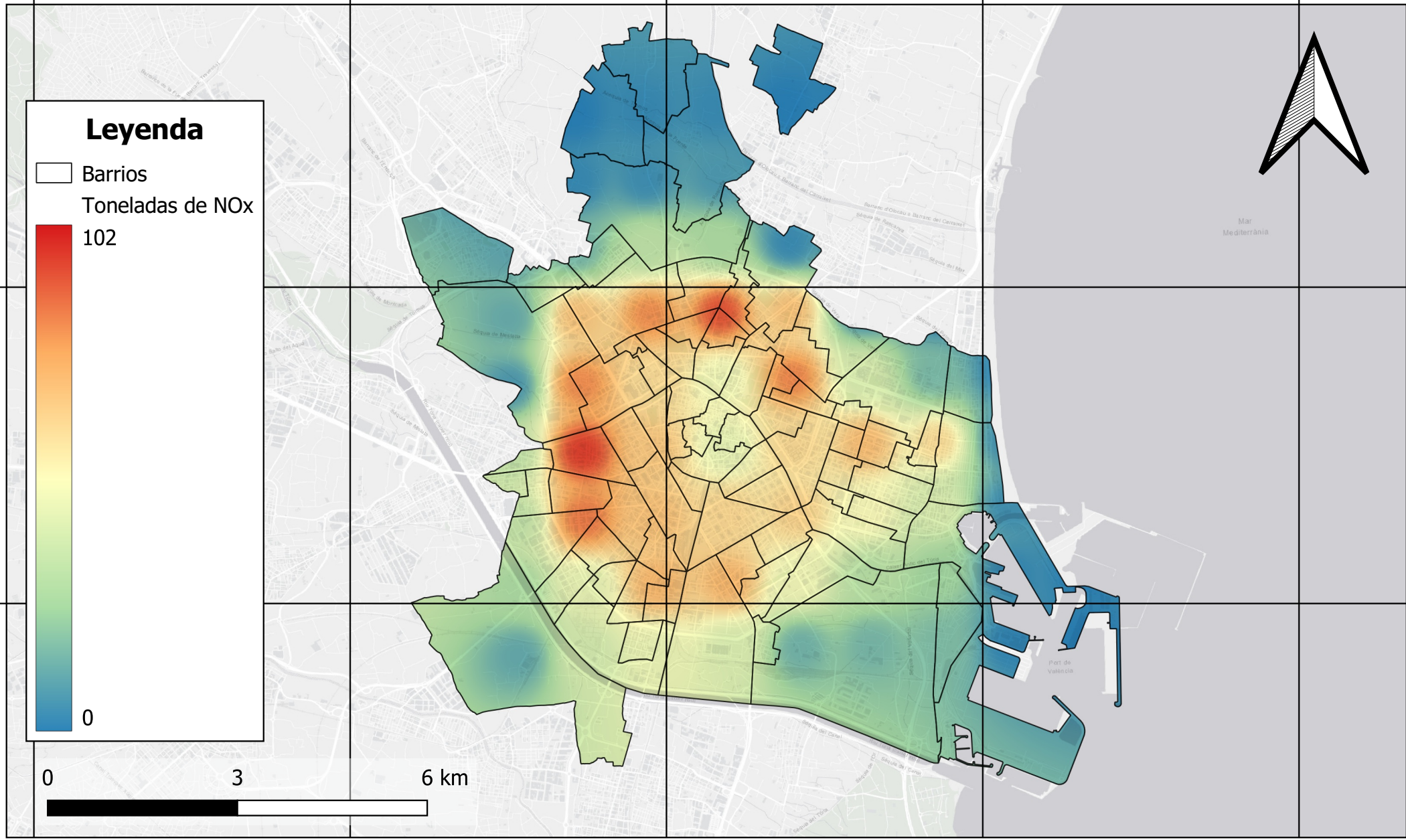
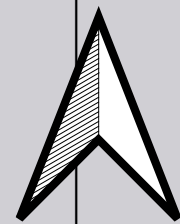
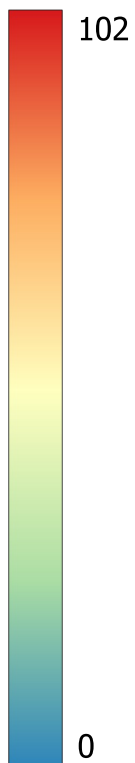
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

Barrios
Toneladas de NOx

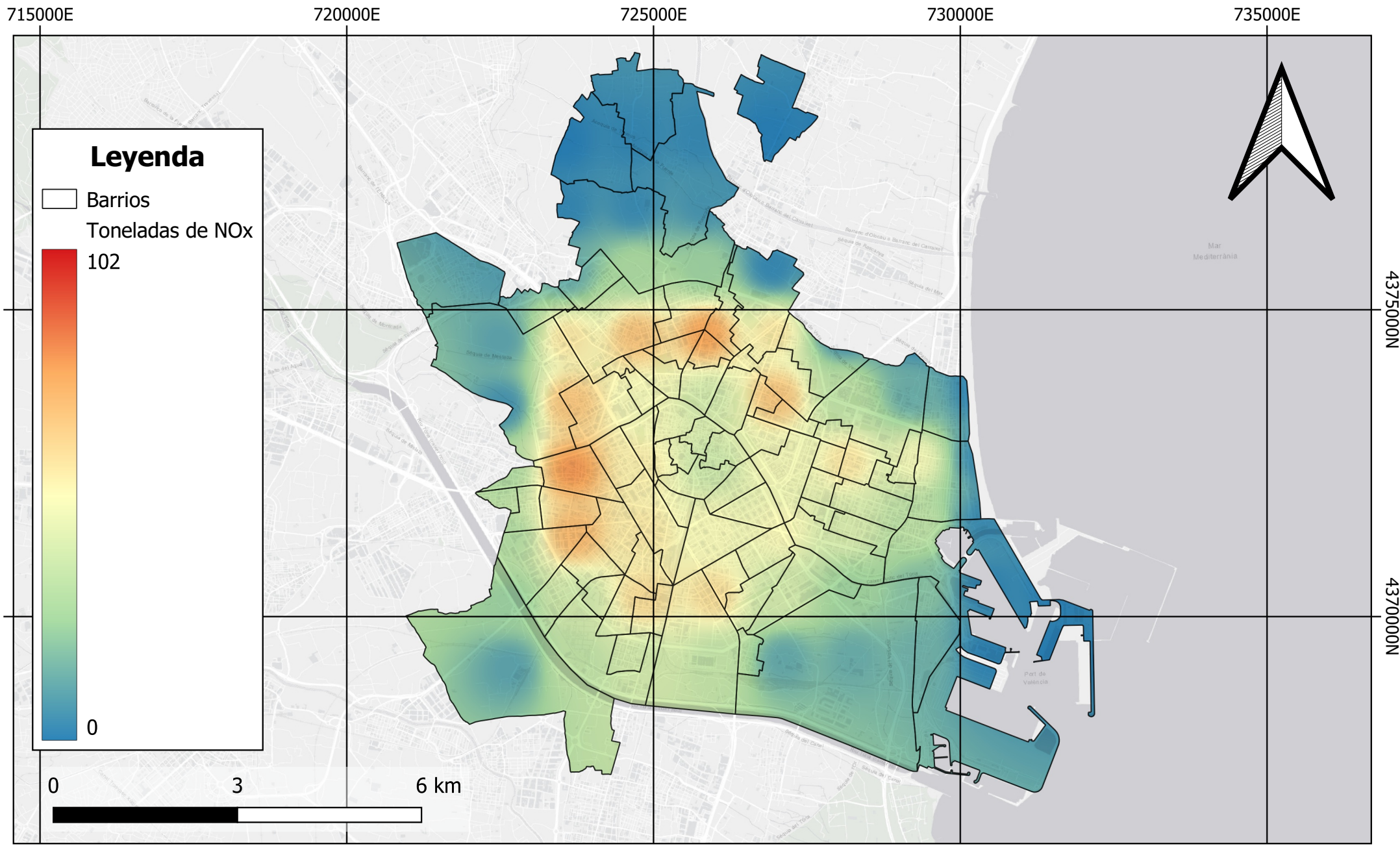


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de NOx del año
2019**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de NOx del año
2020**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

