



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,  
Cartográfica y Topográfica

Análisis de las emisiones derivadas de la movilidad del  
área metropolitana de Valencia.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

AUTOR/A: Costea, Catalin Ioan

Tutor/a: Coll Aliaga, Peregrina Eloína

Cotutor/a: Porres de la Haza, María Joaquina

Director/a Experimental: LORENZO SAEZ, EDGAR

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,  
Cartográfica y Topográfica**

**ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DERIVADS DE LA  
MOVILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DE  
VALENCIA**

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática, Topográfica y Cartográfica

AUTOR: Costea, Catalin Ioan  
Tutor/a: Coll Aliaga, Peregrina Eloína  
Director/a Experimental: Lorenzo Sáez, Edgar  
CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

**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 entrecomillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía."

**Título:** *Análisis de las emisiones derivadas de la movilidad del área metropolitana de Valencia*

**Resumen:**

El proyecto consiste en el análisis de las emisiones de gases contaminantes derivados del tráfico rodado para el área metropolitana de Valencia.

Para el cálculo de las diferentes rutas de transporte, se empleará la matriz origen-destino que muestra el inicio y el final de los desplazamientos y permite obtener las emisiones para los mismos. Metodológicamente para los cálculos se realizará una diferenciación de las emisiones contaminantes; por una parte, los GEI y por otra los gases que afectan a la calidad del aire. Tanto los GEI como los gases que afectan a la calidad del aire se calcularán para todo el municipio. Para las áreas urbanas únicamente se calcularán aquellos componentes que afecten a la calidad del aire. Finalmente, una vez obtenidos todos los resultados de los contaminantes emitidos en cada municipio, se realizará un análisis de las emisiones inducidas de unos municipios a otros, obteniendo como resultado qué municipios provocan más emisiones a otros derivados del tráfico rodado.

**Palabras clave:** Emisiones, Tráfico, Movilidad, Cambio Climático, Matriz Origen-Destino, Calidad del aire, análisis geoespacial

**Title:** Analysis of emissions derived from mobility in the metropolitan area of Valencia.

**Summary:**

The project analyzes the emissions of polluting gases derived from road traffic in the metropolitan area of Valencia.

The origin-destination matrix will be used to calculate the different transport routes, showing the trips' beginning and end and allowing us to obtain the emissions for them. Methodologically, a differentiation of polluting emissions will be made for the calculations; on the one hand, GHGs and, on the other hand, gases that affect air quality. Both GHGs and gases affecting air quality will be calculated for the entire municipality. Only those components affecting air quality will be calculated for urban areas. Finally, once all the results of the pollutants emitted in each city have been obtained, an analysis of the induced emissions from some cities to others will be carried out. As a result, municipalities cause more emissions to others derived from road traffic.

**Key words:** Emissions; Traffic; Mobility; Climate Change; Origin-Destination Matrix; Air Quality; geoespatial analysis.

**Alumno:** Catalin Ioan Costea

**Fecha:** 07/2023

**Tutor:** Eloína Coll Aliaga

**Director Experimental:** Edgar Lorenzo Sáez

# ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
1.1. Antecedentes	7
1.2. Estado del Arte	8
1.3. Justificación	8
1.4. Localización	10
<b>2. Objetivos</b>	<b>11</b>
2.1. Objetivos generales	11
2.2. Objetivos específicos	11
<b>3. Materiales y métodos</b>	<b>12</b>
3.1. Datos empleados	12
3.2. Objetivo específico 1: Describir la zonificación propuesta por el plan de movilidad de la Comunitat Valenciana en el área metropolitana de València	12
3.2.1. Definición de Área Metropolitana	12
3.2.2. Definición de Área Metropolitana de València	13
3.2.3. Zonificación del AM de València	18
3.3. Objetivo específico 2: Asociar las zonas del plan de movilidad a los diferentes municipios del área metropolitana	20
3.4. Objetivo específico 3: Calcular los Factores de emisión de los gases GEI y gases de contaminación del aire para cada medio de desplazamiento	21
3.4.1. Gases de Efecto Invernadero	21
3.4.2. Gases que afectan a la calidad del aire	23
3.4.3. Obtención de los factores de emisión de los GEI y calidad del aire	27
3.5. Calcular las distancias medias entre las zonas de movilidad	33
3.6. Objetivo específico 5: Calcular las emisiones GEI y contaminación del aire de los desplazamientos entre municipios	35
3.7. Objetivo específico 6: Obtención de las emisiones totales producidas en cada municipio	39
3.8. Objetivo específico 7: Obtención de las emisiones totales producidas en cada núcleo urbano	41
<b>4. Resultados y discusión</b>	<b>44</b>
4.1. Resultados del Objetivo general 1	44
4.2. Resultados del Objetivo general 2	51
4.3. Resultados del Objetivo general 3	51
<b>5. Presupuesto</b>	<b>56</b>
<b>6. Conclusiones de los objetivos generales y específicos</b>	<b>57</b>
<b>7. Conclusiones del proyecto</b>	<b>58</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>60</b>
<b>9. Anejos</b>	<b>63</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Municipios del Área Metropolitana de Valencia. Fuente: Elaboración Propia (2023) .....	16
Tabla 2: Relación de las ZT con los municipios. Fuente: Elaboración propia (2023).....	20
Tabla 3: Relación entre los átomos de hidrógeno, carbono y oxígeno utilizados en los ensayos de vehículos y los valores estimados para los combustibles de referencia y mezclas (REF). Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 .....	31
Tabla 4: Valores caloríficos y de densidad por defecto de los combustibles primarios. Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019.....	32
Tabla 5: Valores medios de consumo de combustible/energía. Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019.....	32-33
Tabla 6: Factores de emisión por tipología de vehículo. Fuente: Elaboración propia (2023).....	35
Tabla 7: Base de datos de la encuesta de desplazamientos del PMoMe. Fuente: Conselleria d’Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica .....	36
Tabla 8: Porcentaje de movimientos según la tipología de vehículos en función de la distancia. Fuente: Elaboración propia (2023).....	37
Tabla 9: Pesos a aplicar en la ponderación para el caso en el que existen todas las distancias. Fuente: Elaboración propia (2023).....	37
Tabla 10: Muestra las distancias ponderadas con los porcentajes de la tipología de vehículos según la distancia. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	38
Tabla 11: Muestra los movimientos totales según el modo de transporte para cada desplazamiento. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	38
Tabla 12: Emisiones de turismos para cada municipio. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	39-40
Tabla 13: Emisiones totales según los contaminantes para algunos de los municipios. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	40
Tabla 14: Muestra las emisiones totales según los tipos de contaminantes para algunos núcleos urbanos. Fuente: Elaboración propia (2023).....	43
Tabla 15: Los 4 municipios que más emisiones producen. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	44
Tabla 16: Diferencia de emisiones de los municipios comparando el Inventario de emisiones con los resultados obtenidos en el proyecto. Fuente: Elaboración propia (2023).....	45
Tabla 17: Emisiones de contaminantes atmosféricos que afectan a la calidad del aire por municipios. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	51
Tabla 18: Emisiones inducidas por algunos de los municipios del AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023).....	52
Tabla 19: Emisiones inducidas por Valencia a otros municipios. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	52
Tabla 20: Salarios según XX Convenio. Fuente: BOE (2023) .....	56

## Índice de figuras

Figura 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Fuente: ONU, 2015 .....	9
Figura 2: Mapa de situación del Área Metropolitana de València. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	11
Figura 3: Mapa de situación del Área Metropolitana de València. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	11
Figura 4: Zonificación previa formada por 44 municipios, referente a la Llei 12/1986. Fuente: Generalitat Valenciana (1988). PATEVAL.....	14
Figura 5: Posterior zonificación del AM, formada por 76 municipios. Fuente: Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana.....	15
Figura 6: Municipios del AM de Valencia, de acuerdo con el PMoMe. Fuente: Elaboración propia (2023)....	17
Figura 7: Zonas de Transporte del AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023).....	19
Figura 8: Emisiones de CO2 eq. en toneladas de la Comunidad Valenciana. Fuente: Conselleria d’Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica .....	22
Figura 9: Fuentes de emisión con porcentajes de los diferentes contaminantes atmosféricos. Fuente: DKV Seguros Médicos (2010) .....	26
Figura 10: Metodología empleada en el proyecto airLuisa. Fuente: airLuisa (2021-2023).....	29
Figura 11: Tipología de vehículos contemplados en el documento NFR.1.A.3.b.i-iv Road transport. Fuente: COPERT .....	29
Figura 12: Aplicación de la herramienta “dissolve” en ArcGis. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	31
Figura 13: Capa de núcleos urbano de la Comunidad Valenciana. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	41
Figura 14: Resultado de la aplicación de la herramienta “intersect” de ArcGis. Fuente: Elaboración propia (2023).....	42
Figura 15: Obtención de las áreas de influencia. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	42
Figura 16: Comparación de los resultados de las emisiones. Fuente: Elaboración propia (2023).....	47
Figura 17: Mapa de emisiones de CO2 equivalente derivadas de la movilidad en un día en el AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	48
Figura 18: Mapa de emisiones de NOx equivalente derivadas de la movilidad en un día en el AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	49
Figura 19: Mapa de emisiones de PM equivalente derivadas de la movilidad en un día en el AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023).....	50
Figura 20: Mapa de emisiones inducidas de CO2 equivalente en un día de Valencia sobre otros municipios del AM. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	53
Figura 21: Mapa de emisiones inducidas de CO2 equivalente en un día de los municipios del AM sobre Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023) .....	54
Figura 22: Balance de emisiones de CO2 equivalente en un día de los municipios del AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023).....	55

# 1. Introducció

El desarrollo de este proyecto o trabajo de fin de grado se lleva a cabo en la Càtedra de Governança de la Ciutat de València (Dades València) de la Universitat Politècnica de València (UPV) que está financiada por la concejalía de Transparencia y Gobierno Abierto. También, el proyecto se enmarca dentro de un Acuerdo de Colaboración firmado entre el Joint Research Center (JRC) de la Comisión Europea, el Ayuntamiento de València y la Universitat Politècnica de València (UPV) dentro del programa Community of Practices on Cities (COP on Cities).

La Cop-CITIES es una iniciativa respaldada por la Comisión Europea que invita a la participación de ciudades, organizaciones internacionales e intergubernamentales, así como organismos de investigación. Su objetivo es aprovechar el conocimiento y la experiencia acumulados por JRC y REGIO en el ámbito urbano, con el propósito de mejorar tanto el intercambio de información como la colaboración entre las diferentes partes interesadas en temas urbanos. COP on Cities: [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/cop-cities\\_newsletter\\_may\\_2020.pdf](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/cop-cities_newsletter_may_2020.pdf)



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



## 1.1. Antecedentes

En la actualidad el planeta se encuentra dentro de una situación en la que el calentamiento global es cada vez más acelerado. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, derivadas en gran medida de las actividades humanas, está provocando alteraciones significativas en el clima de nuestro planeta. Estos cambios tienen repercusiones directas en la vida de las personas y plantean serias amenazas para la salud y el bienestar de las comunidades en todo el mundo.

El sector del transporte, de la movilidad, desempeña un papel importante en la emisión de gases contaminantes que contribuyen con el calentamiento global y afectan a la calidad del aire. Las emisiones de los vehículos incluyen una serie de gases y partículas que afectan y contribuyen con el cambio climático como son el dióxido de carbono, el metano o el óxido nítrico y otros contaminantes que influyen en la calidad de aire (monóxido de carbono, partículas en suspensión u óxidos de nitrógeno), en áreas locales que provocan graves daños a la salud.

En este contexto, se plantea la necesidad de realizar un estudio exhaustivo que analice las emisiones contaminantes derivadas del tráfico y su impacto tanto en el cambio climático como en la salud de las personas. Este estudio permitirá obtener datos precisos sobre la magnitud del problema y proporcionará una base sólida para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. Es fundamental adoptar medidas que promuevan el uso de transporte sostenible, la reducción de

emisiones y la mejora de la calidad del aire urbano con el objetivo de proteger la salud de las personas y construir un futuro que pueda hacer frente al cambio climático.

## *1.2. Estado del arte*

Este proyecto se ha inspirado en los siguientes estudios y proyectos relacionados con el cálculo de las emisiones de contaminantes. Se tratan de diferentes documentos e informes que proporcionan una metodología de cálculo o bien proporcionan un inventario de emisiones.

Un estudio que calcula las las emisiones en la Comunidad Valenciana fue desarrollado por mi compañero de trabajo en la Càtedra de Governança de la Ciutat de València, Antonio Oliveros Amoros, cuyo título fue: “Análisis de la evolución de las emisiones del parque móvil de la CV por municipios”. El trabajo trataba de estudiar y calcular las emisiones de los municipios en base al parque móvil en distintos años, para conocer si las emisiones habían aumentado o disminuido con el transcurso de los años. Otro estudio desarrollado para el cálculo de las emisiones para la ciudad de València ha sido “From traffic data to GHG emissions: A novel bottom-up methodology and its application to Valencia city” (Mateo, M. A. et al. (2021)), que desarrolla una metodología bottom-up para la cuantificación de los contaminantes con una mayor resolución espacial comparado con otros estudios. Este proyecto fue desarrollado por el ITACA Research Institute de la Universidad Politècnica de València.

Además, la Comunidad Valenciana ha logrado ser pionera en implementar un inventario de emisiones de gran precisión a nivel municipal. El Inventario fue desarrollado por la Universidad Politècnica de València en colaboración con la empresa Gemini Tools y financiado por la Conselleria d’Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. Este inventario sirve, además, para la toma de decisiones políticas, para ayudar a reducir la presencia de los contaminantes en la atmósfera.

El proyecto de investigación EnerTrans de la Fundación de Ferrocarriles Españoles junto a otros organismos y universidades, presenta una serie de documentos en los que se reúnen diferentes metodologías y diferentes estudios a nivel europeo para el cálculo del consumo de energía y cálculo de las emisiones para el sector de los transportes. Se trata de un proyecto muy completo ya que reúne una gran información para cada uno de los diferentes tipos de transportes (turismos, motocicletas, aviones, ferrocarriles, aviones, etc.), métodos de cálculo para áreas locales y a nivel de un país, empleando desde estudios de mercado, como la venta de combustible, hasta comportamiento de la sociedad.

La novedad y principal importancia de esta investigación, radica en que su metodología permite la obtención de resultados en objetos de estudio de diferente escala: desde una población rural, hasta un ámbito territorial como es un país, pasando por el modelo de ciudad. Esta metodología, además, posibilita la obtención de resultados precisos comparables a otras metodologías. En este trabajo se utilizan algunos elementos de las metodologías anteriores y sirven para apoyar algunas de las partes del proyecto.

## *1.3. Justificación*

Este proyecto pretende aportar nuevos datos y una metodología sobre la contabilización de las emisiones en el área metropolitana de Valencia, para que las instituciones puedan tomar decisiones sobre nuevas medidas que permitan contribuir con la reducción o paliación del cambio climático. Y también, nuevas medidas con el fin de mejorar la calidad del aire en las ciudades, para reducir los efectos negativos en la salud de las personas. Comprender la magnitud de estas emisiones es esencial para evaluar y desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. Este trabajo ofrecerá datos muy valiosos para otros estudios, como proyectos de descarbonización, que tienen como objetivo la

reducción de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera promoviendo una economía global con bajas emisiones. También contribuye con las políticas de transporte y movilidad, los datos sobre las emisiones de tráfico pueden respaldar el desarrollo e implementación de políticas de transporte más efectivas. Estos datos pueden influir en decisiones relacionadas con la expansión de infraestructuras de transporte público. Además, aporta información valiosa a los estudios de salud pública, para evaluar los impactos que tienen los contaminantes sobre la salud de los ciudadanos.

Este proyecto pretende contribuir con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) creados y desarrollados por la ONU, establecidos como parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Estos objetivos han sido creados para proteger el planeta, combatir la pobreza con el fin de conseguir un mundo más sostenible y próspero para las próximas generaciones. Dentro de los ODS se incluyen metas relacionadas con la promoción de energías limpias, el trabajo digno y el crecimiento económico, el consumo y producción responsables, la lucha contra el cambio climático y la industrialización sostenible, así como aquellos orientados a la innovación y la construcción de infraestructuras. Dentro de cada uno de estos objetivos se exponen diferentes metas y cada una de estas posee unos indicadores que sirven para concluir si se ha cumplido el objetivo.

## **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



*Figura 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Fuente: ONU, 2015*

Los ODS con los que se puede contribuir son los siguientes:

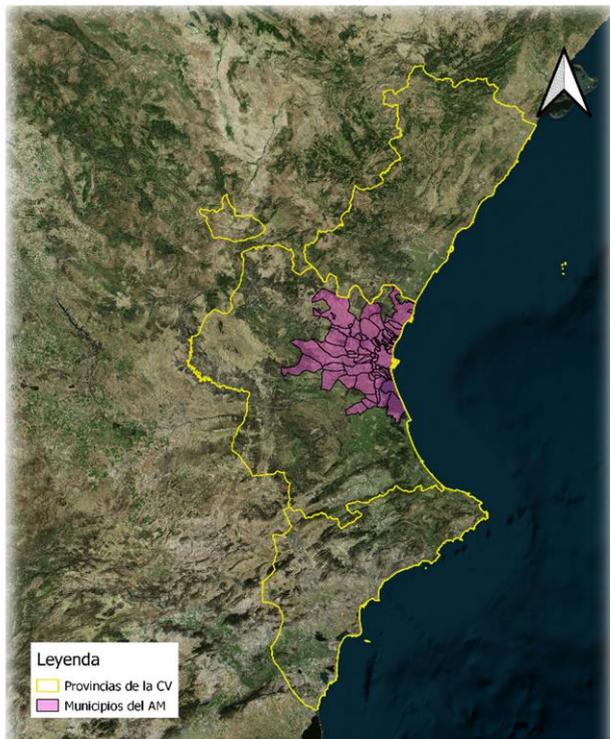
- **Objetivo 3: Salud y bienestar:** garantizar una vida sana y velar por el bienestar y salud de toda la población.
  - **Meta 3.9:** consiste en reducir considerablemente las muertes y enfermedades provocadas por la contaminación del aire, el suelo y el agua y también, por productos químicos dañinos. Algunas de las enfermedades provocadas por la inhalación de los gases contaminantes son patologías respiratorias, enfermedades crónicas relacionadas con el sistema respiratorio y cardiovasculares.
  - **Meta 3.d:** fortalecer la capacidad de todos los países, en términos de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud a nivel nacional y global. Gracias a los estudios de emisiones se puede saber qué zonas emiten más y, por lo

tanto, tienen peor calidad del aire, siendo potencialmente de riesgo para la salud del ciudadano, y en base a esto, tomar medidas.