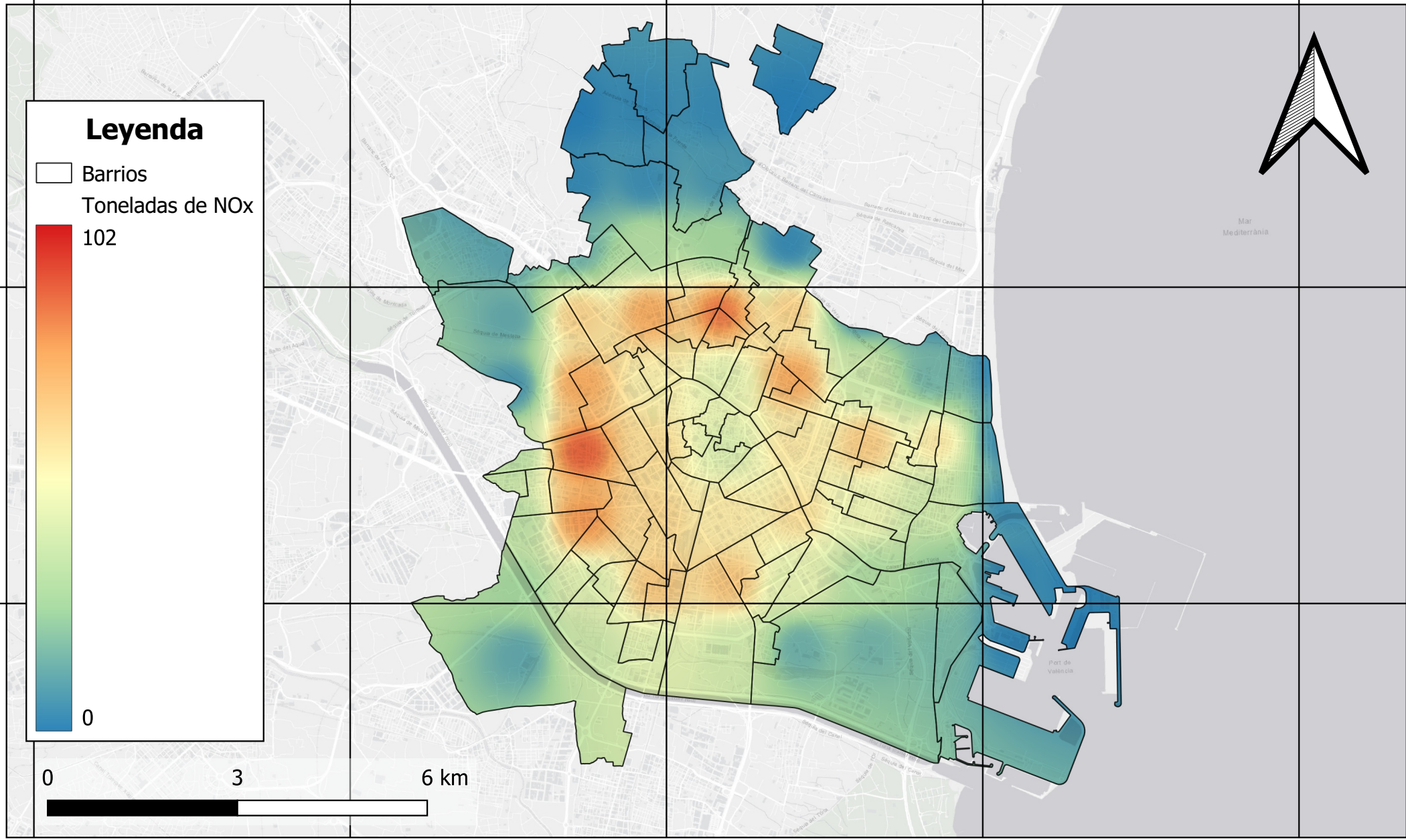
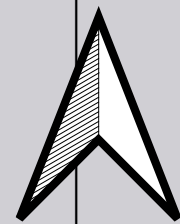
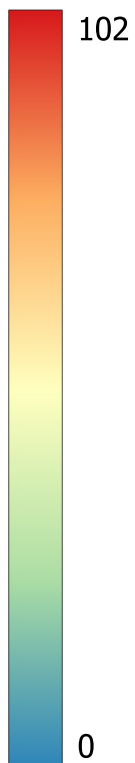
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

Barrios
Toneladas de NOx

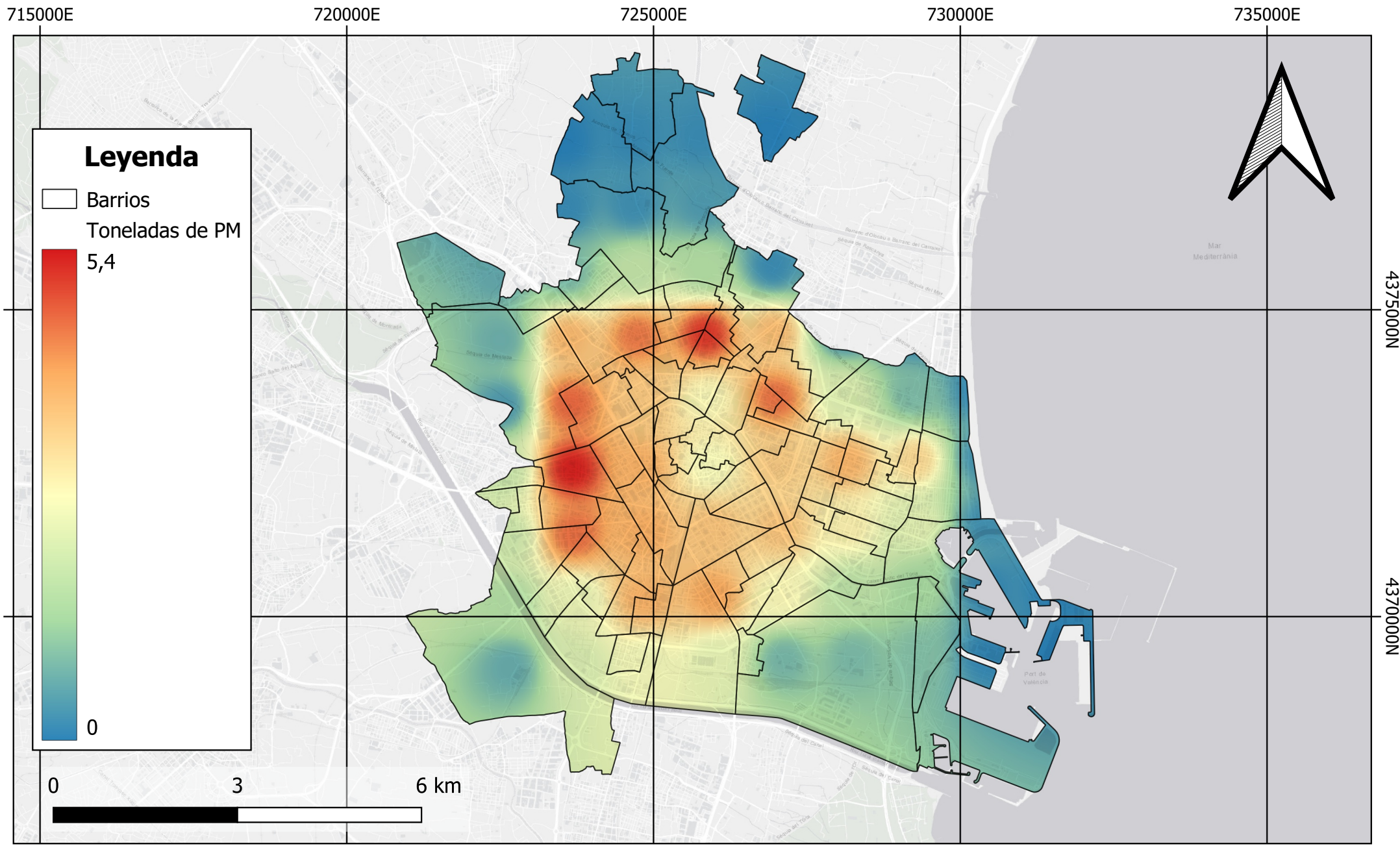


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de NOx del año
2021**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023

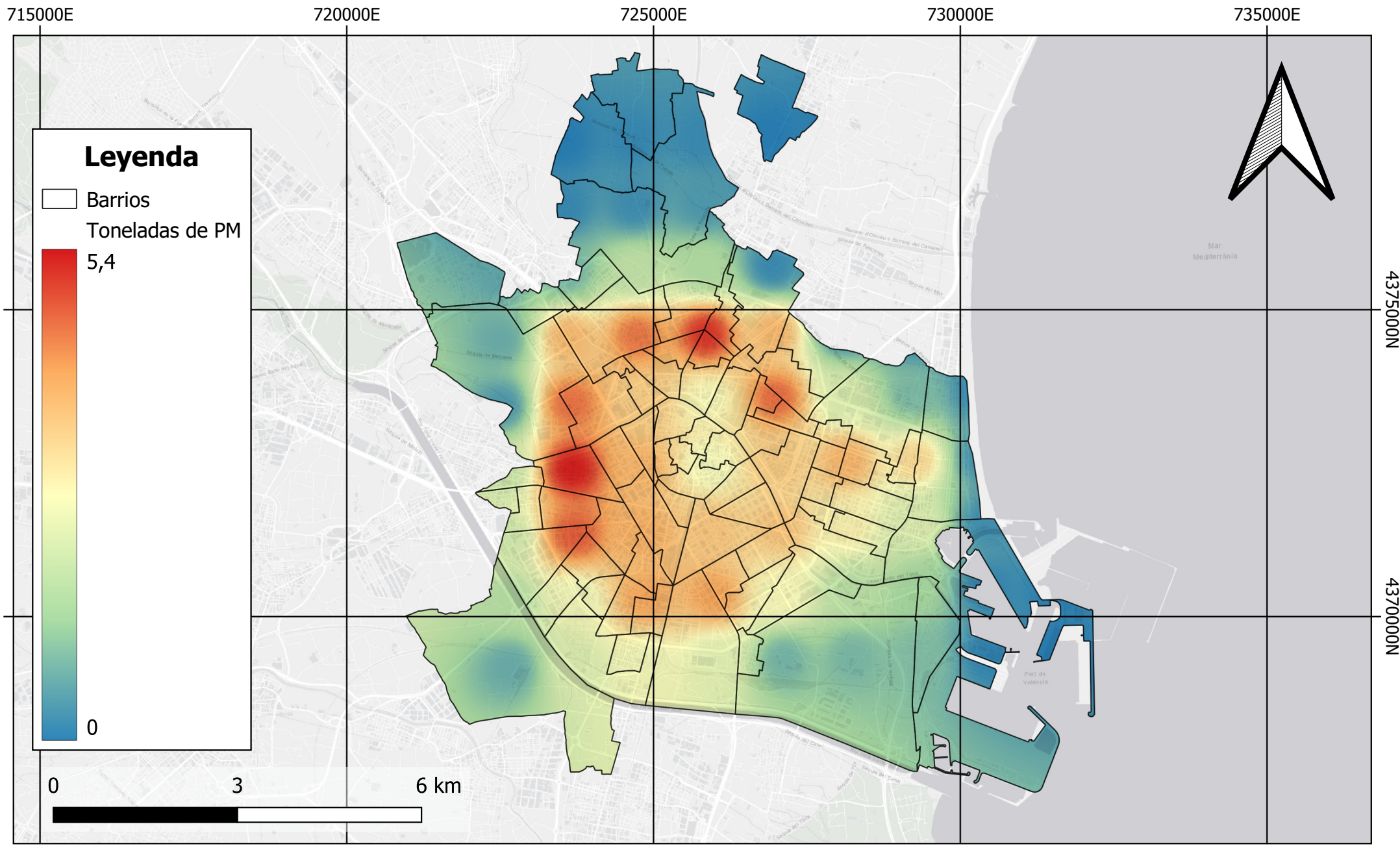


ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de PM del año
2016**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023

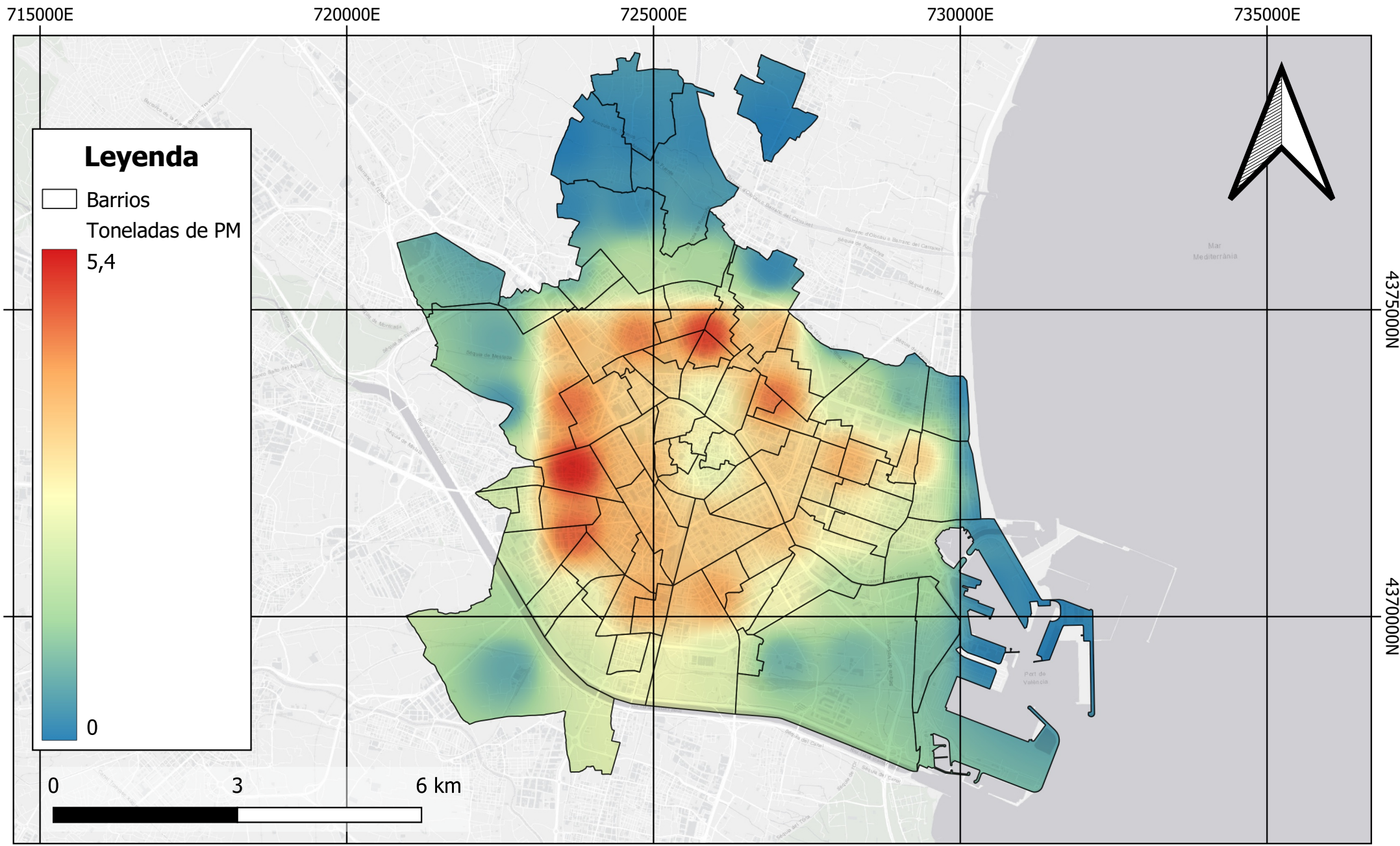


ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de PM del año
2017**

Autora:
Noelia Soriano Dolz
Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000
Fecha:
Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de emisiones de PM del año
2018**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

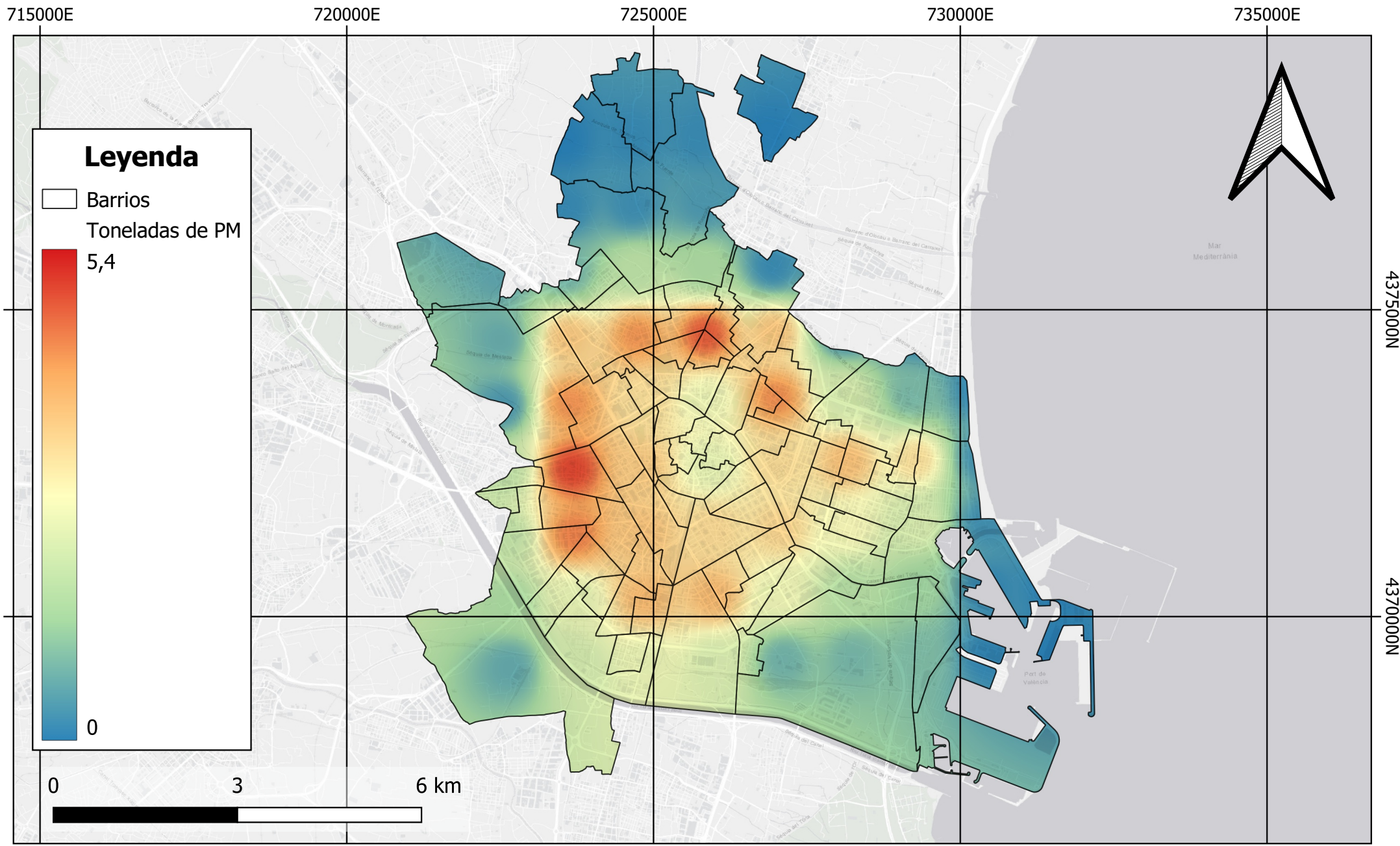
ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de PM del año
2019**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

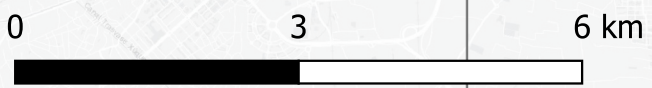
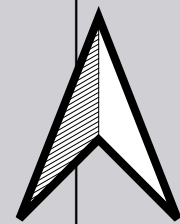
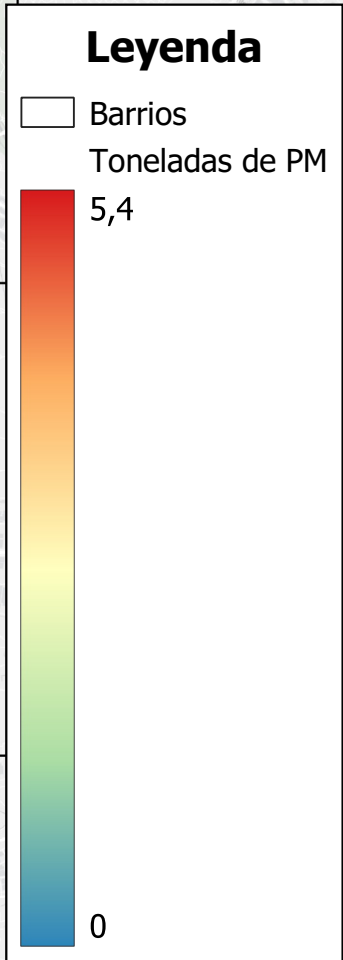
735000E