- **Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles.** El mundo está sufriendo una creciente urbanización, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y se espera que aumente hasta un 60% en los próximos años. Representan cerca del 70% de las emisiones de carbono en el planeta, y la rápida urbanización está generando que una mayor población con escasos recursos habite en barrios pobres, con infraestructuras y servicios inadecuados, empeorando así la contaminación del aire.
  - **Meta 11.3:** incrementar la urbanización inclusiva sostenible, así como fortalecer la capacidad de planificación y gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos en todos los países. Si queremos que la urbanización sea sostenible, se han de tomar las decisiones adecuadas para llevarlas a cabo, por lo que uno de los parámetros a tener en cuenta es la calidad del aire, para una mejor calidad de vida.
  - **Meta 11.6:** disminuir el impacto ambiental negativo por persona en las ciudades, otorgando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y otros tipos de residuos.
  - **Meta 11.b:** se busca incrementar significativamente el número de ciudades y núcleos urbanos que adopten políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático.
  
- **Objetivo 13: Acción por el clima.** El cambio climático está afectando a todo el planeta, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, alterando economías y afectando a la vida de las personas, y ecosistemas. Se necesita la toma de decisiones políticas y sociales urgentes para ayudar a mitigar los problemas que esto conlleva.
  - Este proyecto ayudaría a contribuir con la mayoría de las metas del objetivo.
  
- **Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres.** La emisión de algunos contaminantes no sólo afecta a la salud de las personas, sino también a la de las plantas y la fauna.
  - **Meta 15.5:** tomar medidas urgentes y significativas para disminuir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica. Es necesario saber cuánto contamina cada municipio y localidad para ver qué contaminantes y cómo afectan a los hábitats cercanos.

#### *1.4. Localización*

El estudio se realizará para el área metropolitana de Valencia, un área supramunicipal en el que el municipio de Valencia actúa como conector y establece relaciones de interdependencia con los demás municipios situados a su alrededor. En total la zonificación cuenta con un total de 71 municipios de acuerdo con el Plan de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (PMoMe). Este plan de movilidad se engloba juntos a otros planes de movilidad dentro de la Ley 6/2011, tratándose de un plan de carácter supramunicipal con la finalidad de coordinar los ámbitos de actuación y políticas con el resto de los municipios que conforman el Área Metropolitana.

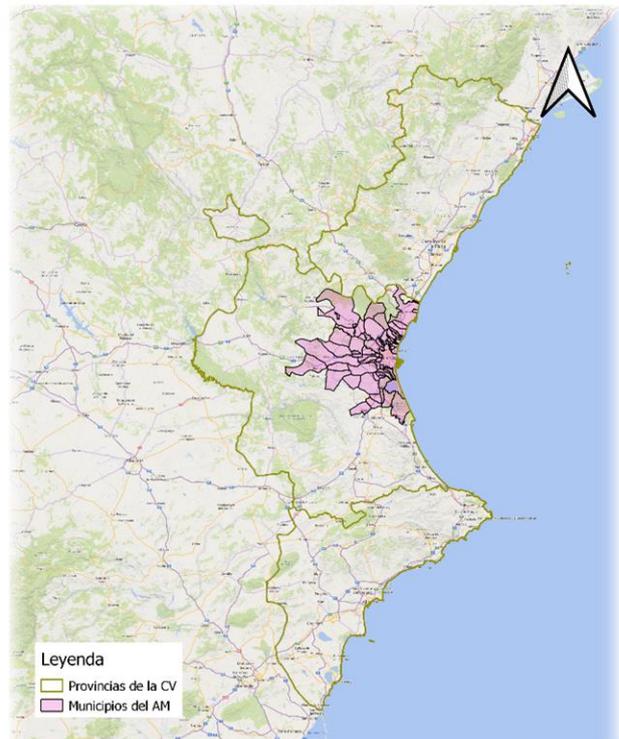


Mapa de situación del Área Metropolitana de València



1:2.000.000

0 75 150 km



Mapa de situación del Área Metropolitana de València



1:2.000.000

0 75 150 km



Figura 2 y figura 3: Mapas de situación del Área Metropolitana de València.  
Fuente: Elaboración propia, 2023

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivos generales

El proyecto consistirá en tres objetivos principales que son los siguientes:

- **OG1:** Obtener las emisiones derivadas del tráfico rodado para los municipios del área metropolitana de Valencia, para los gases de efecto invernadero (GEI) y los gases que afectan a la calidad del aire.
- **OG2:** Obtener las emisiones derivadas del tráfico rodado para los núcleos urbanos del área metropolitana de Valencia, para los gases que afectan a la calidad aire.
- **OG3:** Realizar un análisis de las emisiones derivadas de unos municipios a otros.

Para llegar a obtener los resultados de los objetivos generales se establecen los siguientes objetivos específicos:

### 2.2. Objetivos específicos

- **OE1:** Describir la zonificación propuesta por el plan de movilidad de la Comunitat Valenciana en el área metropolitana de València.
- **OE2:** Asociar las zonas del plan de movilidad a los diferentes municipios del área metropolitana.

- **OE3:** Calcular los Factores de emisión de los gases GEI y gases de contaminación del aire para cada medio de desplazamiento.
- **OE4:** Calcular las distancias medias entre las zonas de movilidad.
- **OE5:** Calcular las emisiones GEI y contaminación del aire de los desplazamientos entre municipios.
- **OE6:** Obtención de las emisiones totales producidas en cada municipio.
- **OE7:** Obtención de las emisiones totales producidas en cada núcleo urbano.
- **OE8:** Análisis de las emisiones inducidas entre municipios.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. Datos empleados

En este apartado se expondrán los datos utilizados para el cálculo de las emisiones, así como los programas empleados durante el proceso. Los datos utilizados son los siguientes:

- La Matriz Origen-Destino del área metropolitana de Valencia que contiene todos los desplazamientos realizados de unas zonas de transporte (explicadas en el siguiente apartado) a otras. Se encuentra en formato de tabla Excel añadida a los anejos.
- La base de datos con las encuestas realizadas a los ciudadanos del AM de Valencia, con datos como el modo de desplazamiento, duración, origen, destino, municipio, causa, etc. Los datos se encuentran en formato de Tabla Excel. No se puede añadir a los anejos ya que cuenta con más de cuarenta mil elementos.
- Un archivo en formato shapefile con las zonas de transporte del área metropolitana de Valencia.
- Los factores de emisión empleados en la metodología COPERT, que serán utilizados para transformarlos y adaptarlos para poder calcular las emisiones según la metodología propuesta en este proyecto.
- La red de transporte descargada del IGN, que contiene las vías de comunicación, a partir de la cuál se calcularán las distancias. Esta cartografía se encuentra en formato shapefile.
- Capa con los núcleos urbanos de la Comunidad Valenciana en formato geopackage.

Los programas empleados en el proyecto son:

- El software SIG ArGis Pro y ArcMap empleado para el cálculo de las distancias de los desplazamientos y la representación de los datos en mapas.
- Excel para el cálculo de las emisiones totales y el tratamiento de las diferentes tablas empleadas a lo largo del proceso.
- Matlab
- Software COPERT para el cálculo de los factores de emisión.

#### 3.2. *Objetivo específico 1: Describir la zonificación propuesta por el plan de movilidad de la Comunitat Valenciana en el área metropolitana de València*

##### 3.2.1. *Definición de Área Metropolitana*

En primer lugar, es importante definir qué es un área metropolitana y cómo se aplica dicha definición al territorio de Valencia.

El área metropolitana de una ciudad se refiere al área geográfica que incluye a la ciudad principal y una serie de municipios circundantes. Dichos municipios se encuentran estrechamente conectados en

términos de economía, infraestructura, demografía y movilidad. Un área metropolitana se caracteriza por tener los siguientes elementos:

- Ciudad principal: el área metropolitana incluye una ciudad de gran tamaño que actúa como núcleo central y motor económico de la región.
- Municipios y áreas circundantes: el área metropolitana abarca una serie de municipios y áreas urbanas que están próximos y tienen una fuerte relación funcional y socioeconómica con la ciudad.
- Interdependencia económica y social: existe una interacción significativa entre la ciudad principal y los municipios circundantes en términos de empleo, comercio, servicios, transporte y otros aspectos de la vida cotidiana.
- Infraestructuras y servicios compartidos: las áreas metropolitanas suelen compartir infraestructuras de transporte, sistemas de comunicación, servicios públicos y otros recursos.
- Planificación y coordinación conjunta: las áreas metropolitanas requieren de una planificación urbana coordinada para abordar los desafíos comunes, promover el desarrollo y garantizar una gestión eficiente de los servicios y recursos.

Sin embargo, la definición y delimitación de un área metropolitana puede variar según la normativa y los criterios utilizados por diferentes instituciones y entidades. El marco legal en España contempla la posibilidad de crear o establecer áreas metropolitanas a través de las leyes autonómicas. Según la ley Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local (LBRL), se define Área Metropolitana como:

*“Las áreas metropolitanas son entidades locales integradas por los Municipios de grandes aglomeraciones urbanas entre cuyos núcleos de población existan vinculaciones económicas y sociales que hagan necesaria la planificación conjunta y la coordinación de determinados servicios y obras.”*

Además, en dicha Ley, se indica que son las Comunidades Autónomas las encargadas de establecer legalmente qué es un Área Metropolitana. En la Comunitat Valenciana, a través de la Ley 2/2001, de 11 de mayo, de Creación y Gestión de Áreas Metropolitanas en la Comunitat Valenciana, da su propia definición:

*“Área metropolitana, espacio metropolitano, aglomeración urbana o gran urbe son algunas de las expresiones con las que se alude a un mismo fenómeno: la concentración de la población en unos ámbitos territoriales caracterizados por un constante movimiento de intercambio entre los lugares de residencia, trabajo y ocio de la población que los habita. Con tales expresiones se hace referencia a las grandes aglomeraciones urbanas desplegadas en áreas que abarcan varios términos municipales entre los que existen fuertes vinculaciones económicas y sociales.”*

Debido a que se trata de un área que abarca más de un municipio, requiere de una planificación territorial llevada a cabo desde instrumentos de ordenación de carácter supramunicipal, como son los Planes de Acción Territorial de ámbito metropolitano.

Debido a que se trata de un área que abarca más de un municipio, requiere de una planificación territorial desarrollada mediante planes e instrumentos de ordenación supramunicipal.

### 3.2.2. Definición de Área Metropolitana de Valencia

De acuerdo con el PMoMe, Los límites del Área Metropolitana de Valencia están definidos en mayor o menor medida por el PATEVAL (Plan de Acción Territorial Metropolitano de València), el PGOU de la ciudad de València y el Plan de Acción Territorial de València.

- En el PATEVAL se considera que el Área Metropolitana de Valencia está delimitada por todas las áreas con núcleos urbanos que tienen cierta dependencia de otros municipios y relación de interdependencia con Valencia; con los movimientos y desplazamientos obligatorios de la población ya sea por motivos de trabajo en otros municipios y el tiempo que tarda en desplazarse el ciudadano en transporte público de gran capacidad.

En un comienzo con la Llei 12/1986 de la creación del Consell Metropolità de l'Horta, el AM de Valencia incluía 44 municipios que conformaban la comarca de l'Horta. Más tarde, de acuerdo con la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana, los municipios que conformaban dicha zonificación aumentaron. De esta manera, el AM incluye la primera corona metropolitana hasta la circunvalación A-7 y luego, la segunda corona, cuyo límite es la autovía CV-50. En total, toda el Área Metropolitana aún a 76 municipios con más de 1.800.000 habitantes.

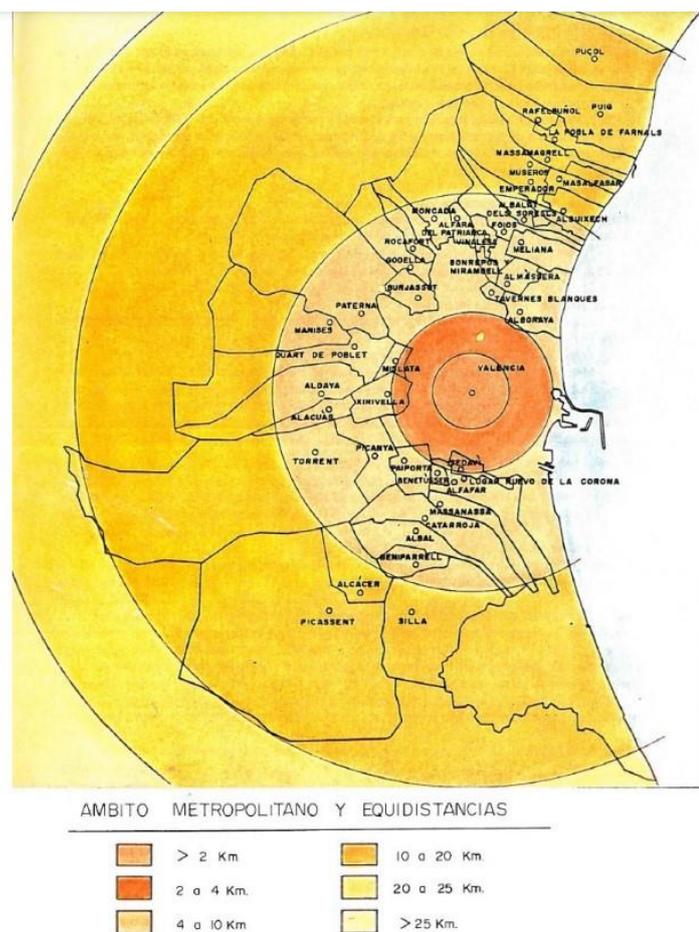


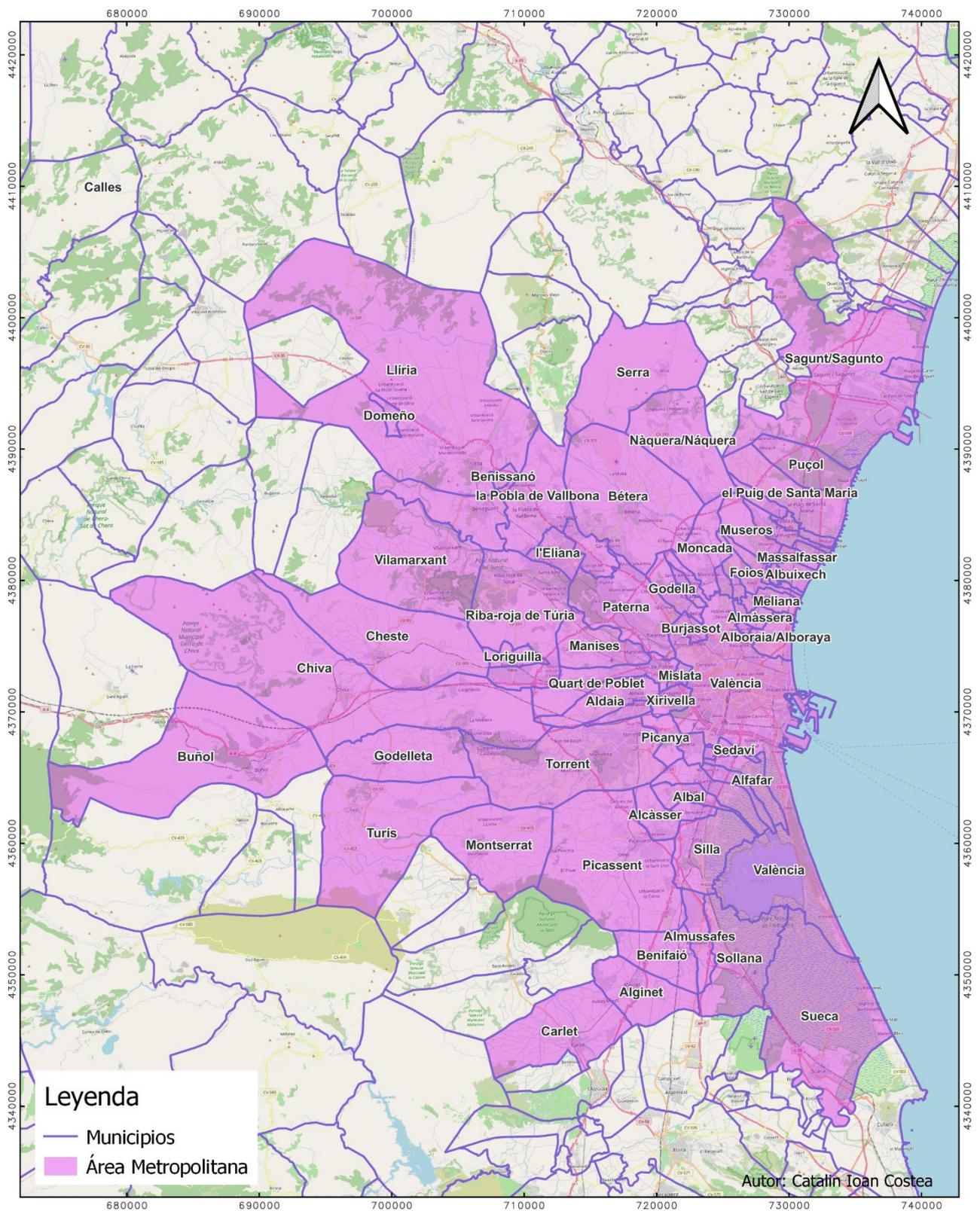
Figura 4: Zonificación previa formada por 44 municipios, referente a la Llei 12/1986. Fuente: Generalitat Valenciana (1988). PATEVAL



La lista de municipios es la siguiente:

1. Alaquàs	21. Burjassot	41. Mislata	61. Serra
2. Albal	22. Canet d'En Berenguer	42. Moncada	62. Silla
3. Albalat dels Sorells	23. Carlet	43. Montserrat	63. Sollana
4. Alboraya	24. Catarroja	44. Museros	64. Sueca
5. Albuixech	25. Cheste	45. Nàquera	65. Tavernes Blanques
6. Alcàsser	26. Chiva	46. Paiporta	66. Torrent
7. Aldaia	27. Domeño	47. Paterna	67. Turís
8. Alfafar	28. l'Elia	48. Picanya	68. València
9. Alfara del Patriarca	29. Emperador	49. Picassent	69. Vilamarxant
10. Alginet	30. Foios	50. Poble de Farnals	70. Vinalesa
11. Almàssera	31. Godella	51. la Poble de Vallbona	71. Xirivella
12. Almussafes	32. Godelleta	52. Puçol	
13. Benaguasil	33. Lliria	53. el Puig de Santa Maria	
14. Benetússer	34. Llocnou de la Corona	54. Quart de Poblet	
15. Benifaió	35. Loriguilla	55. Rafelbunyol	
16. Beniparrell	36. Manises	56. Riba-roja de Túria	
17. Benisanó	37. Massalfassar	57. Rocafort	
18. Bétera	38. Massamagrell	58. Sagunto/ Sagunt	
19. Bonrepòs i Mirambell	39. Massanassa	59. San Antonio de Benagéber	
20. Buñol	40. Meliana	60. Sedaví	

*Tabla 1: Municipios del Área Metropolitana de Valencia. Fuente: Elaboración Propia (2023)*



## Municipios del Área Metropolitana de València

1:350.000



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

0 15 30 km



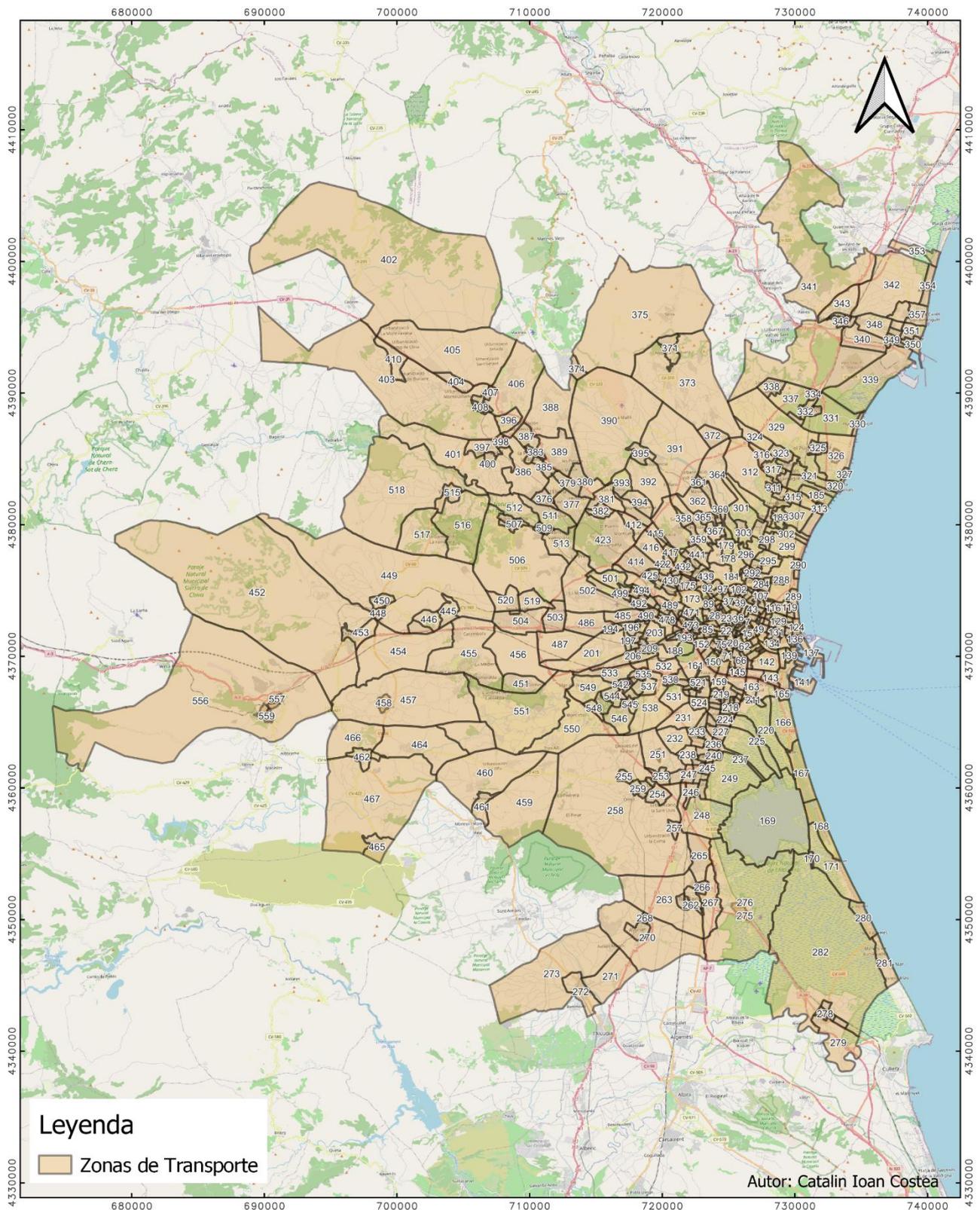
Sistema de coordenadas: ETRS89 UTM Zone 30N  
Proyección: Transversa de Mercator  
(EPSG: 25830)

Figura 6: Municipios del AM de Valencia, de acuerdo con el PMoMe. Fuente: Elaboración propia (2023)

### 3.2.3. *Zonificación del AM de València*

El PMoMe descompone el ámbito de trabajo en zonas de transporte para el estudio de la movilidad, que también serán las que se utilizarán en el estudio de la contaminación de la zona. Se ha empleado dicha zonificación debido a que la base de datos de la encuesta y la matriz origen-destino hacen referencia a la división en zonas de transporte del Plan de Movilidad.

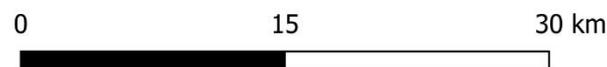
De acuerdo con el PMoMe se ha buscado adaptar el sistema a la estructura administrativa existente con el propósito de agilizar el aprovechamiento de la información disponible. Para ello se trabaja con las secciones censales y, a partir, de éstas mediante agrupaciones en función de la densidad de población y, según los usos del suelo, se van creando áreas homogéneas. Finalmente, se ha obtenido una división del área metropolitana en 560 zonas de transporte (186 en Valencia) que serán la base para el análisis de la movilidad junto a la matriz origen-destino permitiendo realizar el cálculo y análisis espacial de la contaminación total en el AM de Valencia.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

## Zonas de Transporte del AM de València

1:350.000



Sistema de coordenadas: ETRS89 UTM Zona 30N  
Proyección: Transversa de Mercator  
(EPSG: 25830)

Figura 7: Zonas de Transporte del AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

### 3.3. Objetivo específico 2: Asociar las zonas del plan de movilidad a los diferentes municipios del área metropolitana

Gracias, al archivo en formato shapefile con las Zonas de Transporte del AM y la base de datos de la encuesta, permite relacionar las ZT con los municipios. En total se trata de 560 áreas, de las cuáles 186 pertenecen a Valencia.

València <b>1-186</b>	Sueca <b>277-282</b>	Moncada <b>360-368</b>	Mislata <b>468-476</b>
Xirivella <b>187-193</b>	Alboraya <b>283-291</b>	Alfara del Patriarca <b>369-370</b>	Quart de Poblet <b>477-490</b>
Aldaia <b>194-205</b>	Tavernes Blanques <b>292-293</b>	Náquera <b>371-373</b>	Manises <b>491-502</b>
Alaquàs <b>206-210</b>	Almàssera <b>294-295</b>	Serra <b>374-375</b>	Riba-roja de Túria <b>503-513</b>
Sedaví <b>211-213</b>	Bonrepós y Mirambell <b>296</b>	Eliana, l' <b>376-379</b>	Vilamarxant <b>514-518</b>
Llocnou de la Corona <b>214</b>	Meliana <b>297-299</b>	San Antonio de Benagéber <b>380-382</b>	Loriguilla <b>519-520</b>
Benetússer <b>215-216</b>	Foios <b>300-302</b>	Pobla de Vallbona, la <b>383-389</b>	Paiporta <b>521-527</b>
Alfafar <b>217-221</b>	Vinalesa <b>303</b>	Bétera <b>390-395</b>	Picanya <b>528-532</b>
Massanassa <b>222-225</b>	Albalat dels Sorells <b>304-306</b>	Benissanó <b>396</b>	Torrent <b>533-555</b>
Catarroja <b>226-231</b>	Albuixech <b>307-308</b>	Benaguasil <b>397-401</b>	Bunyol <b>556-560</b>
Albal <b>232-237</b>	Emperador <b>309</b>	Llíria <b>402-409</b>	
Beniparrell <b>238-242</b>	Museros <b>310-312</b>	Domeño <b>410</b>	
Silla <b>243-249</b>	Massalfassar <b>313-319</b>	Paterna <b>411-431</b>	
Alcàsser <b>250-253</b>	La Pobla de Farnals <b>320-322</b>	Burjassot <b>432-440</b>	
Picassent <b>254-260</b>	Rafelbunyol <b>323-324</b>	Godella <b>441-444</b>	
Benifaió <b>261-264</b>	El Puig de Santa Maria <b>325-329</b>	Cheste <b>445-450</b>	
Almussafes <b>265-267</b>	Puçol <b>330-338</b>	Chiva <b>451-456</b>	
Alginet <b>268-269</b>	Sagunto <b>339-355</b>	Godolleta <b>457-458</b>	
Carlet <b>271-273</b>	Canet d'En Berenguer <b>356-357</b>	Montserrat <b>459-461</b>	
Sollana <b>274-276</b>	Rocafort <b>358-359</b>	Turís <b>462-467</b>	

Tabla 2: Relación de las ZT con los municipios. Fuente: Elaboración propia (2023)

### 3.4. Objetivo específico 3: Calcular los Factores de emisión de los gases GEI y gases de contaminación del aire para cada medio de desplazamiento

#### 3.4.1. Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) son sustancias presentes en la atmósfera que absorben y emiten radiación térmica. Estos gases incluyen el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el vapor de agua y otros compuestos sintéticos como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Estos GEI son liberados principalmente por actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura intensiva y la industria.

Los GEI juegan un papel fundamental en el equilibrio térmico de la Tierra. Permiten que la radiación solar entre en la atmósfera y llegue a la superficie terrestre, pero también atrapan parte de esa radiación reflejada de regreso hacia la Tierra, creando un efecto invernadero natural que mantiene la temperatura habitable en el planeta.

Sin embargo, las actividades humanas han aumentado significativamente las concentraciones de GEI en la atmósfera, lo que ha llevado a un aumento del efecto invernadero y al calentamiento global. Provocan el aumento de la temperatura media del planeta, cambios en los patrones y eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos, como sequías, inundaciones, tormentas más fuertes y olas de calor.

El cambio climático, causado en gran medida por las emisiones de GEI, tiene impactos significativos en los ecosistemas, biodiversidad, la disponibilidad de recursos hídricos, la agricultura, la salud humana y la economía. Además, el aumento del nivel del mar debido al derretimiento de los glaciares y los casquetes polares es otro efecto importante del cambio climático.

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** es el principal gas de efecto invernadero que es emitido a la atmósfera a causa de las actividades del ser humano. El CO<sub>2</sub> es un compuesto que se genera naturalmente en el planeta y forma parte del ciclo del carbono de la Tierra (circulación natural del carbono entre la atmósfera, los océanos, la tierra, las plantas y los animales). Los intercambios naturales más grandes ocurren entre la atmósfera y la biota terrestre, y entre la atmósfera y las aguas superficiales de los océanos. En comparación, las entradas netas a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y la deforestación son mucho más pequeñas, pero lo suficientemente grandes como para modificar el equilibrio natural. La principal actividad producida por el ser humano que genera CO<sub>2</sub> es la combustión de combustibles fósiles, como el carbón, gas natural o petróleo, para producir energía y con los transportes. También, las actividades industriales y cambios en el uso de la tierra producen emisiones de CO<sub>2</sub>.

Según “Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero no aprobado en detalles” del IPCC, el 50% del CO<sub>2</sub> emitido en la atmósfera se elimina en una escala de tiempo de 30 años; otro 30% se elimina en pocos siglos y el 20% restante permanecerá en la atmósfera durante miles de años.

La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> antes de la industrialización era de aproximadamente 280 ppm (1 Gt = 10<sup>9</sup> t = 10<sup>15</sup> g, 1 ppm de CO<sub>2</sub> en la atmósfera global equivale a 2.12 GtC y 7.8 Gt de CO<sub>2</sub>, según el documento “Greenhouse Gases and Aerosols” del IPCC), según se

ha reconstruido a partir de análisis de núcleos de hielo, lo que se corresponde a 594 gigatoneladas de carbono. En el año 2022, el nivel fue aproximadamente 417,8 ppmv, lo que se corresponde con 884,46 gigatoneladas de carbono.

Analizando el documento de “Inventario de Emisiones: una herramienta en la lucha contra el cambio climático” para la Comunidad Valenciana, desarrollado por la Generalitat Valenciana para las emisiones del año 2019 (año prepandemia, donde los datos de emisiones son más regulares y representativos), nos indica las siguientes fuentes de emisión:

- **Transporte:** la combustión de combustibles fósiles como la gasolina y el diésel para el transporte de la población y mercancías fue la fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> más grande en el año 2019, aproximadamente el 28,36 (automóviles privados, camiones, tractores y máquinas agrícolas).
- **Electricidad:** la electricidad es la fuente de energía más importante en la Comunidad Valenciana y se utiliza en casas, empresas, industrias y comercios. En el año 2019, la combustión de combustibles fósiles para generar electricidad fue la segunda fuente más grande de emisiones de CO<sub>2</sub> en la CV, aproximadamente el 18,96%. Dependiendo del combustible fósil empleado en la producción de la electricidad se contaminará mayores o menores cantidades de CO<sub>2</sub>.
- **Gas:** otra fuente de energía empleada en el ámbito residencial y comercial, formando parte de un total del 9,41% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>.

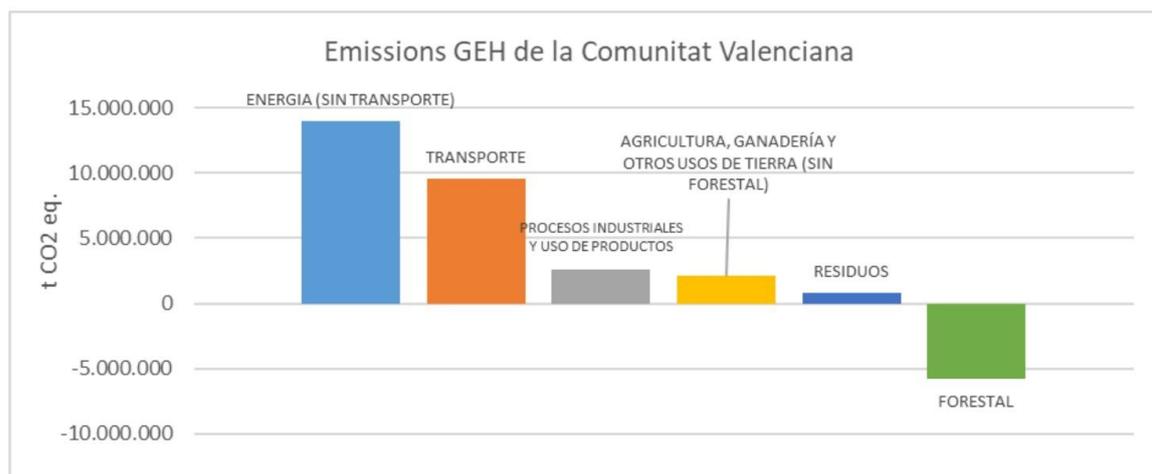


Figura 8: Emisiones de CO<sub>2</sub> eq. en toneladas de la Comunidad Valenciana.  
Fuente: Conselleria d’Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica

- Todas las emisiones anteriores suman casi el 60% de las emisiones a nivel de C. Valenciana. En 2019, las emisiones netas e CO<sub>2</sub> a la atmósfera fue de 23,3 millones de toneladas.
- **Metano (CH<sub>4</sub>):** la Comunidad Valenciana del total de emisiones de GEI, un 8,3% eran de metano (según el documento “informe del inventario de emisiones de GEI Comunitat Valenciana”) a causa de las actividades humanas. Entre las actividades del ser humano que producen emisiones vienen incluidos sistemas de gas con fugas y la cría de ganado. También hay fuentes naturales de emisión de metano, como son los pantanos naturales. Los procesos naturales de la Tierra y las reacciones químicas de la atmósfera permiten reducir el CH<sub>4</sub> de la atmósfera. A diferencia del CO<sub>2</sub>, el metano tarda menos tiempo en eliminarse de la atmósfera, pero es más eficiente en la absorción de la radiación. Kilogramo por kilogramo, el impacto del CH<sub>4</sub> comparándolo con el CO<sub>2</sub> es 25 veces más grande en un período de tiempo de 100 años.

- **Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O):** la Comunidad Valenciana del total de emisiones, el 5,8% eran de N<sub>2</sub>O. Las actividades del ser humano incrementan el nivel de óxido nitroso en la atmósfera, como son la agricultura, la combustión de combustibles, el manejo de aguas residuales y los procesos industriales. También, se encuentra de manera natural en la atmósfera como parte del ciclo del nitrógeno de la Tierra, y tiene diferentes fuentes. El N<sub>2</sub>O tiene una vida promedio aproximadamente de 114 años antes de ser eliminado o destruido a través de procesos disipadores y reacciones químicas. Cabe destacar que el impacto de 1 kilogramo de N<sub>2</sub>O en el calentamiento atmosférico es 298 veces mayor que el impacto de 1 kilogramo de CO<sub>2</sub>.
- **Gases fluorados (HFCs, PFCs, NF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>):** al contrario que los otros gases de efecto invernadero, los gases fluorados únicamente provienen de las actividades del ser humano. Se emiten cuando se utilizan como sustitutos de sustancias que destruyen el ozono, como refrigerantes, y a través de diversos procesos industriales, como la fabricación de aluminio y semiconductores. Estos gases fluorados tienen Potenciales de Calentamiento Global (GWP) significativamente altos en comparación con otros gases de efecto invernadero. Esto significa que incluso una concentración atmosférica relativamente baja puede tener un impacto desproporcionadamente grande en las temperaturas globales. Por lo tanto, las emisiones de estos gases pueden contribuir significativamente al calentamiento global. Además, los gases fluorados pueden tener una gran persistencia en la atmósfera, algunos de ellos incluso durante miles de años.