4375000N

4375000N

4370000N

4370000N



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

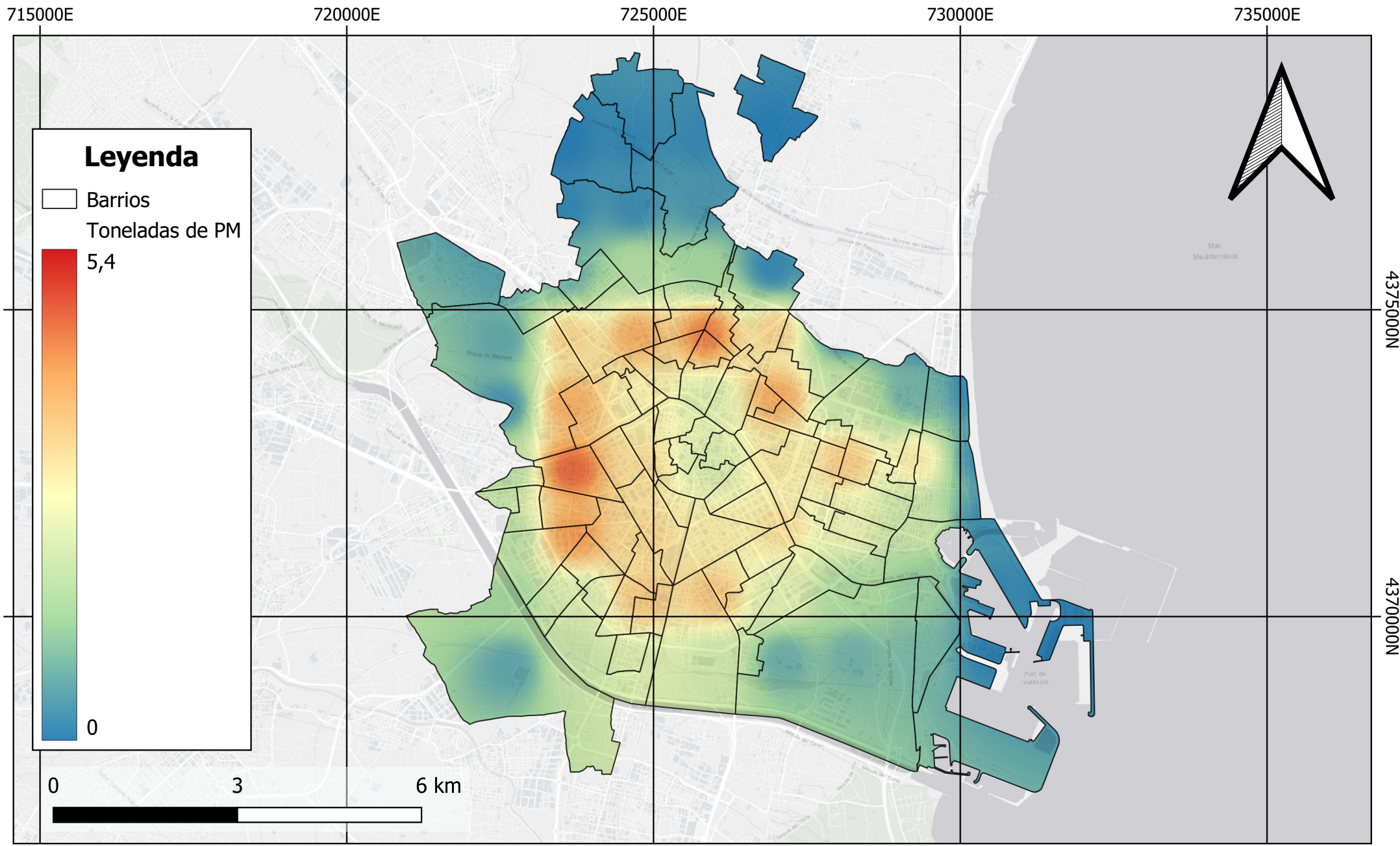
Título:
**Mapa de emisiones de PM del año
2020**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:
**Mapa de emisiones de PM del año
2021**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E







4375000N

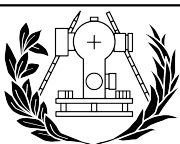
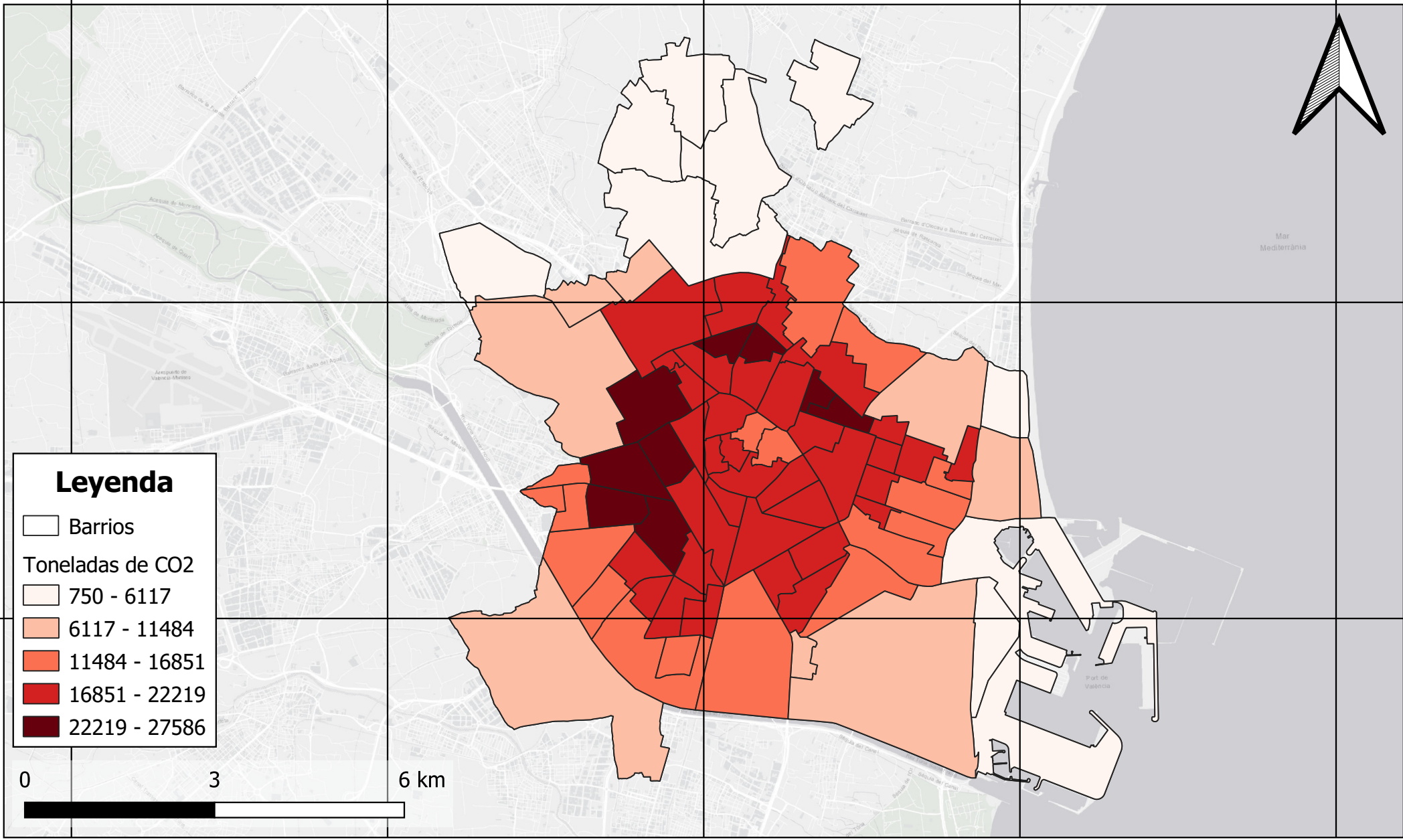
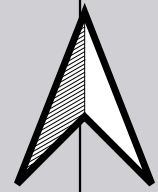
4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

-  Barrios
- Toneladas de CO2**
-  750 - 6117
-  6117 - 11484
-  11484 - 16851
-  16851 - 22219
-  22219 - 27586



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

Título:

**Mapa de emisiones de CO2 del
2017 por barrios (espiras)**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

735000E

4375000N

4375000N

4370000N

4370000N

Leyenda

□ Barrios

Toneladas de NOx

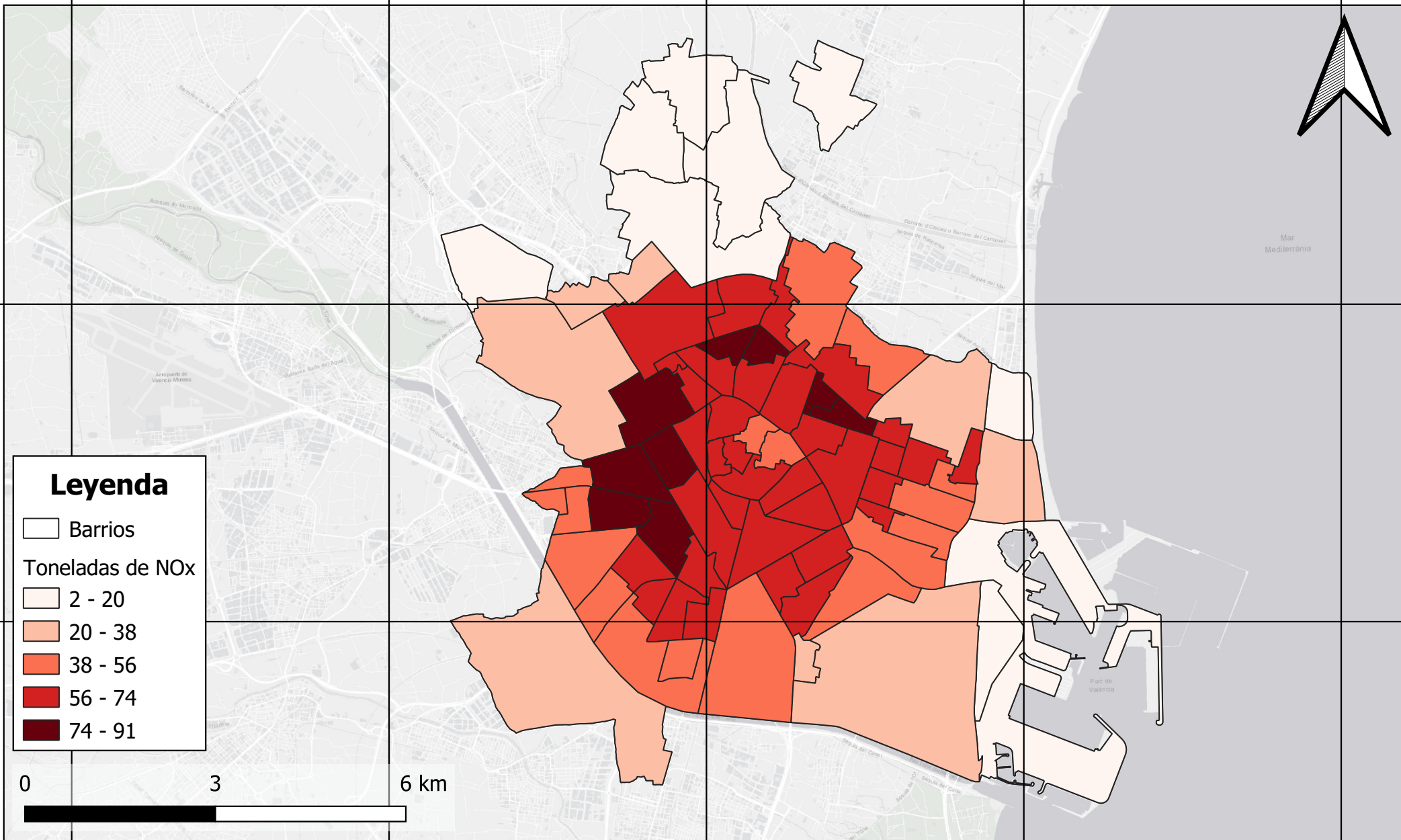
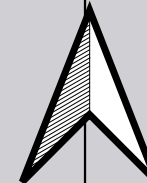
□ 2 - 20