### 3.4.2. *Gases que afectan a la calidad del aire*

El cambio climático y la calidad del aire son dos conceptos distintos, pero están estrechamente relacionados entre sí, y es importante distinguirlos para saber evaluarlos y contribuir a su mejora.

La calidad del aire se encuentra relacionada con la contaminación atmosférica, la cual consiste en la existencia de sustancias en el aire que representan amenazas, perjuicios o molestias significativas para las personas o bienes de cualquier naturaleza.

La calidad del aire en general y, específicamente, en las ciudades, se deteriora cuando la concentración de ciertos contaminantes atmosféricos, principalmente causados por la producción y uso de energía, excede los límites establecidos. Estos contaminantes incluyen partículas (PM), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>), el monóxido de carbono (CO), el ozono (O<sub>3</sub>), y un elevado número de compuestos orgánicos volátiles (COV). Esta situación puede tener un impacto negativo en la salud de los habitantes, y se trata de un problema local que afecta directamente a las personas.

- **Monóxido de carbono (CO):** Se trata de un gas incoloro e inodoro generado por la combustión incompleta del carbono. Los emisores de CO son todos aquellos combustibles que en su composición tienen carbono, como son el gas, el petróleo, la madera, el carbón, etc., y que son quemados escasez de oxígeno son potenciales para la formación de dicho gas. Las principales fuentes de emisión se producen durante la combustión en procesos no industriales, en el sector agropecuario y por los procesos industriales sin combustión. Por otra parte, aunque el transporte también contribuye en las emisiones del gas, pero han sido enormemente reducidas gracias a la utilización de convertidores catalíticos.

En cuanto a los efectos sobre la salud, el CO se introduce en el organismo a través de los pulmones y puede causar una reducción en la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, lo que provoca una disminución en la oxigenación de órganos y tejidos. A consecuencia de

esto, puede provocar daños en el sistema nervioso, problemas cardíacos, dolores de cabeza, mareos y fatiga.

Por otra parte, también tiene algunas consecuencias sobre el clima, ya que a partir de éste se forman otros GEI: se oxida lentamente para formar  $\text{CO}_2$ , y durante este proceso se forma también  $\text{O}_3$ . El valor límite para la salud humana según la legislación española, en el Real Decreto 102/2011, se exponen los valores límite de los contaminantes atmosféricos y para el CO es de  $10 \text{ mg/m}^3$ .

- **Óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ):**

Se trata de un grupo de gases muy reactivos formados por el óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). Su origen es principalmente obra del ser humano, más del 75% del  $\text{NO}_2$  del aire de las ciudades, es provocado por el tráfico. El  $\text{NO}_2$  es el que más predomina y se forma debido a las combustiones a altas temperaturas. Se trata de un gas muy tóxico, que provoca irritación y actúa como precursor en la formación de partículas de nitrato. Estas partículas contribuyen en la generación de ácidos y alto niveles de contaminantes atmosféricos finos, llamados  $\text{PM}_{2,5}$ , en el entorno.

Con el transcurso de los años se ha reducido en gran medida las concentraciones de  $\text{NO}_x$  del aire, aunque se puede seguir encontrando en aquellos lugares con grandes concentraciones de vehículos.

Sobre los efectos de la salud que provocan estos contaminantes se encuentran la inflamación de las vías respiratorias, afecciones a algunos órganos como el hígado o el bazo, provoca problemas en el correcto funcionamiento del sistema circulatorio o el inmunológico, aumentando así el riesgo de infecciones pulmonares y provocar problemas en la respiración. Además, también afectan al medio ambiente, provocando la acidificación y eutrofización de ecosistemas, entre otros.

Según la legislación española, para la protección de la salud humana no puede sobrepasar  $40 \text{ microgramos/m}^3$  y, para la protección de la vegetación  $30 \text{ microgramos/m}^3$ .

- **Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ):**

Se trata de un gas incoloro no inflamable con un olor muy fuerte que irrita los ojos. Se trata de un gas que tiene sobre todo un origen en las actividades humanas. Este gas se forma durante la quema de carburantes fósiles que poseen azufre en su composición, como el petróleo o los combustibles sólidos. Estas emisiones ocurren principalmente en procesos industriales de alta temperatura y en la generación de electricidad. También se producen estas emisiones en el sector de los transportes, pero en una medida muy inferior a las actividades anteriores. Desde hace años las emisiones de  $\text{SO}_2$  producidas por la combustión de las industrias que producen energía, gracias a la implantación de nuevas medidas como las tecnologías de desulfuración aplicadas al sector.

Los efectos que tiene el dióxido de azufre sobre la salud se producen incluso cuando el foco emisor se encuentra a grandes distancias. Algunos de los efectos nocivos en los ciudadanos son inflamación e irritación del sistema respiratorio, problemas pulmonares, alteraciones del metabolismo de las proteínas, dolor de cabeza y ansiedad. Además, el  $\text{SO}_2$  puede afectar también, a la biodiversidad, los suelos y los ecosistemas acuáticos y forestales, como daños a la vegetación, degradación de la clorofila, reducción de la fotosíntesis y, como consecuencia, pérdida de especies. Incluso puede afectar a las construcciones debido a procesos de acidificación.

Otro factor importante es que también actúa como precursor en la formación del sulfato de amonio, lo que lleva a un aumento en los niveles de partículas finas (PM10 y PM2,5), con graves implicaciones para la salud humana.

Los valores límite establecidos en la legislación española no pueden ser superados, y son los siguientes: para la seguridad de las personas, 350 microgramos/m<sup>3</sup> (valor medio en 1 hora) y 125 microgramos/m<sup>3</sup> (valor medio en 24 horas), y para la protección de los ecosistemas 20 microgramos/m<sup>3</sup>.

- **Materiales particulados (PM):**

Se tratan de una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran presentes en el aire. Algunas de estas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín o el humo, son lo mínimamente grandes como para poder verlas a simple vista. Por el caso contrario, otras son tan pequeñas que únicamente son apreciables mediante instrumentos como microscopios. Las partículas se agrupan en tres grupos en función de su tamaño: partículas mayores a 10 micras, partículas con un tamaño de 10 micras o inferior (PM10) y con un tamaño de 2,5 micras o inferior (PM2,5).

El origen puede ser:

- Primario: las partículas se emiten directamente a la atmósfera, de forma natural, como polvo, polen y las partículas del suelo, o como resultado de las actividades humanas. En los núcleos urbanos, el principal sector de emisión se trata del tráfico rodado (emisiones producidas por la quema del combustible, desgaste de frenos y neumáticos) y otros sectores como el industrial, la calefacción en las viviendas y la construcción.
- Secundario: las partículas se forman en la atmósfera gracias a las reacciones químicas de otros gases precursores como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Respecto a los efectos que tienen sobre la salud de las personas, se tratan de los contaminantes del aire más importantes debido a la peligrosidad que representan para la salud de los ciudadanos. Las PM10 pueden llegar a penetrar en las vías respiratorias, pero pueden expulsarse gracias a las mucosas o mediante la tos, mientras, que las de menor tamaño PM2,5 pueden atravesar los alveolos pulmonares, provocando graves daños al sistema respiratorio, provocando graves patologías, incluso puede llevar a una muerte prematura. Las PM provocan un incremento de la mortalidad de los ciudadanos por causas respiratorias y cardiovasculares. Incluso existen partículas ultrafinas, que tienen un tamaño menor a 0,1 micras, que pueden llegar al sistema circulatorio y provocar daños a los diferentes órganos. Estas partículas también afectan a los ecosistemas y al clima, provocando dificultades en el crecimiento de las plantas, problemas en el bienestar de la fauna, una reducción de la visibilidad, afectan a los cambios de temperatura netos, e incluso, afectan a las precipitaciones.

La legislación española establece unos valores límite para el bienestar de los ciudadanos, que se trata de 20 microgramos/m<sup>3</sup>.

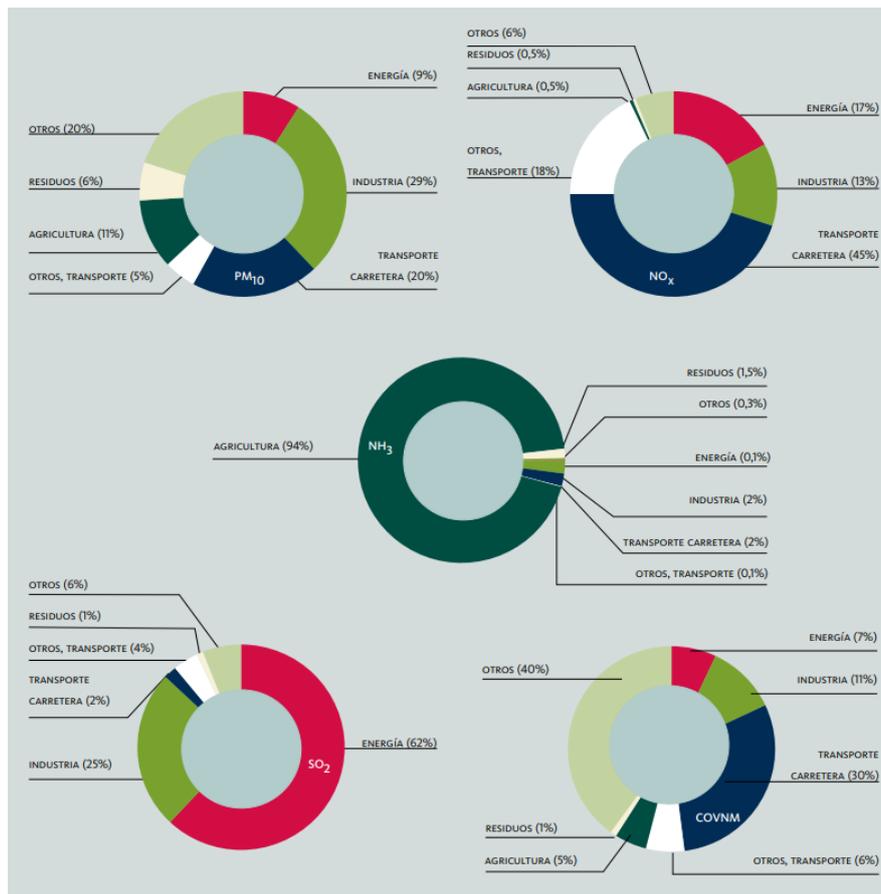


Figura 9: Fuentes de emisión con porcentajes de los diferentes contaminantes atmosféricos. Fuente: DKV Seguros Médicos (2010)

Las principales diferencias entre los GEI y los que afectan a la calidad del aire son las siguientes:

- Los primeros contribuyen con el cambio climático y los segundos contribuyen con la contaminación del aire.
- Los GEI se concentran en la atmósfera, mientras que los que afectan a la calidad del aire se concentra en las ciudades.
- Los GEI tienen un impacto global y los que afectan a la calidad del aire tienen un impacto local.
- Los primeros hacen aumentar la temperatura del planeta y los otros afectan a la salud de las personas.

Existe una estrecha relación entre la contaminación atmosférica y el fenómeno del cambio climático. Las principales causas de la emisión de dióxido de carbono (provenientes de la extracción y quema de combustibles fósiles) no solo son los principales factores del cambio climático, sino que también representan fuentes significativas de contaminantes que afectan la calidad del aire. Además, muchos de estos contaminantes atmosféricos, que resultan perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas, contribuyen al cambio climático al alterar la cantidad de radiación solar que es reflejada o absorbida por la atmósfera. Algunos de estos contaminantes generan un efecto de calentamiento en la Tierra, mientras que otros tienen un efecto de enfriamiento.

### 3.4.3. *Obtención de los factores de emisión de los GEI y calidad del aire*

Este objetivo específico se ha desarrollado en el contexto del proyecto airLUISA, en el cuál he sido parte del equipo técnico encargado de su desarrollo. El nombre completo del proyecto es Airluisa Monitorización Calidad Aire (INNEST/2021/263).(01/07/21 – 30/06/23).I+D Colaborativa competitiva. AGENCIA VALENCIANA DE LA INNOVACIÓN.

Los factores de emisión son valores utilizados para estimar las emisiones de contaminantes del aire o gases de efecto invernadero asociados a una determinada actividad o fuente, para el caso de estudio de este proyecto, el transporte. Estos factores se expresan generalmente como la cantidad de emisiones generadas por unidad de consumo, producción o capacidad de una actividad específica. Para el cálculo de las emisiones de los transportes, los factores de emisión se expresarán como cantidad de contaminante por unidad de distancia (EF) (gcont/km).

Los factores de emisión son importantes en el campo de la evaluación y gestión ambiental, ya que permiten calcular y estimar las emisiones totales de contaminantes o GEI de la actividad desarrollada. Estos factores pueden variar según el tipo de contaminante, la tecnología utilizada, las condiciones operativas, condiciones climáticas y otros factores.

Además, son herramientas importantes para cuantificar y comparar las emisiones de distintas actividades, identificar las fuentes más significativas de contaminación o GEI, establecer objetivos de reducción de emisiones y evaluar el impacto de medidas de mitigación o eficiencia energética. También son muy utilizados en la elaboración de inventarios de emisiones y en el diseño de políticas y regulaciones ambientales.

En el sector de la movilidad, el transporte urbano presenta unas particularidades operativas que lo distinguen del resto de modos de transporte. Estas particularidades se refieren principalmente a un notable aumento en el consumo de energía, lo que resulta en mayores emisiones contaminantes por cada vehículo y distancia recorrida.

En el transporte urbano es donde se han desarrollado mayor cantidad de modelos de movilidad y consumos energéticos, también llamados “modelos instantáneos”, ya que se han desarrollado numerosos programas de modelización de tráfico que contienen una función de cálculo de consumos y emisiones. El transporte urbano presenta mayor complejidad debido a la gran disponibilidad de datos y debido a su impacto directo y perceptible en el consumo de energía y las emisiones contaminantes.

Existen muchos modelos y programas para el cálculo de emisiones, pero el proyecto se empleará entre otras fuentes, el programa COPERT (*Computer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic*), que se trata de un programa informático de cálculo de emisiones de vehículos creado en el ámbito europeo y utilizado por gran cantidad de países. Este software ha sido desarrollado en base a la metodología utilizada y creada por el grupo de trabajo CORINAIR (*CORe Inventory of AIR emissions*), que es considerado la primera iniciativa a nivel europeo en lo referente al cálculo y análisis de emisiones.

#### **PROGRAMA COPERT**



Se trata de un software de Microsoft Windows creado en el ámbito europeo empleado para el cálculo de emisiones en base a la población de vehículos, el kilometraje, la velocidad y otros datos, como la

temperatura ambiente. Además, es un programa reconocido y utilizado por muchos países, permite el cálculo de las emisiones a escala nacional, regional o local, con una metodología publicada y revisada por expertos.

Permite el cálculo de los gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) y gases fluorados (PFCs, HFCs), procedentes de la quema de diversos tipos de combustible, y otros contaminantes (CO, NO<sub>x</sub>, VOC, PM) y no regulados (NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, especiación NMVOC...), precursores de ozono troposférico y que causan o contribuyen a la contaminación del aire local o regional. Por otra parte, también calcula el consumo de energía.

Además de los contaminantes derivados de la quema de combustibles, hay otras emisiones atmosféricas asociadas al transporte urbano. Estas incluyen la evaporación de compuestos orgánicos volátiles, la presencia de partículas en suspensión, metales pesados debido al desgaste de neumáticos, frenos y abrasión del pavimento.

Este programa sirve como fundamento para las estimaciones de emisiones realizadas en otras actividades internacionales, como el IPCC (*Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*) y el programa EMEP (European Modelling and Evaluation Program) de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (ENECE). También cabe mencionar, la herramienta CO2TA (para la evaluación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del tráfico por carretera), desarrollada por el CEDEX (*Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas*, en España) emplea parte de la metodología del programa.

El software COPERT está financiado por la EEA (European Environment Agency) que también se encarga de proporcionar información fiable e independiente sobre el medio ambiente. Su objetivo es respaldar el desarrollo sostenible mediante la promoción de mejoras en el entorno. Para conseguirlo, ofrece información oportuna, específica, relevante y confiable a los responsables políticos y al público en general. Como parte de este esfuerzo se creó una guía de inventariado de emisiones “EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook*”. Esta guía tiene dos funciones principales:

- Proporcionar procedimientos que permitan a los usuarios compilar inventarios de emisiones que cumplan con los criterios de calidad de transparencia, consistencia, completitud, comparabilidad y precisión (criterios TCCCA).
- Proporcionar métodos de estimación y factores de emisión para los compiladores de inventarios en diferentes niveles de sofisticación.

### **Documentos consultados**

Se han consultado diferentes documentos para la obtención de los factores de emisión, tanto la guía anterior mencionada, como un documento con la metodología empleada por COPERT 5.5 y una base de datos. Los documentos son los siguientes:

- 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2021 (Archivo en formato Excel en el que se encuentran los diferentes parámetros para el cálculo de las fórmulas empleadas en COPERT 5.5).
- A.1 EMEP-EEA guidebook Introduction 2019 (Archivo pdf de la guía EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* con la versión más actualizada hasta la fecha).
- 1.A.3.b.i-iv Road transport 2021 (Archivo pdf con la metodología empleada por COPERT 5.5)

COPERT contiene información sobre factores de emisión para más de 450 tipologías distintas distribuidas en las siguientes categorías:

- I. Vehículos de pasajeros
- II. Vehículos comerciales ligeros (furgonetas y camiones <3,5 ton)
- III. Vehículos pesados (camiones>3,5 ton y autobuses)
- IV. Vehículos de categoría L (ciclomotores, motocicletas, quads y miniautos)

El software cuenta con un amplio inventario llamado “1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2021”, donde encontramos todos los diferentes parámetros que se emplean en el cálculo de los factores de emisión que dependen de la clase de vehículos, carburantes, consumos, tecnologías de combustión, tipología de vías, modos de conducción y contaminantes, además de otra información como factores de emisión directos (EF) (g/km), consumo de carburante (g/km) y consumo energético (EC) (MJ/km).