□ 20 - 38

□ 38 - 56

□ 56 - 74

□ 74 - 91



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de emisiones de NOx del
2017 por barrios (espiras)**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

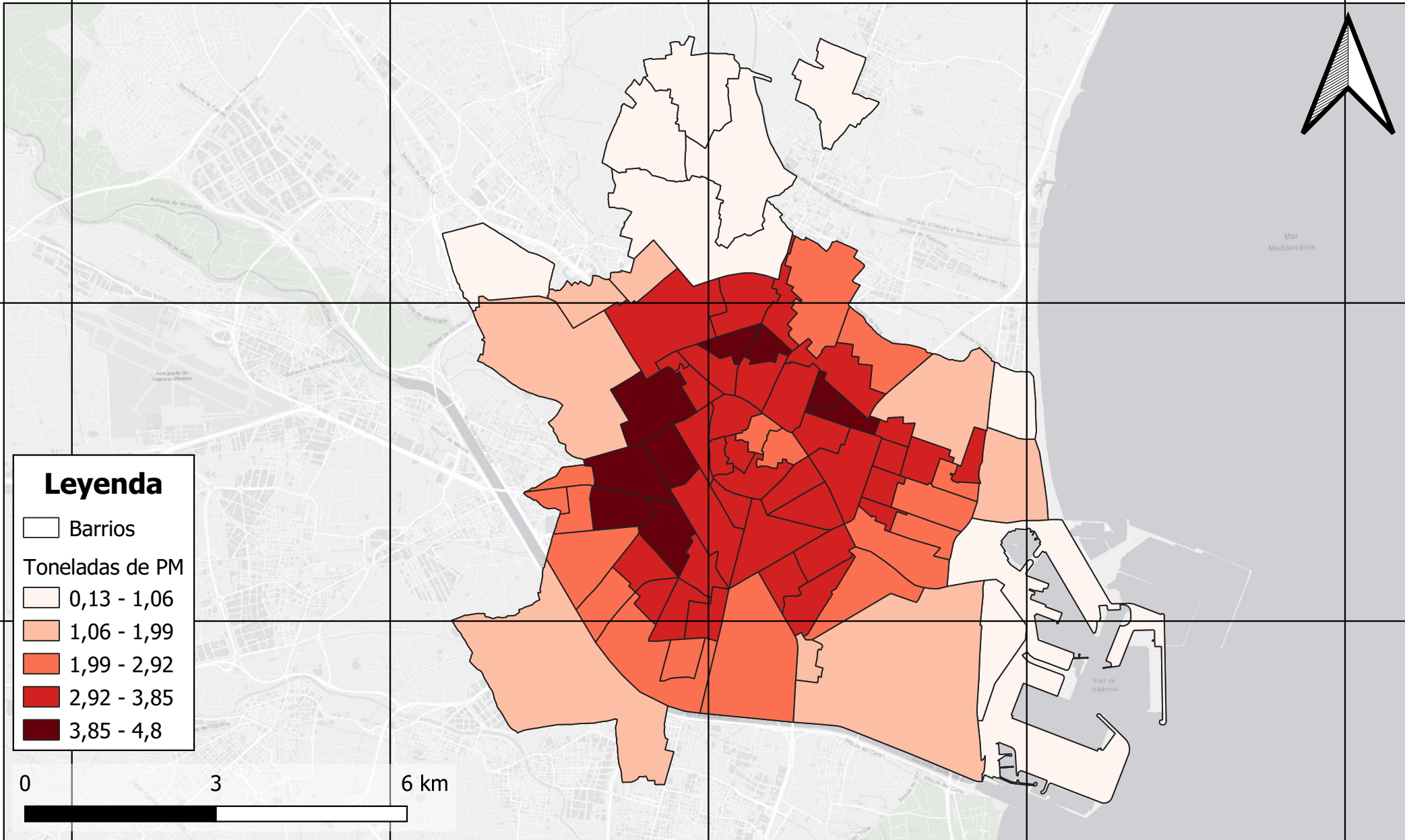
735000E

4375000N

4375000N

4370000N

4370000N



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de emisiones de PM del 2017
por barrios (espiras)**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:

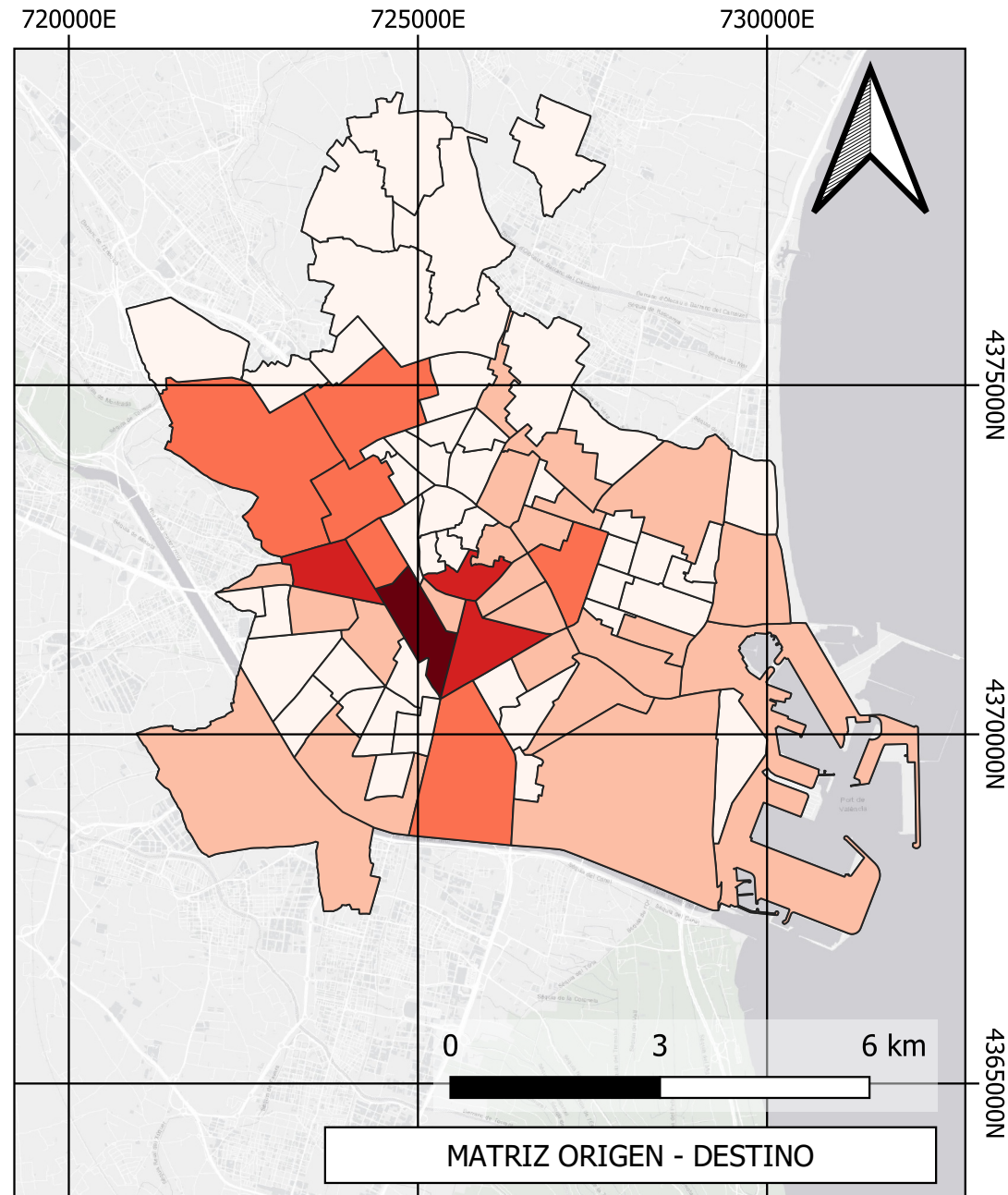
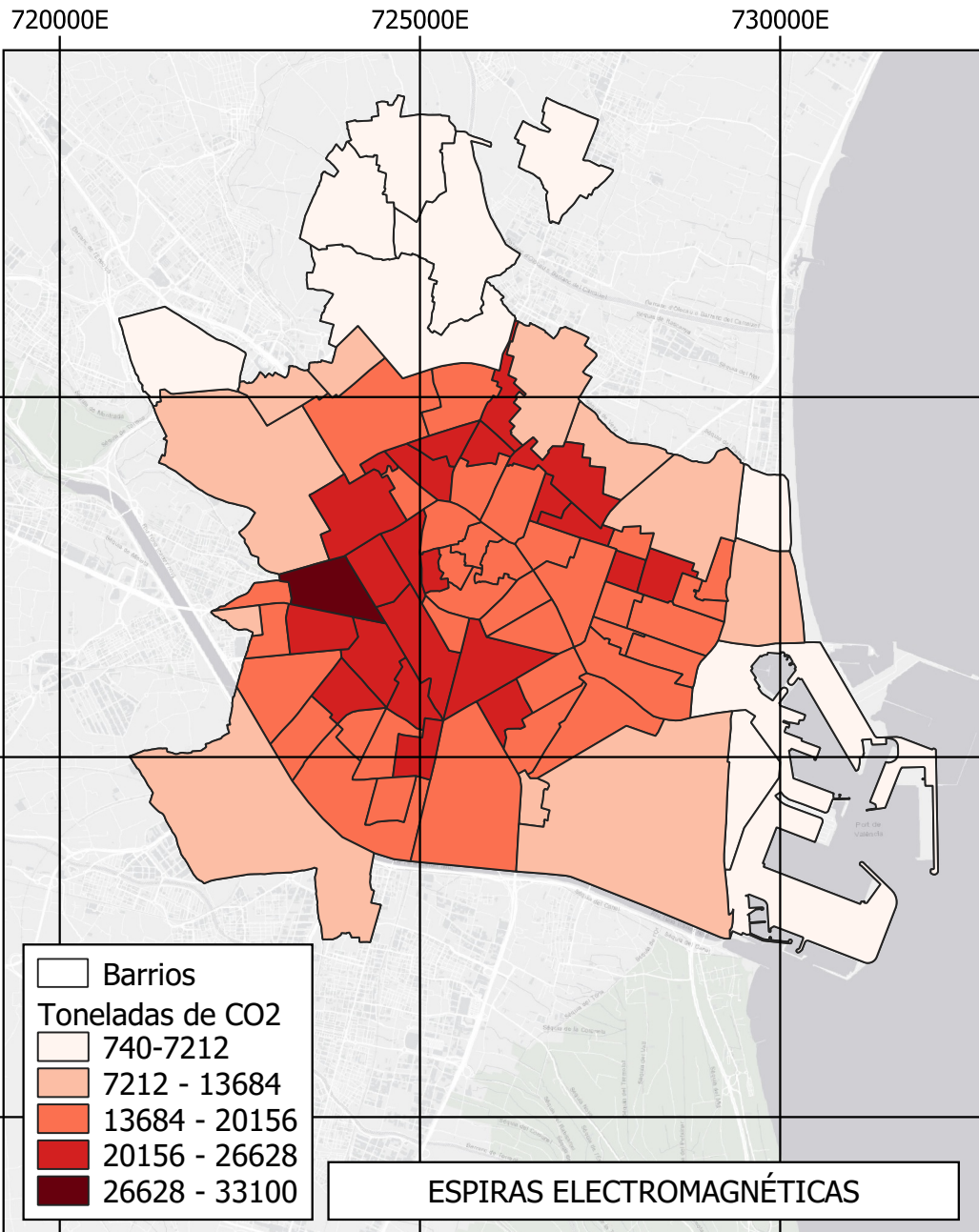
ETRS89 - UTM 30N

Escala:

E: 1/80.000

Fecha:

Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
 DE INGENIERÍA GEODÉSICA
 CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

**Mapa de comparación de
 emisiones de CO2**

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/100.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

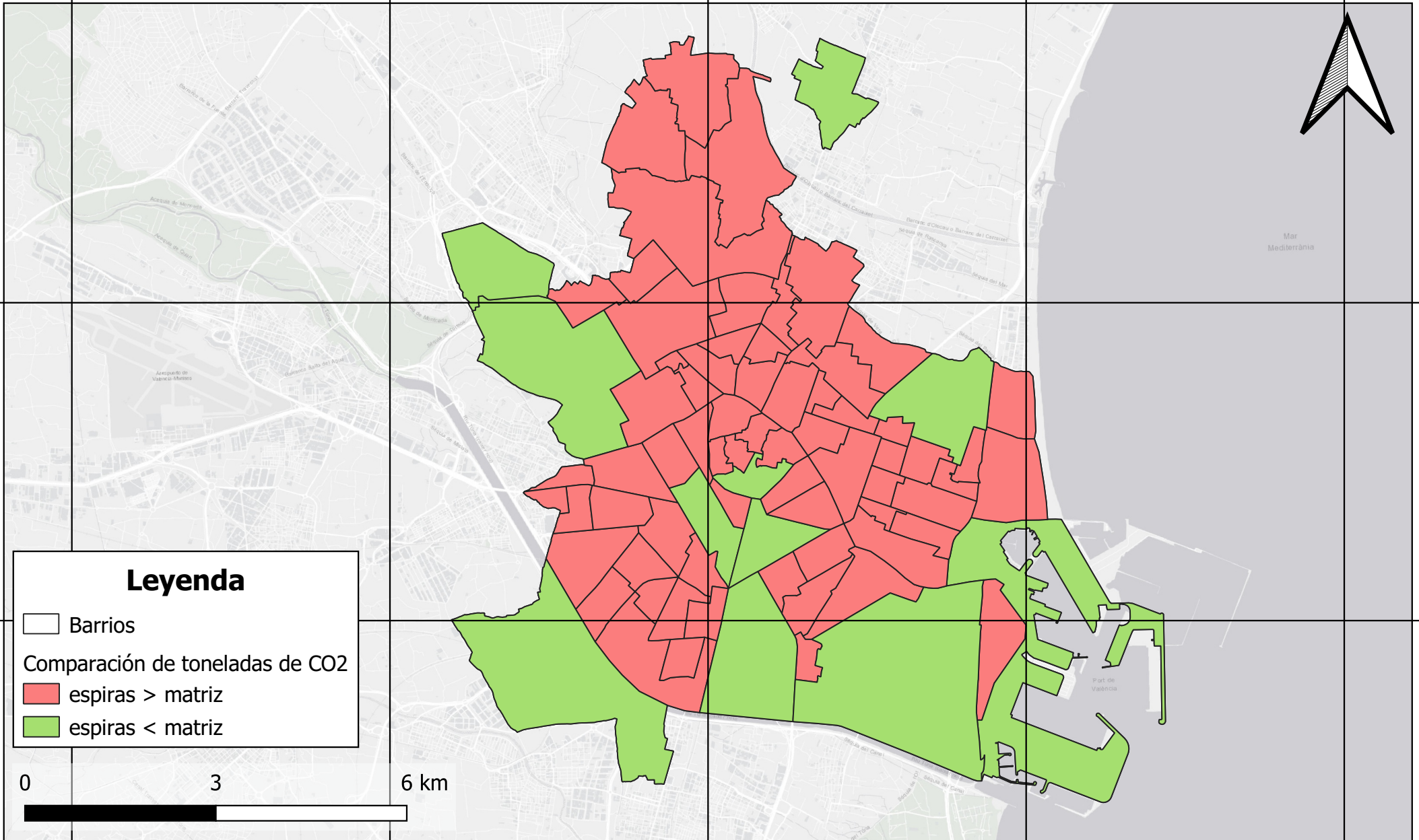
735000E

4375000N




4375000N

4370000N

4370000N



Leyenda

-  Barrios
- Comparación de toneladas de CO2
-  espiras > matriz
-  espiras < matriz