La metodología empleada en COPERT está explicada en el siguiente diagrama:

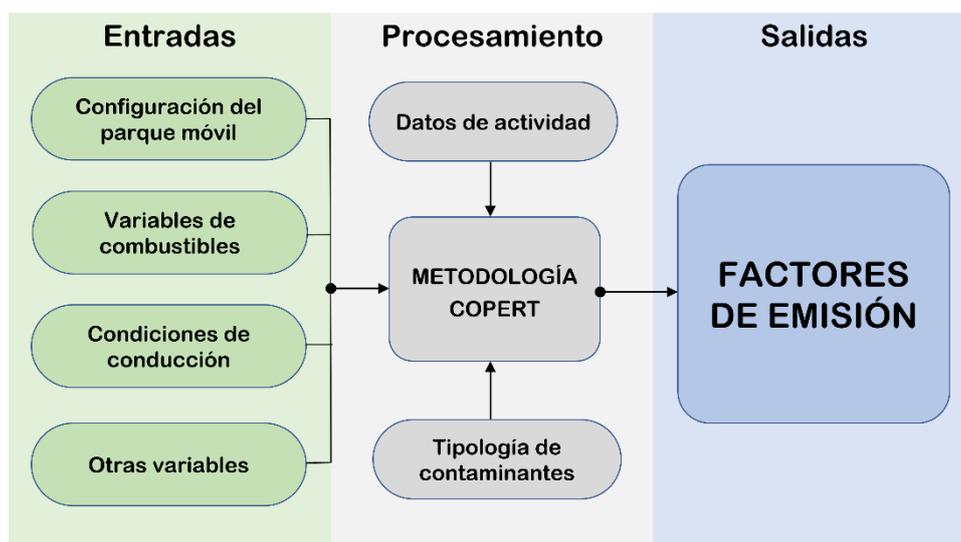


Figura 10: Metodología empleada en el proyecto airLuisa. Fuente: airLuisa (2021-2023)

### MÉTODO DE CÁLCULO PARA LOS FACTORES DE EMISIÓN - BALANCE ENERGÉTICO

Para la obtención final de los factores de emisión los datos se han recopilado de diferentes fuentes. Gran parte de los factores son obtenidos de COPERT y de la guía EMEP, pero hace falta realizar una transformación mediante una fórmula para poder emplearlos, otros factores son obtenidos de diversos estudios y otros se han creado con la metodología COPERT.

Los factores de emisión se han obtenido de la siguiente manera, en la primera parte del trabajo no se les ha aplicado ninguna fórmula ni les ha hecho ningún tratamiento, el cual se hará posteriormente:

- La tipología de transportes estudiado queda descrita en el análisis de las categorías clave del IPCC con el código “NFR.1.A.3.b.i-iv Road transport”.

Category		Title
NFR	1.A.3.b.i	Passenger cars
	1.A.3.b.ii	Light commercial trucks
	1.A.3.b.iii	Heavy-duty vehicles including buses
	1.A.3.b.iv	Mopeds & motorcycles

Figura 11: Tipología de vehículos contemplados en el documento NFR.1.A.3.b.i-iv Road transport. Fuente: COPERT

Esta subcategoría, únicamente hace referencia a las emisiones de los contaminantes de los vehículos de transporte por carretera y transporte de cargas.

Los vehículos autopropulsados que están clasificados como maquinaria industrial o agrícola-forestal están incluidos en categorías 1A2 y 1A4. Dentro de la base de datos de los factores de emisión de COPERT (*1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2021*) se han filtrado aquellos factores que hacen referencia a las emisiones de GEI + gases que afectan a la calidad del aire, y para el entorno urbano.

- Para garantizar la calidad y la validez de algunos de los datos utilizados, algunos de los factores de emisión se han obtenido de otros estudios y proyectos. Para los factores de emisión de turismos y vehículos comerciales ligeros de tecnología antigua se han tomado de actividades anteriores de COPERT/CORINAIR (Eggleston et al., 1989). Por otro lado, los factores para los vehículos más recientes se calculan a partir de los datos del proyecto Artemis (Boulter y Barlow, 2005; Boulter y McCrae, 2007).
- Los factores para los ciclomotores y las motocicletas se han obtenido de un estudio sobre la evaluación del impacto de las emisiones de los vehículos de dos ruedas (Ntziachristos et al., 2004).
- Los factores de emisión de los turismos diésel de la normativa Euro IV se han obtenido de un análisis *ad hoc* del conjunto de datos Artemis, enriquecido con más mediciones (Ntziachristos et al., 2007).
- Desde 2008 hasta ahora, EMISIA-COPERT ha estado a cargo de realizar investigaciones empíricas, desarrollar modelos y divulgar los datos correspondientes a los factores de emisión. Estas actividades se han llevado a cabo bajo la supervisión y validación del EMEP/EEA.

Casi todos los factores de emisión se han obtenido de las bases de datos comentadas anteriormente y de los estudios mencionados, además de las actualizaciones proporcionadas por el EMEP/EEA. En algunos casos, no existen datos sobre algunos factores o su procedencia es agregada, por lo que han sido calculados en base a información sobre el ámbito de la actividad como: especificaciones del combustible, balance energético, factores de consumo de energía que reemplacen los factores de consumo de combustible, condiciones climáticas, patrones de laboralidad, velocidades medias y otros.

Anteriormente, la metodología COPERT empleaba la cuantificación de las emisiones que se basaba en la venta de combustible. Se trata de una metodología válida para inventarios a nivel de un país, pero que no es aplicable a un entorno urbano ya que no es posible correlacionar las ventas de combustible, con el volumen consumido dentro de la ciudad. Debido a esto y a que el valor calorífico del combustible disponible a los ciudadanos puede variar notablemente según el país o zona geográfica, por lo que un balance de energía es más apropiado.

De este modo, siguiendo las actualizaciones de las pautas del IPCC, se han utilizado los siguientes datos: consumo de combustible (FC) (kgfuel/km), valores calóricos netos (CV) (MJ/kgfuel) específicos del tipo de combustible, consumos energéticos (EC) (MJ/km) y ratios de contaminantes (RATIO) (kgcont/kgfuel), relativos al azufre, carbono, oxígeno e hidrógeno principalmente, para diferentes combustibles de mezcla de referencia. Tomando como ejemplo, para calcular el factor de emisión del CO<sub>2</sub> causado por su combustión, se toma como referencia la fórmula genérica química de un combustible oxigenado que es C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub> y la relación entre los átomos es la siguiente:

A continuación, se mostrará una tabla con las relaciones hidrógeno:carbono y oxígeno:carbono para los diferentes tipos de combustible. Estos ratios surgen de los reglamentos pertinentes, que muestran los combustibles principales de referencia utilizados para las pruebas de los vehículos (ONU 2015). En el mercado real, los valores correspondientes pueden ser diferentes a los mostrados en la tabla. También, las relaciones calculadas para las mezclas de combustibles que no son de referencia se incluyen en la tabla.

Carburante	Molécula típica	Relación entre el hidrógeno y el carbono (rH:C)	Relación entre el oxígeno y el carbono (rO:C)	Kg CO <sub>2</sub> por kg de carburante
Gasolina	[CH <sub>1.86</sub> ] <sub>x</sub>	1,86	0,0	3,169
Diesel	[CH <sub>1.86</sub> ] <sub>x</sub>	1,86	0,0	3,169
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	3,00	0,5	1,911
Methanol	CH <sub>3</sub> OH	4,00	1,00	1,373
Biodiesel	[CH] <sub>x</sub> -COOH	1,95-2,03	0,11-0,13	2,797-2,727
ET BE	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	2,33	0,167	2,584
MT BE	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	2,40	0,20	2,496
Natural Gas/Biogas (REF)	CH <sub>4</sub> , Los combustibles del mercado también contienen HC más pesados	4,00	0,00	2,473
LPG (REF)	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (15%)-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (85%), los combustibles del mercado pueden contener diferentes proporciones	2,525	0,00	3,024
E5		1,92	0,026	3,063
E10 (REF)		1,98	0,053	2,694
E75		2,73	0,38	2,111
E85 (REF)		2,84	0,429	2,026
ETBE11		1,91	0,018	3,094
ETBE22		1,96	0,036	3,021
B7 (REF)		1,86	0,007	3,144
B1 0		1,86	0,010	3,133
B2 0		1,87	0,020	3,096
B3 0		1,88	0,030	3,059

*Tabla 3: Relación entre los átomos de hidrógeno, carbono y oxígeno utilizados en los ensayos de vehículos y los valores estimados para los combustibles de*

referencia y mezclas (REF). Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019

Con el fin de simplificar el balance de energía, se introducen factores de consumo de energía que sustituyen a los tradicionales factores de consumo de combustible utilizados en unidades de masa. Esta conversión se realiza empleando valores caloríficos predefinidos para los diferentes tipos de combustible mencionados en la Tabla 4. Estos valores corresponden a los combustibles primarios, es decir, aquellos producidos en refinerías que posteriormente pueden mezclarse con otros para obtener el combustible final (E5, E85, B7, entre otros).

Fuel	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	CV [MJ/kg]
Petrol	750	43.774
Diesel	840	42.695
LPG	520	46.564
CNG	175	48
Biodiesel	890	37.3
Bioethanol	794	28.8
MTBE	740	35.1
ETBE	736	36.2

Tabla 4: Valores caloríficos y de densidad por defecto de los combustibles primarios. Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019

Unificando unidades y trabajando con los valores CV de la tabla 4 y los de EC de la base de datos de Excel “I.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2021” y filtrando aquellas variables que nos interesan, obtenemos los valores FC de la siguiente tabla:

Vehicle category	Sub-category	Technology	FC (g/km)	EC (MJ/km)
Passenger cars	Petrol Mini	Euro 4 and later	49	2,14
	Petrol Small	PRE-ECE to open loop	65	2,85
		Euro 1 and later	56	2,45
	Petrol Medium	PRE-ECE to open loop	77	3,37
		Euro 1 and later	66	2,89
	Petrol Large-SUV-Executive	PRE-ECE to open loop	95	4,16
		Euro 1 and later	86	3,76
	Diesel Small	Euro 4 and later	38	1,62
		Conventional	63	2,69
	Diesel Medium	Euro 1 and later	55	2,35
		Conventional	75	3,2
	Diesel Large-SUV-Executive	Euro 1 and later	73	3,12
		Conventional	59	2,75
	LPG	Euro 1 and later	57	2,65
		Conventional	82	3,59
	Hybrid Petrol Small	Euro 4	34	1,49
Hybrid Petrol Medium	Euro 4	34	1,49	
Hybrid Petrol Large-SUV-Executive	Euro 4	34	1,49	
E85	Euro 4 and later	87	3,33	
CNG	Euro 4 and later	63	3,02	

Light commercial vehicles	Petrol	Conventional	85	3,72
		Euro 1 and later	70	3,06
	Diesel	Conventional	89	3,8
		Euro 1 and later	80	3,42
Heavy-duty trucks	Petrol > 3.5 t	Conventional	177	7,75
	<=7.5 t	Conventional	125	5,34
		Euro I and later	101	4,31
	7.5-16 t	Conventional	182	7,77
		Euro I and later	155	6,62
	16-32 t	Conventional	251	10,72
		Euro I and later	210	8,97
	> 32 t	Conventional	297	12,68
Euro I and later		251	10,72	
Buses	Urban CNG buses	HD Euro I	555	26,64
		HD Euro II	515	24,72
		HD Euro III	455	21,84
		EEV	455	21,84
	Urban buses, standard	Conventional	366	15,63
		Euro I and later	301	12,85
	Coaches, standard	Conventional	263	11,23
		Euro I and later	247	10,55
L-category	Mopeds 2-stroke < 50 cm <sup>3</sup>	Conventional	25	1,09
		Euro 1	20	0,88
	Mopeds 2-stroke < 50 cm <sup>3</sup>	Euro 2	20	0,88
		Euro 3 and on	20	0,88
	Mopeds 4-stroke < 50 cm <sup>3</sup>	Conventional	25	1,09
		Euro 1	20	0,88
		Euro 2	20	0,88
		Euro 3 and on	20	0,88
	Motorcycles 2-stroke > 50 cm <sup>3</sup>	Conventional	33	1,44
		Euro 1	25	1,09
		Euro 2	23	1,01
	Motorcycles 4-stroke < 250 cm <sup>3</sup>	Euro 3 and on	17	0,74
		Conventional	32	1,4
		Euro 1 and on	36	1,58
	Motorcycles 4-stroke 250–750 cm <sup>3</sup>	Conventional	37	1,62
		Euro 1 and on	36	1,58
	Motorcycles 4-stroke > 750 cm <sup>3</sup>	Conventional	45	1,97
		Euro 1 and on	46	2,01
	Mini cars Diesel	Conventional	34	1,44
		Euro 1	30	1,26
		Euro 2	30	1,26
		Euro 3	30	1,26
Euro 4		27	1,13	
ATVs	Euro 5	27	1,13	
	Conventional	47	2,07	
	Euro 1	41	1,79	
	Euro 2	41	1,79	
	Euro 3	41	1,79	
	Euro 4	40	1,74	
	Euro 5	40	1,74	

Tabla 5: Valores medios de consumo de combustible/energía. Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019

Como se ha mencionado anteriormente, necesitamos calcular los factores de emisión en cuanto la masa de contaminación en base a la distancia recorrida (EF) (kgcont/km), y para ello empleamos la siguiente fórmula genérica:

$$EF (kg_{cont}/km) = FC (kg_{fuel}/km) * RATIO (kg_{cont}/kg_{fuel})$$

Para comprobar los valores obtenidos en la fórmula anterior podemos utilizar la siguiente operación:

$$FC (kg_{fuel}/km) = EC (MJ/km) / CV (MJ/kg_{fuel})$$

Para el cálculo de algunos factores de emisión se empleó la siguiente operación:

$$EF (kg_{cont}/km) = EC (MJ/km) / CV (MJ/kg_{fuel}) * RATIO (kg_{cont}/kg_{fuel})$$

Para comprobar la validez de los resultados obtenidos mediante los cálculos anteriores, han sido comparados con otras fuentes oficiales nacionales y con los datos ofrecidos por los distintos fabricantes, obteniendo resultados similares en el mismo orden de magnitud.

Estos son los resultados de los factores de emisión que aplicaremos para calcular las emisiones de los diferentes modos de transporte.

### *3.5. Objetivo específico 4: Calcular las distancias medias entre las zonas de movilidad*

Antes de comenzar con la metodología, cabe mencionar que el proyecto ha sido desarrollado en un entorno colaborativo con otros compañeros de grado, en lo referente a la obtención del objetivo específico 4, sobre el cálculo de las distancias medias entre las zonas de movilidad. Mi compañero de grado Carlos Jiménez García fue el principal encargado en la tarea de obtener las distancias entre las diferentes zonas de transporte, ya que también consta de un objetivo específico en su proyecto. En su proyecto de título: “Cálculo de la huella de carbono de la movilidad por barrios de la ciudad de Valencia” se encuentra una explicación detallada y precisa de todo el proceso de la obtención y cálculo de las distancias, por lo que únicamente se procederá a realizar un resumen de dicha metodología.

El proceso comienza añadiendo el archivo shapefile de las vías de comunicación a ArcMap, a partir de la cual se creará un Network Dataset, mediante la herramienta “Network Analyst”. Como existen 4 redes de comunicación diferentes (una para coches, motos y camiones, otra para autobuses, otra para metro y otra para trenes), se creará un Network Dataset para cada una de ellas. Esta herramienta nos permite convertir una capa de líneas en una red para poder realizar funciones como: averiguar la manera más rápida de llegar de un punto a otro, cómo una flota de vehículos de entrega puede mejorar el servicio al cliente y minimizar los costes, distancias más cercanas de una persona a las sucursales de una empresa, y muchos otros problemas relacionados con las distancias y los transportes. Las empresas utilizan estas funciones para realizar geomarketing. Previamente antes de aplicar la herramienta se ha realizado un control de calidad de la capa para corregir algunos fallos.

Una vez utilizada la herramienta, se necesitan los puntos de origen y destino para trazar las rutas unas zonas de transporte a otras, para ello se han seleccionado los centroides de las ZT. De esta manera ya podríamos obtener las distancias, pero únicamente una a una de manera manual, y son han de ser todas las combinaciones entre las zonas de transporte, es decir, desde cada ZT a todas las demás. Como se tardaría una infinidad de tiempo en realizarlo, se ha empleado una función muy útil de ArcGis, el modelbuilder, que permitirá automatizar el proceso. Gracias a esta función y a algunos scripts realizados en Matlab para averiguar las combinaciones de las distancias para optimizar el tiempo, se han obtenido las distancias medias para la zonificación del proyecto.

Se han realizado numerosas pruebas, con muchos fallos e intentos para la obtención final de las distancias medias, ya que se trata de una metodología creada por nosotros mismos, y no se basa en ningún estudio previo.

### 3.6. Objetivo específico 5: Calcular las emisiones GEI y contaminación del aire de los desplazamientos entre municipios

Disponemos de un fichero Excel con todos los factores de emisión de los diferentes gases. Los factores de emisión están calculados según la tipología de vehículo, combustible y normativa, pero los datos de la encuesta de desplazamientos, únicamente nos indican el tipo de vehículo en el que se ha transportado la persona. Por lo que, se hará una media ponderada para cada tipo de vehículo.

Obtendríamos los siguientes factores de emisión para las diferentes tipologías de vehículos:

Tipo de vehículo	CO <sub>2</sub> eq	CO	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>
Autobuses	732,0804586	1,2773550	4,9847634	0,1019122	0,0865015
Camiones/furgonetas	285,7754360	0,4781945	0,9554446	0,0425224	0,0882928
Motocicletas	96,8475415	4,2593495	0,1736262	0,0408474	0,0498901
Turismos	172,1494334	0,2973808	0,4003163	0,0135621	0,0301823
Metro/Tranvía	25,949		0,028	0,019	
Trenes	31,68717475		0,005510305	0,000161576	

Tabla 6: Factores de emisión por tipología de vehículo. Fuente: Elaboración propia (2023)

El siguiente paso consiste en el cálculo del número de desplazamientos realizados de unas zonas a otras, es decir, el número de vehículos que recorren cada distancia origen-destino. Para ello, se emplea: las distancias calculadas de unas zonas de transporte a otras, calculadas en el primer paso, la encuesta realizada en el Área Metropolitana contemplada en el Plan de Movilidad del Área Metropolitana de València y la matriz origen-destino.

Disponemos de un fichero Excel con todos los factores de emisión de los diferentes gases. Los factores de emisión están calculados según la tipología de vehículo, combustible y normativa, pero los datos de la encuesta de desplazamientos, únicamente nos indican el tipo de vehículo en el que se ha transportado la persona. Por lo que, se hará una media ponderada para cada tipo de vehículo.