0 3 6 km



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

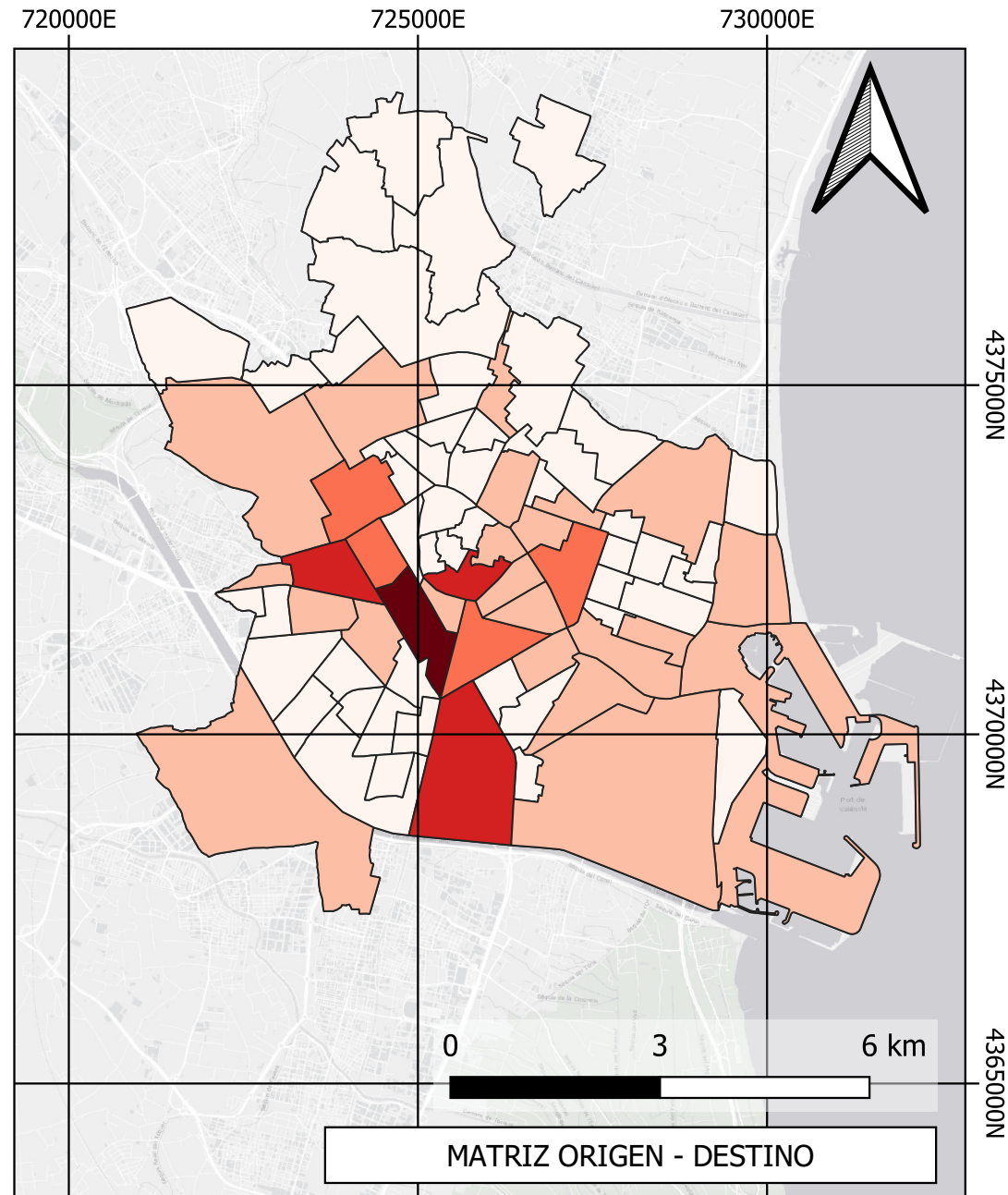
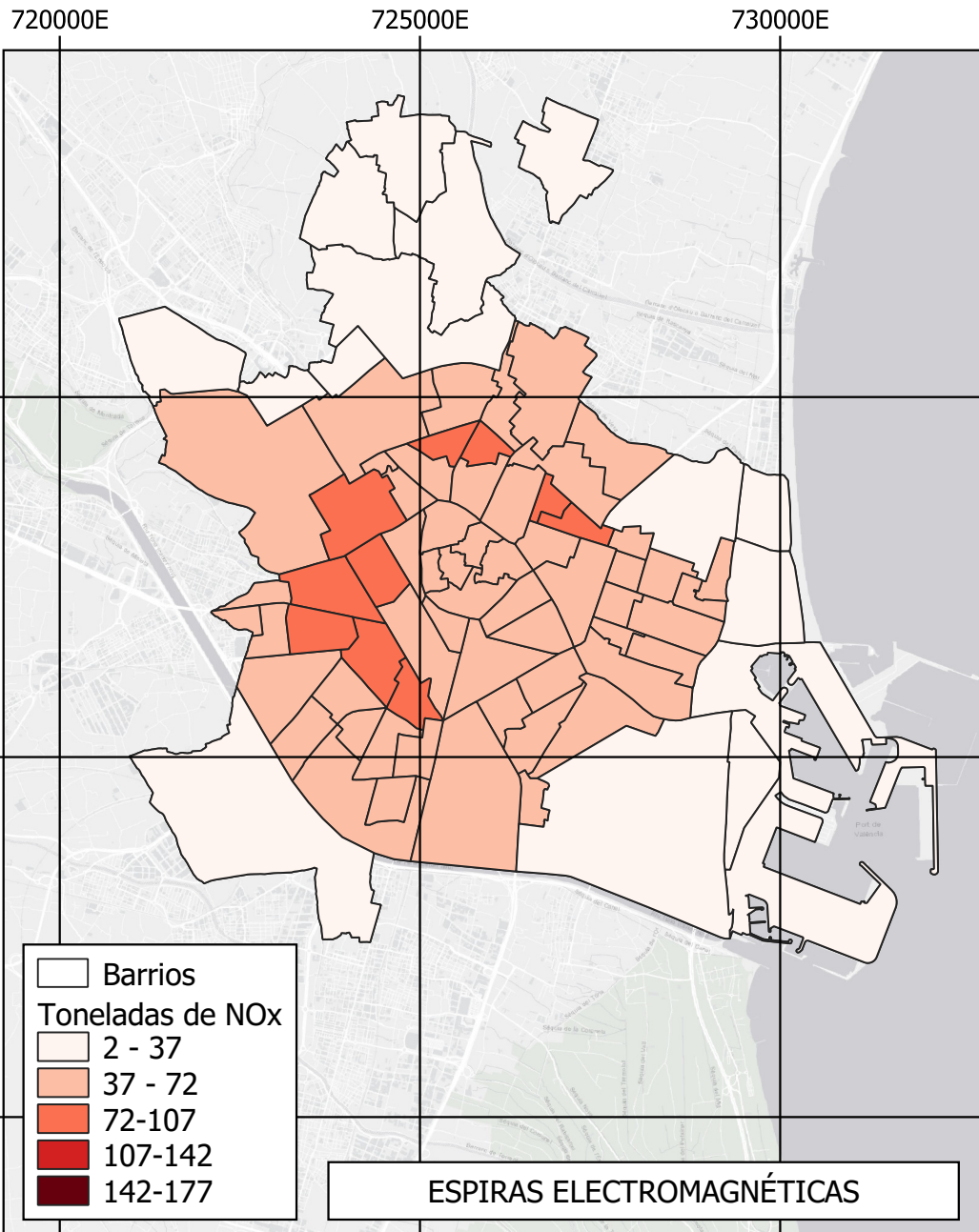
Título: **Mapa de comparación de los valores de CO2 respecto a los resultados de la matriz O-D**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de comparación de emisiones de NOx

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/100.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

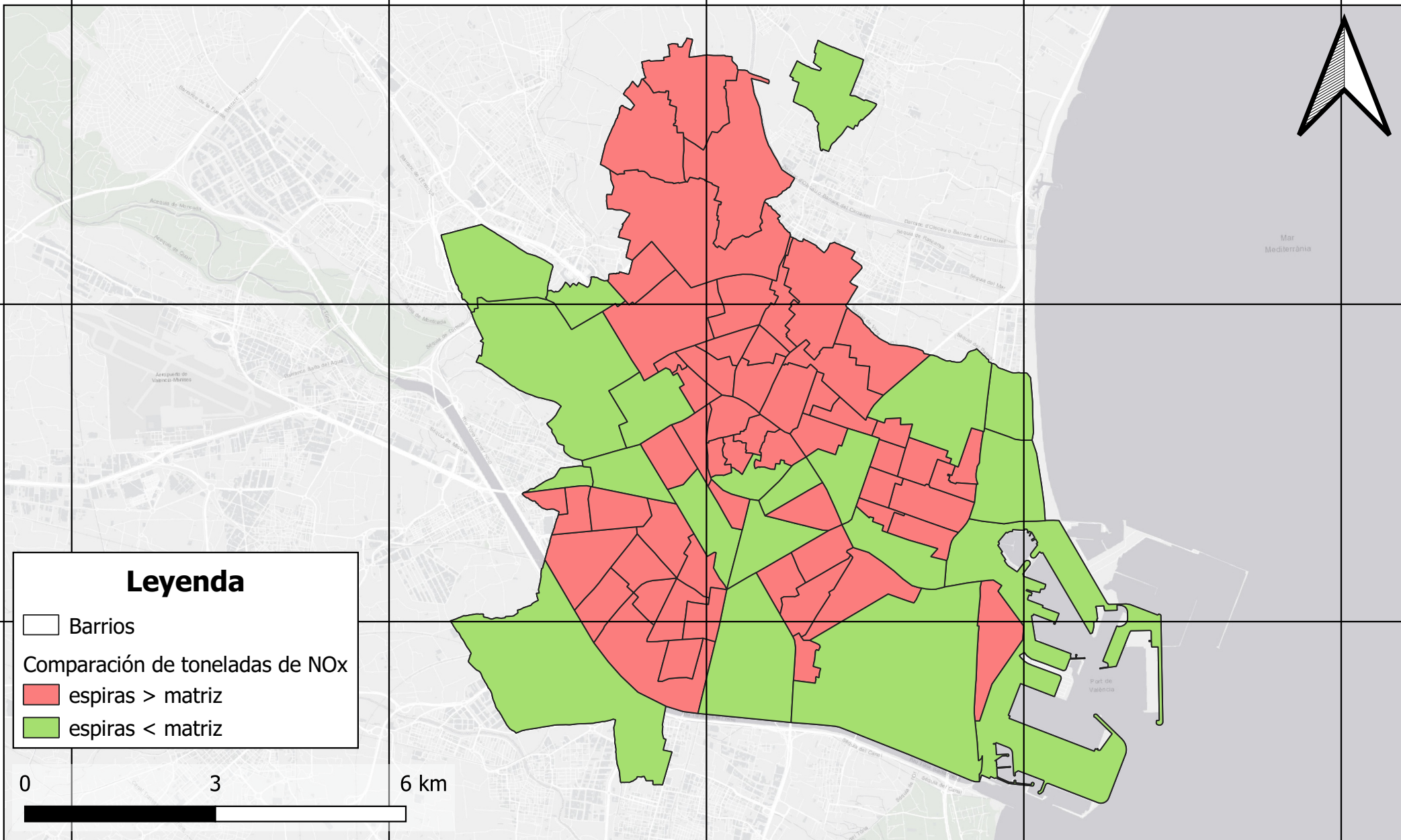
735000E

4375000N




4375000N

4370000N

4370000N



Leyenda

-  Barrios
- Comparación de toneladas de NOx
-  espiras > matriz
-  espiras < matriz