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	BD_INE	MUNICIPIO	CORREDOR	ZONA DE TRANSPORTE	EV_05	EV_12	EV_12A	DESP	MUN_Q	MUN_R	LEV_ZONA_C	MUN_D	MUN_D(LETRAS)	ZONA_D	MOTIV_OR	MOTIV_DEST	HORAJ	HORAF
2	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	1	1			2	46 110 Xirivella	187	46 250 Valencia	66	46 110 Xirivella	66	1	4	10.20	11.00
3	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	1	1			2	46 250 Valencia	66	46 110 Xirivella	187	4	1	4	14.00.00	14.30	
4	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			2	46 110 Xirivella	187	46 126 Ffios	300	1	3	09.00.00	09.45.00		
5	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			2	46 126 Ffios	300	46 110 Xirivella	187	3	1	18.00	18.45		
6	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			2	46 110 Xirivella	187	46 194 Picassent	258	1	3	7.00	7.30		
7	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			2	46 194 Picassent	258	46 110 Xirivella	187	3	1	19.00.00	19.30.00		
8	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	4	1			6	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	193	1	11	07.00.00	07.05.00		
9	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	4	1			6	46 110 Xirivella	193	46 110 Xirivella	187	11	1	8.30	8.35		
10	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	4	1			6	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	192	1	11	15.00.00	15.05.00		
11	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	4	1			6	46 110 Xirivella	192	46 110 Xirivella	187	11	1	15.30.00	15.35.00		
12	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	4	1			6	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	190	1	11	20.00.00	20.05.00		
13	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	4	1			6	46 110 Xirivella	190	46 110 Xirivella	187	11	1	21.30.00	21.35.00		
14	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	187	46 021 Aldaa	205	1	14	15.45.00	16.20.00		
15	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 021 Aldaa	205	46 110 Xirivella	187	14	1	18.45.00	19.25.00		
16	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			4	46 110 Xirivella	187	46 178 Nàgüera	372	1	3	5.30	5.50		
17	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			4	46 178 Nàgüera	372	46 110 Xirivella	187	3	1	14.30.00	14.50.00		
18	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	3	1			4	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	193	1	5	11.00.00	11.05.00		
19	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	3	1			4	46 110 Xirivella	193	46 110 Xirivella	187	5	1	11.20.00	11.25.00		
20	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	190	1	7	10.00.00	10.10.00		
21	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	190	46 110 Xirivella	187	7	1	11.00.00	11.10.00		
22	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	7	1			2	46 110 Xirivella	187	46 250 Valencia	30	1	11	15.00.00	15.20.00		
23	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	7	1			2	46 250 Valencia	30	46 110 Xirivella	187	11	1	18.00.00	18.20.00		
24	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	191	1	3	7.00	7.20		
25	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			2	46 110 Xirivella	191	46 110 Xirivella	187	3	1	14.00.00	14.20.00		
26	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	190	1	5	11.00.00	11.15.00		
27	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 250 Valencia	83	46 110 Xirivella	187	5	1	12.00.00	12.15.00		
28	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	193	1	5	9.00	9.10		
29	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	193	46 110 Xirivella	187	5	1	11.30.00	11.40.00		
30	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	190	1	14	17.00.00	17.30.00		
31	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	187	14	1	20.00.00	20.30.00		
32	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	2	1			4	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	192	1	5	12.00.00	12.30.00		
33	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	2	1			4	46 110 Xirivella	192	46 110 Xirivella	187	5	1	14.15.00	14.45.00		
34	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	2	1			4	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	192	1	14	17.00.00	17.30.00		
35	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	2	1			4	46 110 Xirivella	192	46 110 Xirivella	187	14	1	17.30.00	18.00.00		
36	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			4	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	191	1	5	10.15.00	10.30.00		
37	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			4	46 110 Xirivella	191	46 110 Xirivella	187	5	1	11.00.00	11.15.00		
38	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			4	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	190	1	14	17.00.00	17.15.00		
39	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	6	1			4	46 110 Xirivella	190	46 110 Xirivella	187	14	1	17.15.00	17.30.00		
40	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	7	1			2	46 110 Xirivella	187	46 110 Xirivella	190	1	7	8.00	8.15		
41	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	7	1			2	46 110 Xirivella	190	46 110 Xirivella	187	7	1	9.00	9.10		
42	46 110 Xirivella	Corredor Horta Oest	187	5	1			4	46 110 Xirivella	187	46 021 Aldaa	197	1	3	7.30	7.40		

Tabla 7: Base de datos de la encuesta de desplazamientos del PMoMe. Fuente: Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica

En dicha base de datos podemos encontrar información como la siguiente: fecha del desplazamiento, día en el que se ha realizado la encuesta, el sexo, la edad, código INE, municipio de origen, municipio de destino, zona de transporte origen, zona de transporte destino, método de transporte, justificación del desplazamiento, entre otros. La encuesta presenta diferentes medios de transportes en los que se han desplazado los ciudadanos, y han sido agrupados en 6 categorías de las 19 originales, ya que se tratan del mismo tipo de transporte, pero con pequeñas diferencias. La clasificación es la siguiente:

- A pie
- Bicicleta: propia, pública (de otros municipios), pública (ValenBisi).
- Turismo: coche como conductor, coche como acompañante, cabify u otros y taxi.
- Motocicleta: moto como acompañante, moto como conductor.
- Camión/furgoneta
- Autobús: bus discrecional (empresa/escolar), bus interurbano (de fuera del área de Valencia), bus metropolitano (MetroBús), bus urbano (EMT Valencia), bus urbano (municipal).
- Metro/Tranvía
- Tren: regional, larga distancia, AVE y cercanías.

Una vez agrupados los modos de transporte, se tiene que añadir un peso a cada uno de los modos de transporte, ya que cada medio de transporte es más o menos utilizado que otros. Este peso se reflejará como un porcentaje sobre el total de desplazamientos, dichos valores dependerán de la distancia realizada en el desplazamiento. Es decir, a cada tipo de vehículo se le asignará un porcentaje que dependerá de la distancia del desplazamiento. Ya que, en un movimiento de 1 km, es más probable que los ciudadanos se hayan desplazado a pie y en bicicleta, que utilizando motocicleta u otros, y el caso contrario, es más probable utilizar el coche en distancias cercanas a 20 km, que a pie, que será básicamente nula. Por lo tanto, se ha creado una tabla en la que se contabiliza el porcentaje de cada medio de transporte según la distancia y, para ello, se ha utilizado la base de datos anterior. Se han elegido las siguientes distancias para las que se han calculados los pesos, ya que son donde se producen mayores cambios:

Modo de transporte	3 km	5 km	10 km	20 km	+ 20 km	Total general
Bicicleta	2,84 %	2,89 %	1,97 %	1,09 %	0,57 %	2,25 %
Autobús	6,35 %	19,64 %	15,51 %	5,53 %	6,08 %	10,58 %
Camión/Furgoneta	0,18 %	0,33 %	0,45 %	0,42 %	0,46 %	0,32 %
Turismos	22,99 %	41,77 %	56,93 %	75,64 %	83,86 %	45,42 %
Metro/Tranvía	1,13 %	5,26 %	11,15 %	10,44 %	3,8 %	5,54 %
Motocicleta	1,06 %	2,37 %	2,54 %	1,74 %	0,99 %	1,71 %
A Pie	65,39 %	27,67 %	11,03 %	4,03 %	2,35 %	33,76 %
Tren	0,06 %	0,06 %	0,42 %	1,11 %	1,9 %	0,42 %
<b>Total general</b>	<b>100 %</b>					

Tabla 8: Porcentaje de movimientos según la tipología de vehículos en función de la distancia. Fuente: Elaboración propia (2023)

Ahora pasamos a obtener todas las distancias de los diferentes modos de transporte para asignarle los valores anteriores. Para ello, se obtienen de la base de datos de desplazamientos de ArcMap y las importamos a Excel. Para cada desplazamiento de una zona a otra, tenemos cuatro distancias diferentes, una para turismos, motocicletas y camiones, otra para autobuses, otra para metro/tranvía y, finalmente, otra para trenes. Esto se debe a que algunos comparten el mismo shapefile de distancias, ya que utilizan las mismas rutas, mientras que el resto utilizan rutas diferentes.

Sólo se necesita una distancia para cada desplazamiento de una zona a otra, ya que no se pueden asignar los porcentajes con las cuatro distancias diferentes, si no se alteraría el total de desplazamientos y, la suma total de los porcentajes para cada desplazamiento no sería exactamente el 100%, sino que sería un poco mayor o un poco menor. El procedimiento a seguir para obtener una sola distancia será aplicar una media ponderada según la relevancia de cada tipología de vehículo, por ello se calculará en base al “Total general” de la tabla x anterior, y los desplazamientos de bicicleta y a pie se repartirán a partes iguales entre los demás transportes. Habrá casos en los que habrá menos tipos de distancias para cada desplazamiento, ya que es posible que en esa zona no haya autobús o tren, por lo que las ponderaciones cambiarán si falta alguna distancia. En la siguiente tabla se muestran las ponderaciones para el caso en el que existen todas las distancias.

Turismos	Motocicletas	Camión/Furgoneta	Autobuses	Metro/Tranvía	Trenes
51,42%	7,71%	6,32%	16,58%	11,54%	6,43%

Tabla 9: Pesos a aplicar en la ponderación para el caso en el que existen todas las distancias. Fuente: Elaboración propia (2023)

Una vez calculadas las distancias, se procede a añadir los porcentajes correspondientes a cada tipología de vehículos según la distancia. Obtendríamos una tabla como la siguiente:

O-D	Dist_Coches	Dist_Motos	Dist_Camiones	Dist_Buses	Dist_Metro	Dist_Renfe	Dist_Media_Ponderada	Mov_Totales	%_Coches	%_Motos	%_Camiones	%_Buses	%_Metro	%_Trenes
1-2	2134,69441439000	2134,69441439000	2134,69441439000	3446,66101149000	4890,05145268000	0,00000000000	2722,49	427	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0
1-3	1333,90935572000	1333,90935572000	1333,90935572000	3370,33593283000	4845,84478457000	0,00000000000	2148,18	603	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0
1-4	1181,62754218000	1181,62754218000	1181,62754218000	4453,13261774000	4675,30734207000	0,00000000000	2214,21	268	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0
1-5	1150,11990594000	1150,11990594000	1150,11990594000	3243,94084689000	4834,35160454000	0,00000000000	1996,74	272	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0
1-6	2059,76055139000	2059,76055139000	2059,76055139000	744,23791982400	27,60654243050	17,83721473500	1475,96	520	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06
1-8	2028,37444919000	2028,37444919000	2028,37444919000	2381,50506493000	3581,46020479000	17,83721473500	2137,07	871	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06
1-9	1613,78347034000	1613,78347034000	1613,78347034000	2726,43007648000	3852,98026031000	17,83721473500	1954,23	961	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06
1-10	1932,41585805000	1932,41585805000	1932,41585805000	6548,80487518000	4432,73926404000	1285,34198522000	2944,92	38	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06
1-11	1947,03786870000	1947,03786870000	1947,03786870000	6523,05384423000	6021,04189113000	1313,13731856000	3135,32	22	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-13	2143,14111699000	2143,14111699000	2143,14111699000	3710,52093616000	4024,02515460000	7112,39945843000	2939,23	169	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06
1-14	3047,51425052000	3047,51425052000	3047,51425052000	2334,93354879000	0,00000000000	7112,39945843000	3267,77	184	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-15	2850,32734942000	2850,32734942000	2850,32734942000	4360,43347060000	0,00000000000	7112,39945843000	3507,67	597	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-17	3337,37104268000	3337,37104268000	3337,37104268000	5571,20411800000	0,00000000000	6797,65245253000	4061,42	86	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-18	2728,18597858000	2728,18597858000	2728,18597858000	9395,04993797000	0,00000000000	6625,47393315000	4327,79	104	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-22	2762,11070861000	2762,11070861000	2762,11070861000	3799,32202447000	5244,67481855000	1285,34198522000	3125,79	868	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-23	1558,48226085000	1558,48226085000	1558,48226085000	3946,48820027000	5613,38304981000	0,00000000000	2505,20	1544	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0
1-25	2182,37999758000	2182,37999758000	2182,37999758000	4466,19714508000	7943,63769719000	0,00000000000	3329,35	1358	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0
1-27	3605,79823453000	3605,79823453000	3605,79823453000	5818,98875976000	6982,00158505000	7149,99728069000	4590,05	307	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-28	3071,04647006000	3071,04647006000	3071,04647006000	5200,00336267000	7416,03197136000	0,00000000000	4008,69	97	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0
1-29	3541,42790660000	3541,42790660000	3541,42790660000	5467,06154001000	6920,37710937000	0,00000000000	4318,85	276	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0
1-35	3380,26506970000	3380,26506970000	3380,26506970000	5675,70365791000	8414,51944867000	0,00000000000	4436,06	47	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0
1-36	4312,50653625000	4312,50653625000	4312,50653625000	2910,23738567000	8871,82876814000	0,00000000000	4646,76	320	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0
1-39	4253,06523084000	4253,06523084000	4253,06523084000	3331,85316504000	9233,78276923000	0,00000000000	4727,31	426	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0
1-40	4668,62181011000	4668,62181011000	4668,62181011000	0,00000000000	3573,69787369000	0,00000000000	4479,28	1127	41,77	2,37	0,33	0	5,26	0
1-41	4187,21396355000	4187,21396355000	4187,21396355000	4005,14229956000	875,85028677000	17,83721473500	3507,09	400	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-43	3430,42142592000	3430,42142592000	3430,42142592000	2079,88888790000	1642,25200592000	17,83721473500	2780,95	144	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06
1-45	3901,24492758000	3901,24492758000	3901,24492758000	2712,66662590000	7953,83257250000	7112,39945843000	4378,10	89	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-46	4055,18643143000	4055,18643143000	4055,18643143000	11199,36795500000	2592,56071820000	17,83721473500	4811,73	26	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-48	3919,43377130000	3919,43377130000	3919,43377130000	3062,69468138000	7655,49421846000	12378,67037300000	4751,80	61	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-49	3280,53729869000	3280,53729869000	3280,53729869000	7645,52197806000	4237,65282185000	7112,39945843000	4360,86	43	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-50	4437,89542011000	4437,89542011000	4437,89542011000	7174,28513057000	7331,13047310000	12462,70225120000	5740,89	91	56,93	2,54	0,45	15,51	11,15	0,42
1-51	3960,03287006000	3960,03287006000	3960,03287006000	3989,06664174000	4649,65098361000	9445,85349057000	4396,72	380	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06
1-53	3716,31720982000	3716,31720982000	3716,31720982000	4567,06558353000	0,00000000000	6795,64326977000	4145,85	1000	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06

Tabla 10: Muestra las distancias ponderadas con los porcentajes de la tipología de vehículos según la distancia. Fuente: Elaboración propia (2023)

El siguiente paso consiste en calcular el total de movimientos según el modo de transporte en función de los porcentajes y los desplazamientos totales.

Dist_Media_Ponderada	Mov_Totales	%_Coches	%_Motos	%_Camiones	%_Buses	%_Metro	%_Trenes	Mov_Coches	Mov_Motos	Mov_Camiones	Mov_Buses	Mov_Metro	Mov_Renfe
2722,49	427	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0	98	5	1	27	5	0
2148,18	603	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0	139	6	1	38	7	0
2214,21	268	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0	62	3	0	17	3	0
1996,74	272	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0	63	3	0	17	3	0
1475,96	520	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06	120	6	1	33	6	0
2137,07	871	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06	200	9	2	55	10	1
1954,23	961	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06	221	10	2	61	11	1
2944,92	38	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06	9	0	0	2	0	0
3135,32	22	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	9	1	0	4	1	0
2939,23	169	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06	39	2	0	11	2	0
3267,77	184	41,77	2,37	0,33	19,64	0	0,06	77	4	1	36	0	0
3507,67	597	41,77	2,37	0,33	19,64	0	0,06	249	14	2	117	0	0
4061,42	86	41,77	2,37	0,33	19,64	0	0,06	36	2	0	17	0	0
4327,79	104	41,77	2,37	0,33	19,64	0	0,06	43	2	0	20	0	0
3125,79	868	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	363	21	3	170	46	1
2505,20	1544	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0	355	16	3	98	17	0
3329,35	1358	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0	567	32	4	267	71	0
4590,05	307	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	128	7	1	60	16	0
4008,69	97	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0	41	2	0	19	5	0
4318,85	276	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0	115	7	1	54	15	0
4436,06	47	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0	20	1	0	9	2	0
4646,76	320	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0	134	8	1	63	17	0
4727,31	426	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0	178	10	1	84	22	0
4479,28	1127	41,77	2,37	0,33	0	5,26	0	471	27	4	0	59	0
3507,09	400	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	167	9	1	79	21	0
2780,95	144	22,99	1,06	0,18	6,35	1,13	0,06	33	2	0	9	2	0
4378,10	89	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	37	2	0	17	5	0
4811,73	26	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	11	1	0	5	1	0
4751,80	61	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	25	1	0	12	3	0
4360,86	43	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	18	1	0	8	2	0
5740,89	91	56,93	2,54	0,45	15,51	11,15	0,42	52	2	0	14	10	0
4396,72	380	41,77	2,37	0,33	19,64	5,26	0,06	159	9	1	75	20	0
4145,85	1000	41,77	2,37	0,33	19,64	0	0,06	418	24	3	196	0	1

Tabla 11: Muestra los movimientos totales según el modo de transporte para cada desplazamiento. Fuente: Elaboración propia (2023)

Ya obtenidas el total de movimientos para todos los tipos de transporte, se incluyen en una nueva tabla con los factores de emisión para poder introducirlos en el programa Arcgis y continuar con el proceso. Se creará una tabla nueva para cada tipo de transporte que se añadirán a las capas que se crearán a continuación.