0 3 6 km



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

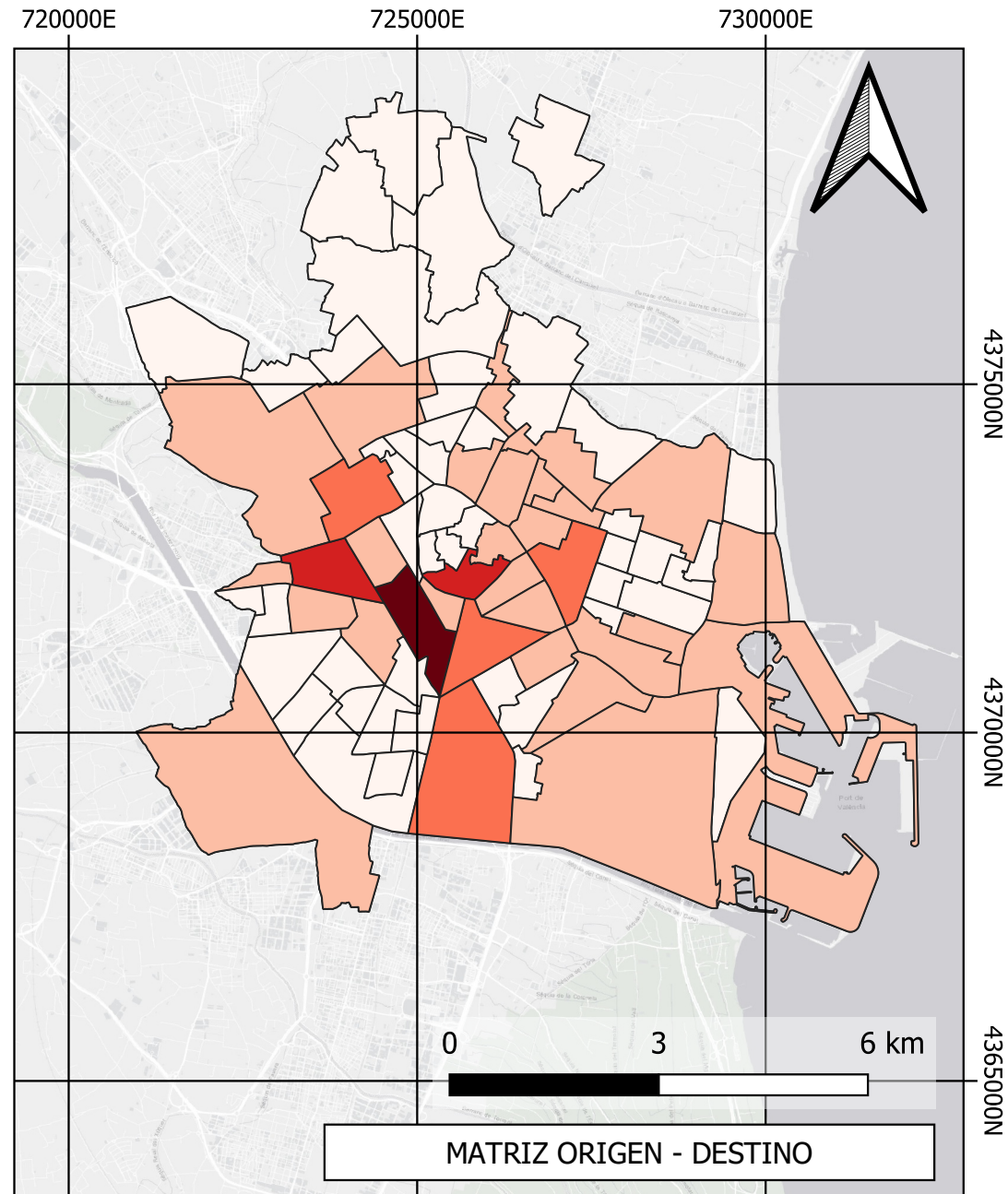
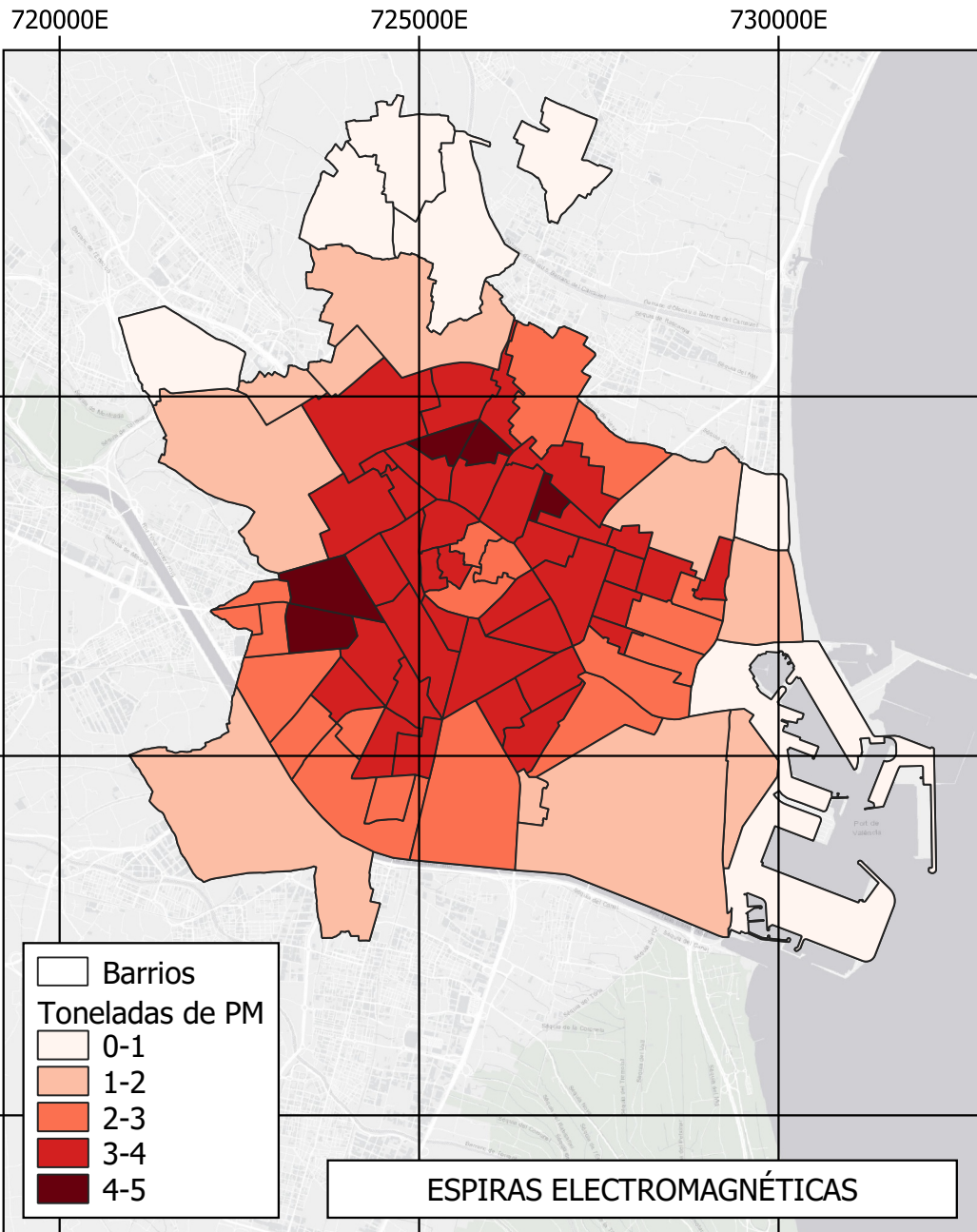
Título: **Mapa de comparación de los valores de NOx respecto a los resultados de la matriz O-D**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título:

Mapa de comparación de emisiones de PM

Autora:

Noelia Soriano Dolz

Escala:

E: 1/100.000

Sistema de coordenadas:

ETRS89 - UTM 30N

Fecha:

Junio 2023

715000E

720000E

725000E

730000E

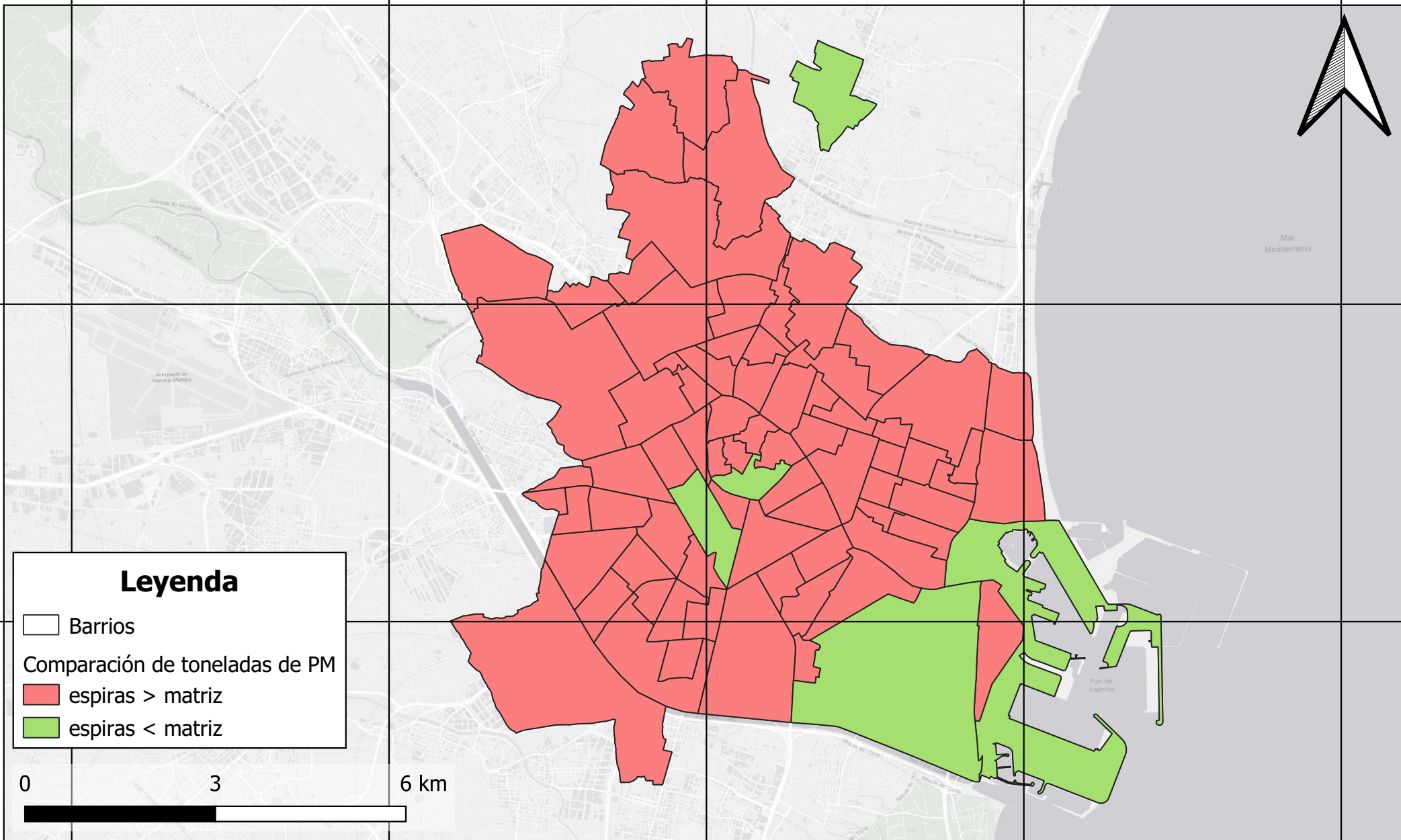
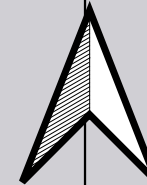
735000E

4375000N




4375000N

4370000N

4370000N



Leyenda

-  Barrios
- Comparación de toneladas de PM
-  espiras > matriz
-  espiras < matriz

0 3 6 km



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Título: **Mapa de comparación de los valores de PM respecto a los resultados de la matriz O-D**

Autora:
Noelia Soriano Dolz

Sistema de coordenadas:
ETRS89 - UTM 30N

Escala:
E: 1/80.000

Fecha:
Junio 2023