El siguiente paso se trata de obtener todas las distancias que se recorren por cada municipio, que luego nos permitirá obtener las emisiones por municipio. Para ello se emplea la capa con las zonas de transporte del plan PMoMe y las capas con las distancias según el modo de transporte. Primero, se utiliza la herramienta “Dissolve” de ArcMap para unir las zonas de transporte según el campo “municipio” de la tabla de atributos y formar los municipios. La zonificación obtenida es la siguiente:

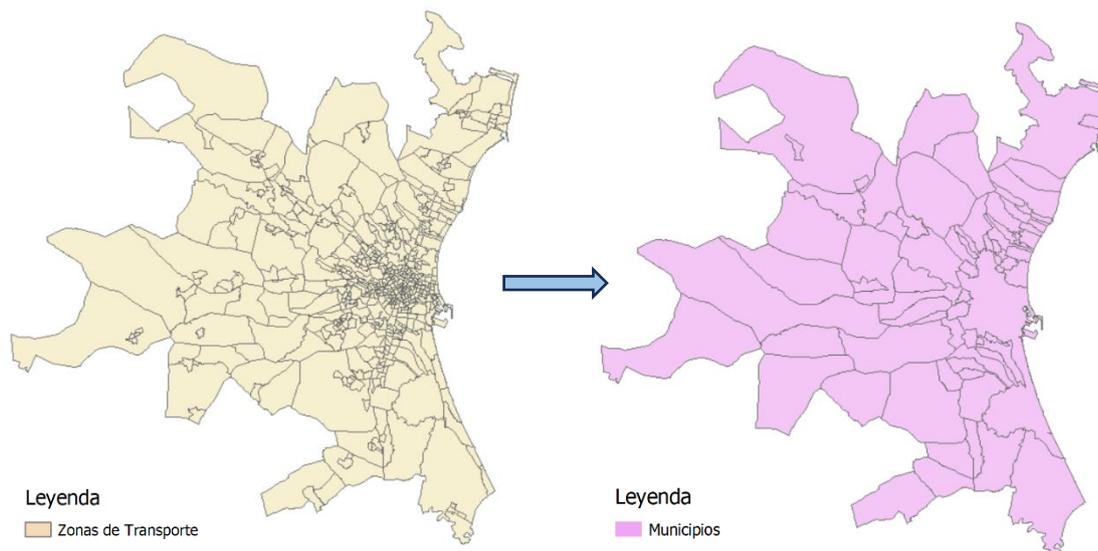


Figura 12: Aplicación de la herramienta “dissolve” en ArcGis. Fuente: Elaboración propia (2023)

Ya obtenidos los municipios, se procede a asignar a cada municipio todas las distancias que se recorren en su territorio. Utilizando la herramienta “Intersect” de ArcMap, permite asignar a los desplazamientos el municipio en el que se realiza, cortando por los límites de los municipios. Una vez aplicada la herramienta “Intersect” se obtendrán un mayor número de distancias por tipo de vehículo ya que los desplazamientos se han partido por los límites del municipio. En los turismos, motocicletas y camiones obtenemos más de 1.000.000 de distancias, en autobuses más de 600.000 distancias, en metro/tranvía más de 500.000 y en trenes más de 800.000.

A continuación, se realiza una “Union” entre las tablas con las distancias por municipio (resultado del “Intersect”) y las tablas con los movimientos totales por desplazamientos obtenidas anteriormente. Se exportan las tablas de atributos de las feature class para realizar los cálculos de las emisiones en Excel. A cada tipología de vehículo se le añaden los factores de emisión correspondientes, y ya se tienen todos los datos necesarios para el cálculo de las emisiones, que son: las distancias (m), número de movimientos por tipología de vehículos y los factores de emisión. La fórmula a aplicar a cada fragmento del desplazamiento es: “factor de emisión x nºde movimientos x distancia (m)/1000”, y así, obtenemos cuánto se ha emitido en cada fragmento del desplazamiento. Se divide entre 1000 ya que el factor de emisión se encuentra en g/km.

### 3.7. Objetivo específico 6: Obtención de las emisiones totales producidas en cada municipio

Por cada medio de transporte se suman todas las emisiones emitidas a la atmósfera para cada municipio y se obtiene unos resultados parecidos a la tabla siguiente. Cabe mencionar que cada emisión de la tabla se encuentra en kg.

Etiquetas de fila	CO <sub>2</sub> eq (kg)	CO (kg)	NO <sub>x</sub> (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
Alaquas	27924,58137	48,23852267	64,93582272	2,199925707	4,895909806
Albal	30025,1647	51,86719072	69,82051936	2,365411699	5,264196983
Albalat dels Sorells	17096,52109	29,5335106	39,75625093	1,346880619	2,997467506
Alboraya	58553,84158	101,1492627	136,1611058	4,612928679	10,26602052
Albuixech	16275,01853	28,11440003	37,84592882	1,282161802	2,853436583
Alcasser	23805,92399	41,12371783	55,35829668	1,875453873	4,173801352

Aldaia	46438,91502	80,22124399	107,989055	3,658502951	8,141956901
Alfajar	29530,33053	51,01238586	68,66983194	2,326428192	5,177439608
Alfara del Patriarca	7339,979993	12,67950221	17,0683898	0,578250798	1,286890525
Alginet	12120,48857	20,93762679	28,18498467	0,954863893	2,125038779
Alm?ssera	9715,316761	16,78279514	22,59199795	0,765382105	1,703349263
Almussafes	23882,08274	41,25527883	55,53539626	1,881453738	4,187153968
Betera	94761,36566	163,6962154	220,3580838	7,465392645	16,61414687
Benaguasil	8166,676815	14,10758571	18,99079062	0,643378749	1,431832105
Benetusser	14495,20244	25,03984365	33,70714441	1,141946157	2,541388256
Benifaio	15082,23067	26,05390988	35,07221985	1,188192809	2,644309669
Beniparrell	23777,62389	41,07483061	55,29248766	1,873224379	4,168839649
Benissano	7234,687328	12,49761365	16,82354224	0,569955719	1,268429994
Bonrepos i Mirambell	7466,124054	12,89741071	17,36172522	0,588188548	1,309006917
Buñol	2905,822643	5,019684608	6,757200101	0,228923539	0,509466743
Burjassot	87962,30735	151,9511323	204,5475533	6,929756237	15,42209393

*Tabla 12: Emisiones de turismos para cada municipio. Fuente: Elaboración propia (2023)*

Una función muy útil de Excel son las tablas dinámicas, permiten crear nuevas tablas a partir de los campos anteriores de una manera fácil y sencilla. Se unen todos los elementos de las seis tablas en una sola y se utiliza una tabla dinámica para obtener una tabla con los resultados de las emisiones totales. Lo obtenido son las emisiones totales en cada municipio.

Etiquetas de fila	CO <sub>2</sub> eq (kg)	CO (kg)	NO <sub>x</sub> (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
Alaquàs	43462,69533	97,24433022	165,3005039	4,509725163	7,067165067
Albal	40595,61676	91,17443225	135,231704	3,952429917	6,81359983
Albalat dels Sorells	27010,4774	56,9744412	102,6859841	2,923557134	4,30495481
Alboraya	108600,7427	227,5807394	452,6596894	12,17463416	16,57832124
Albuixech	35419,35571	69,49666214	162,1923325	3,933229376	5,193249897
Alcàsser	25813,26894	63,76082335	61,15562406	2,516584359	4,703085824
Puig de Santa Maria, el	81629,12983	167,5646984	334,8099467	8,647407285	12,72860748
Quart de Poblet	258071,7567	532,0623949	1078,410687	28,59153827	39,83061416
Turís	19000,16743	44,12413504	47,92469808	1,670422088	3,449151941
Valencia	3093706,514	6896,445534	14182,72468	371,9149873	466,6359707
Vilamarxant	21959,20272	43,16036727	106,1476431	2,524723376	3,215231331
Vinalesa	4550,99687	10,2398416	21,3341491	0,528080378	0,69293344
Xirivella	88177,38993	184,3468087	391,0213616	9,732737596	13,25014829
<b>Total general</b>	<b>7152602,445</b>	<b>15774,19897</b>	<b>29333,26183</b>	<b>810,8669214</b>	<b>1122,205939</b>

*Tabla 13: Emisiones totales según los contaminantes para algunos de los municipios. Fuente: Elaboración propia (2023)*

Ya se han obtenido una parte de los resultados que son las emisiones totales por municipios, que se analizarán más tarde en el apartado de análisis de los resultados. El siguiente paso se trata de obtener las emisiones derivadas de los municipios.

### 3.8. Objetivo específico 7: Obtención de las emisiones totales producidas en cada núcleo urbano

Para el cálculo de las emisiones para los núcleos urbanos del área metropolitana de Valencia se ha seguido el siguiente proceso. Se calculan únicamente las emisiones que tienen relevancia a una región tan pequeña como son las ciudades y pueblos. Sólo se cuantificarán los gases que afectan a la calidad del aire, que presenten algún riesgo para la salud de los ciudadanos, es decir, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y PM.

En primer lugar, se ha necesitado establecer unas áreas de influencia alrededor de los núcleos urbanos para el cálculo de los contaminantes que afectan a la calidad del aire. Esta área se ha definido en función de cómo afectan las emisiones en la salud de las personas. El Health Effects Institute de Boston, Estados Unidos, hizo una revisión de más de 700 estudios de todo el mundo, analizando los efectos de la contaminación del tráfico sobre la salud. Estos efectos nocivos sobre la salud ya se han comentado anteriormente en la descripción de los contaminantes. Concluyeron que el área más afectada fue aproximadamente de 300 a 500 alrededor de las carreteras, por lo que para este proyecto se ha definido un área alrededor de los núcleos urbanos de 300 metros, abarcando así todas las zonas en las que la población sufre los perjuicios de los contaminantes.

Partimos del archivo en formato geopackage que contiene todos los núcleos urbanos de la Comunidad Valenciana. Este archivo contiene varias capas y tablas, de las cuáles solo se necesita la capa con los núcleos urbanos.

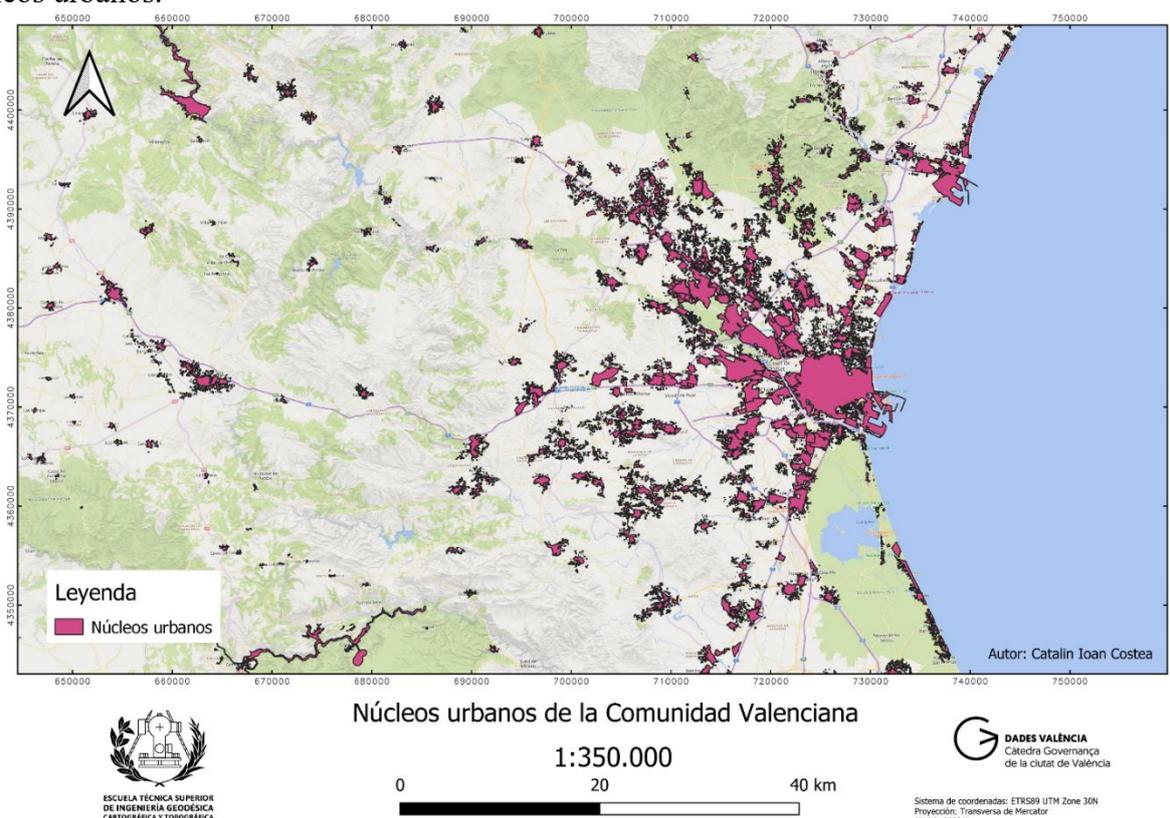


Figura 13: Mapa de núcleos urbano de la Comunidad Valenciana. Fuente: Elaboración propia (2023)

Se hace una intersección con la zonificación del proyecto para obtener únicamente las poblaciones que se encuentran en el AM de Valencia.

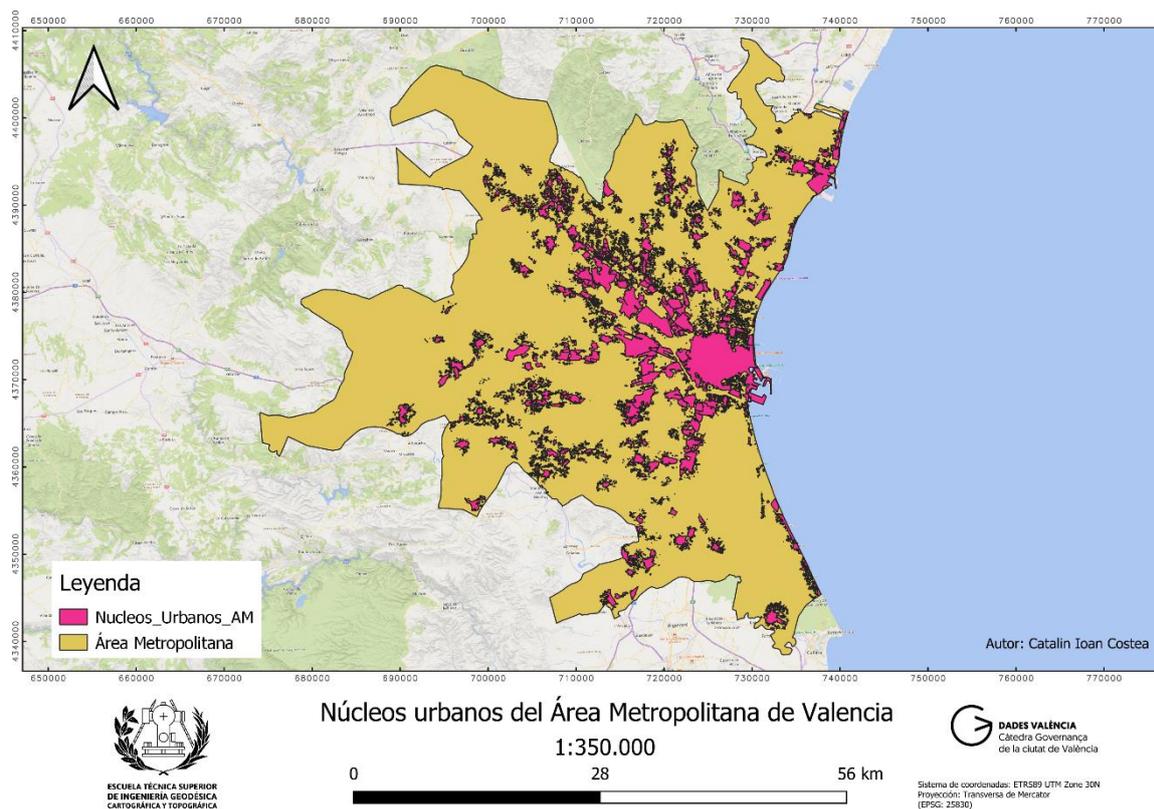


Figura 14: Resultado de la aplicación de la herramienta “intersect” de ArcGis.  
Fuente: Elaboración propia (2023)

Una vez ya obtenidos todos los municipios para el estudio se procede a trazar las áreas de influencia, para ello se emplea la herramienta “Buffer” y se le proporciona una distancia de 300 metros.

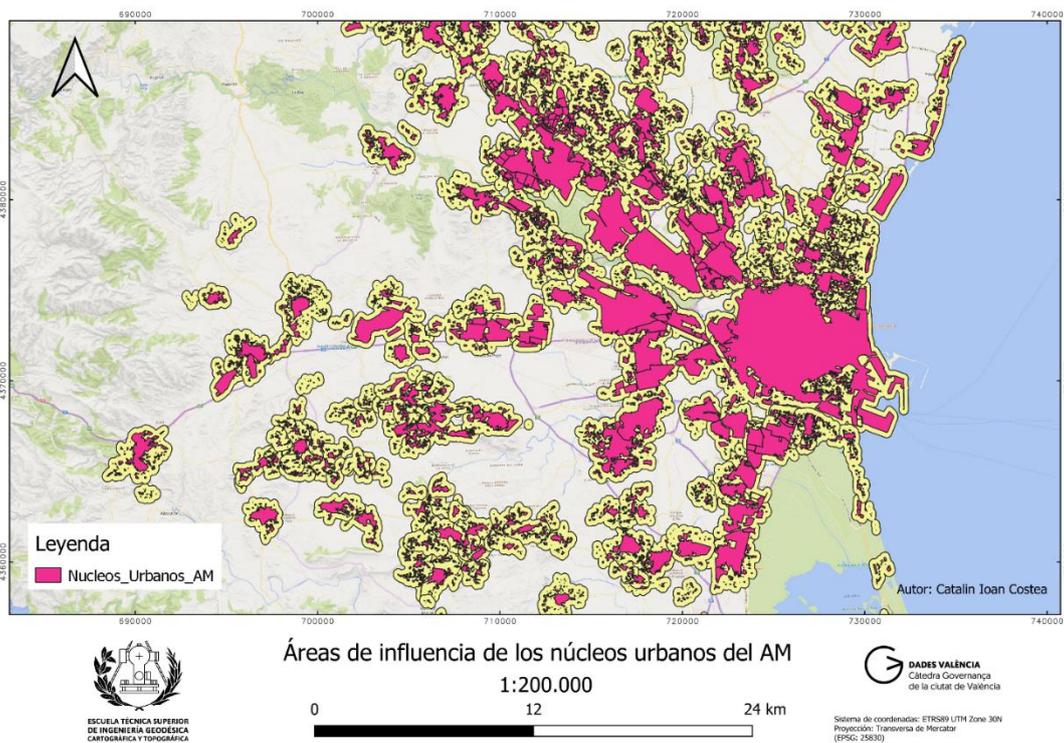


Figura 15: Obtención de las áreas de influencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

Etiquetas de fila	CO (kg)	NOx (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
Alaquàs	158,5714821	271,2801738	7,380346029	11,5122736
Albal	92,81980783	135,4074545	3,996991306	7,005243843
Albalat dels Sorells	67,21049592	113,8601909	3,403303899	5,087997304
Alborache	0,033574945	0,032249731	0,0011885	0,002539138
Alboraia/Alboraya	139,3191188	231,2823708	7,070743422	9,90036653
Albuixech	7,13001349	6,925670645	0,253667507	0,53724408
Alcàsser	59,66929206	60,29854082	2,095722921	4,09008099
Aldaia	159,5386885	333,1602725	8,301654764	11,26613313
Alfafar	230,69516	459,8280405	11,64101367	16,07143613
Alfara del Patriarca	31,83721856	29,65235817	1,40897728	2,257909413
Alfinach	4,677850232	4,170996655	0,157824012	0,333307556
Alginet	28,70540238	43,36743259	1,482888635	2,231330524
Almardà	6,998715877	7,048025631	0,236563118	0,420882694

Las zonas de influencia obtenidas son de todos los núcleos urbanos del área, incluidas las urbanizaciones. Se puede observar que muchas de las áreas de influencia están solapadas, ya que muchos de los núcleos urbanos se encuentran muy próximos. No supone ningún problema para el estudio que esto suceda, ya que en ningún momento se sumarán las emisiones por cada ciudad para obtener las emisiones totales, si no se obtendría un valor irreal debido a la superposición de las zonas de influencia. Únicamente se cuantifica para cada núcleo urbano los gases que tienen influencia en su entorno.

El paso siguiente se trata de realizar un “Intersect” con las distancias medias entre las zonas de transporte, de la misma manera que se ha hecho para los municipios. Una vez realizado esto para cada uno de los diferentes medios de transporte, se exportan todas las tablas de atributos a Excel para continuar con el proceso de cálculo de las emisiones totales. Para el cálculo y cuantificación de las emisiones se ha seguido la misma fórmula que en los municipios:  $\text{factor de emisión (g/km)} * \text{distancia (km)} * \text{n}^\circ \text{ de movimientos}$ . Aplicar la fórmula para todos los tipos de transportes y realizar la suma total de todas las emisiones. Los resultados obtenidos son los siguientes:

*Tabla 14: Muestra las emisiones totales según los tipos de contaminantes para algunos núcleos urbanos. Fuente: Elaboración propia (2023)*

Se han añadido solo algunos resultados ya que si no tendría más de 300 elementos y serían demasiados. Se puede observar que para algunas ciudades como Alaquàs o Alfafar las emisiones son mayores que las del propio municipio. Esto se produce cuando los núcleos urbanos cubren en su totalidad o casi la superficie del municipio, y cuando se traza el área de influencia, ésta ocupa más allá de los límites del municipio. Por lo que, recoge también las distancias de fuera del municipio para el cálculo de las emisiones, con lo que las emisiones son mayores. Como se ha comentado antes, esto no supone ningún problema para el estudio, ya que se tiene en cuenta la cantidad de contaminantes presentes en el aire del núcleo urbano y no la cantidad de contaminantes que se emiten. Si se sumaran todas las emisiones producidas en las áreas de influencia, se obtendría un número superior a las emisiones de los municipios y no tendría sentido. Por ello, nunca se calculan las emisiones que se emiten por cada núcleo urbano, sino las emisiones que se emiten dentro del área de influencia y están presentes en el aire, pudiendo estar esas mismas emisiones en el núcleo urbano contiguo ya que comparten en algunas partes ésta zona de influencia.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Resultados del Objetivo general 1

El análisis de los resultados se realizará por partes, en primer lugar, se comentarán las emisiones de cada municipio (objetivo general 1), luego las emisiones inducidas de unos municipios a otros (objetivo general 3), las emisiones de gases que afectan a la calidad del aire para los núcleos urbanos (objetivo general 2) y, por último, analizar el método empleado.

Para el análisis de las emisiones de cada municipio, se comentarán solo algunos de los municipios, ya que son demasiados. Se analizarán los 3 municipios que más contaminantes produce, luego 3 municipios que estén a mitad de tabla, y 3 que estén a final de tabla.

Estos son los municipios que más contaminan del área municipal de Valencia. El primer municipio de la lista, Valencia, contamina hasta casi 7 veces más que el segundo de la lista, Paterna.

Municipio	CO <sub>2</sub> (kg)	CO (kg)	NO <sub>x</sub> (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
Valencia	3093706,51	6896,4455	14182,7247	371,915	466,636
Paterna	445594,523	939,3258	1902,8216	51,7385	68,4659
Quart de Poblet	258071,757	532,0624	1078,4107	28,5915	39,8306
Torrent	213150,247	522,6848	608,1731	23,1309	37,1491

Tabla 15: Los 4 municipios que más emisiones producen. Fuente: Elaboración propia (2023)

Una manera para comprobar que los resultados sean correctos es comparándolos con los inventarios de emisiones de la Comunidad Valenciana. Se trata de una serie de informes que cuantifican las emisiones de gases de efecto (GEI) para todos los municipios de la comunidad autónoma. Estos informes cuantifican el CO<sub>2</sub> equivalente para los municipios en un periodo de un año, diferenciando los resultados por sectores (energía (sin transporte), transporte, procesos industriales y uso de productos, agricultura, residuos y forestal).

Según, el inventario, el sector del transporte en Valencia emitió un total de 1.395.653,52 toneladas de CO<sub>2</sub>. Para poder realizar la comparación con los resultados de este proyecto se han de restar las emisiones de los aviones, la navegación marítima y fluvial, tractores y maquinarias, y el transporte por tuberías, ya que éstas no se han contemplado en el estudio. El resultado final del inventario, para realizar la comparación, es de 1.145.550,19 t (CO<sub>2</sub>). Las emisiones de este trabajo se encuentran en el periodo de un día, por lo que, multiplicamos por 365 para obtener una aproximación para un periodo de un año. Se obtiene un total de 1.129.202,878 t CO<sub>2</sub> equivalente para un año, resultado que se asemeja bastante al del inventario, encontrándose en un orden de magnitud adecuado.

El segundo municipio que más contaminantes emite a la atmósfera se trata de Paterna con 445.594,523 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. En el inventario las emisiones son de 144.077,02 t CO<sub>2</sub> equivalente que, restando las emisiones de los transportes no contemplados en el trabajo, queda 113.631,59 t CO<sub>2</sub>.

Se multiplica por 365 las emisiones obtenidas en el estudio y se obtiene un total de 162.642 t CO<sub>2</sub>. El resultado de las emisiones se aleja un poco más que en el caso de Valencia, pero el orden de magnitud del resultado es adecuado. Esta diferencia se debe a que se han empleado metodologías diferentes, mientras que el inventario es un estudio para el periodo de un año, este proyecto está realizado para el periodo de un día. Aunque se haya multiplicado por 365 las emisiones obtenidas en un día, esto sólo sirve para comprobar la magnitud del resultado y no su precisión, ya que en el estudio de los

inventarios se utiliza la metodología SITE (Sistema de Información Territorial de Emisiones) en la que influyen muchas más variables.

La siguiente tabla mostrará la comparación de las emisiones para todos los municipios, comparándolos con los inventarios de la Comunidad Valenciana.

Municipio	CO <sub>2</sub> (t) inventario	CO <sub>2</sub> (t) estudio	Diferencia	Diferencia (%)
Paterna	113631,59	162642,0009	-49010,4109	-43,1309734
Quart de Poblet	45583,64	94196,1912	-48612,5512	-106,6447331
San Antonio de Benagéber	12768,07	33396,61075	-20628,5408	-161,5634998
Aldaia	54130,69	31442,59858	22688,0914	41,91354557
el Puig de Santa María	15598,66	29794,63238	-14195,9724	-91,00764025
Catarroja	42240,41	21614,11711	20626,2929	48,83071185
Moncada	36062,78	19991,95681	16070,8232	44,56346181
Sueca	44977,18	17775,39408	27201,7859	60,47908278
l'Elia	28136,05	16428,89827	11707,1517	41,60908062
Paiporta	39101,39	16204,03944	22897,3506	58,55891712
Alaquas	47476,13	15863,88378	31612,2462	66,58555829
Albal	29262,27	14817,40013	14444,8699	49,36346315
Albuixech	8083,62	12928,06483	-4844,44483	-59,92915093
Almussafes	22374,34	11489,68082	10884,6592	48,64795644
Massamagrell	23271,04	10588,95868	12682,0813	54,49726922
Albalar dels Sorells	6344,94	9858,824251	-3513,88425	-55,38089014
Llíria	40837,88	9806,075108	31031,8049	75,98779587
Alcàsser	18835,74	9421,843149	9413,89685	49,97890633
Tavernes Blanques	28835,23	9034,085764	19801,1442	68,66997155
Benetússer	20574,97	8640,551962	11934,418	58,00454649
Vilamarxant	16233,58	8015,108986	8218,47101	50,62636223
Benifaió	22278,12	7822,338579	14455,7814	64,88779763
Benaguasil	19740,55	7678,342356	12062,2076	61,10370605
Turís	12469,58	6935,061101	5534,5189	44,38416449
Alginet	26963,52	5662,629345	21300,8907	78,99892394
Almàssera	10544,97	5619,487477	4925,48252	46,70930807
Carlet	30722,91	4875,718874	25847,1911	84,1300226
Buñol	16752,11	4820,982488	11931,1275	71,22164021
Rocafort	10116,58	4066,787076	6049,79292	59,80077184
Canet d'En Berenguer	9156,1	3505,761308	5650,33869	61,71119464
Benrepós i Mirambell	5875,63	3166,155635	2709,47437	46,11376763
Alfara del Patriarca	5055,22	2889,624116	2165,59588	42,83880591
Vinalesa	6543,91	1661,113869	4882,79613	74,61588151
Rafelbunyol	14514,46	1603,660131	12910,7999	88,95129319
Domeño	1614,23	190,0615225	1424,16848	88,225871
Emperador	1024,46	26,0374575	998,422543	97,45842127
<b>TOTAL</b>	<b>2984630,16</b>	<b>2610699,892</b>	<b>373930,268</b>	<b>0,001252853</b>

*Tabla 16: Diferencia de emisiones de los municipios comparando el Inventario de emisiones con los resultados obtenidos en el proyecto. Fuente: Elaboración propia (2023)*

En la tabla anterior se han mostrado solamente aquellos municipios que varían más de un 40% respecto a las emisiones del inventario. Aunque en muchos municipios la diferencia de resultados varía, las emisiones totales son bastante parecidas. Estas diferencias entre los resultados se deben a las diferentes metodologías empleadas en ambos estudios. El enfoque de este trabajo está basado en kilómetros recorridos dentro del municipio, mientras que los inventarios de la CV se calculan en base a la cantidad de vehículos matriculados en el municipio y por tanto se estiman las emisiones derivadas sea dentro o fuera del municipio, es decir, se tratan de las emisiones de los vehículos del municipio. Este proyecto se basa en el cálculo de las distancias recorridas dentro de unas áreas geográficas, mientras que los inventarios no. Esto explica las diferencias de emisiones.

El enfoque utilizado en este proyecto es más preciso, ya que calcula las emisiones a nivel de desplazamiento, empleando las distancias más probables de unas zonas a otras, comprobadas con Google Maps. Mientras que en los inventarios se emplean unas distancias medias recorridas por tipología de vehículo. Otro aspecto importante se trata de que la metodología ofrece una mayor resolución espacial, pudiendo saber dónde se producen las emisiones, si bien, para gases de efecto invernadero no es tan importante ya afectan a nivel global, si que es importante para los gases que afectan a la calidad del aire, ya que son los que afectan a un área local. Gracias a esto se puede saber qué zonas son las que tienen el aire más contaminado, datos clave para poder mitigar y mejorar la calidad del aire en las zonas con mayor exposición de la población.

A continuación, se va a mostrar un ejemplo que apoya el enfoque de esta metodología y los resultados obtenidos. En la siguiente imagen, en color azul están representados los municipios que deberían tener más emisiones y, en rojo, los municipios que tienen un exceso de emisiones en comparación con el inventario. Muchos de los municipios en azul se encuentran en los límites del AM, y al no contemplarse los movimientos de fuera del AM, es entendible que cuantifiquen menos emisiones de las que son en realidad. De los municipios que están en rojo, Paterna, San Antonio de Benagéber y Quart de Poblet tienen más emisiones que las previstas en el Inventario. Esto se debe a que por San Antonio de Benagéber pasa la CV-35, principal vía de comunicación que conecta los municipios del noroeste del AM con la ciudad de Valencia, y es normal que por esa zona pasen una gran cantidad de vehículos, muchos más que los matriculados en el municipio. El mismo caso ocurre con Paterna, que por ella pasa la CV-35 y, además, la AP-7. En el caso de Quart de Poblet, la A-3 atraviesa el municipio de un extremo a otro. Se trata de la autovía que conecta Madrid con Valencia, que comienza en Buñol dentro del AM y llega hasta Valencia, considerándose como la principal conexión de los municipios del Oeste del AM con la ciudad núcleo, Valencia.

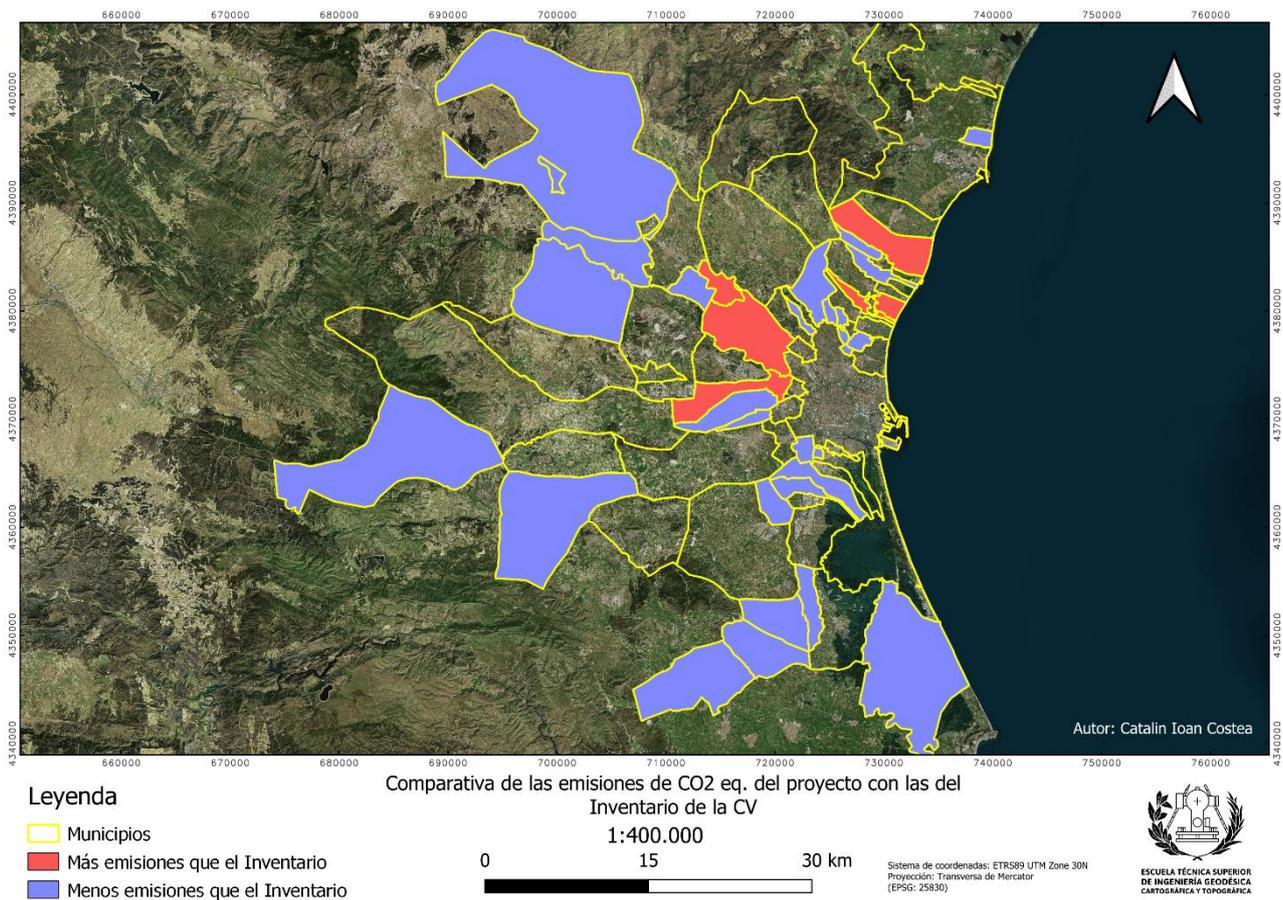


Figura 16: Comparación de los resultados de las emisiones. Fuente: Elaboración propia (2023)

A continuación, se va a realizar una comparación de los municipios que más contaminantes emiten a la atmósfera del AM con otros municipios de características similares de España.

En el siguiente mapa se muestran las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, NO<sub>x</sub> y PM de los municipios del AM en el periodo de un día. Se observa que existen 4 municipios que contaminan entre 200 y 500 t de CO<sub>2</sub> eq, y luego se encuentra Valencia, con una diferencia enorme respecto al resto de municipios, llegando a emitir más de 3.000 toneladas al día. Lo mismo sucede con los contaminantes NO<sub>x</sub> y PM, Valencia supera con creces a los demás municipios con una gran diferencia.

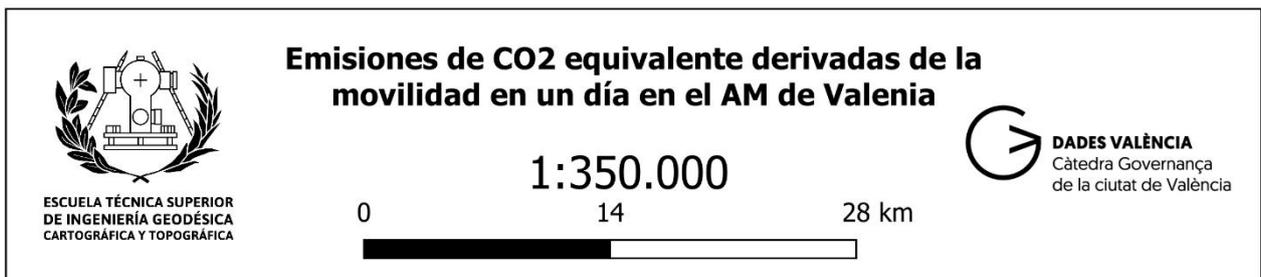
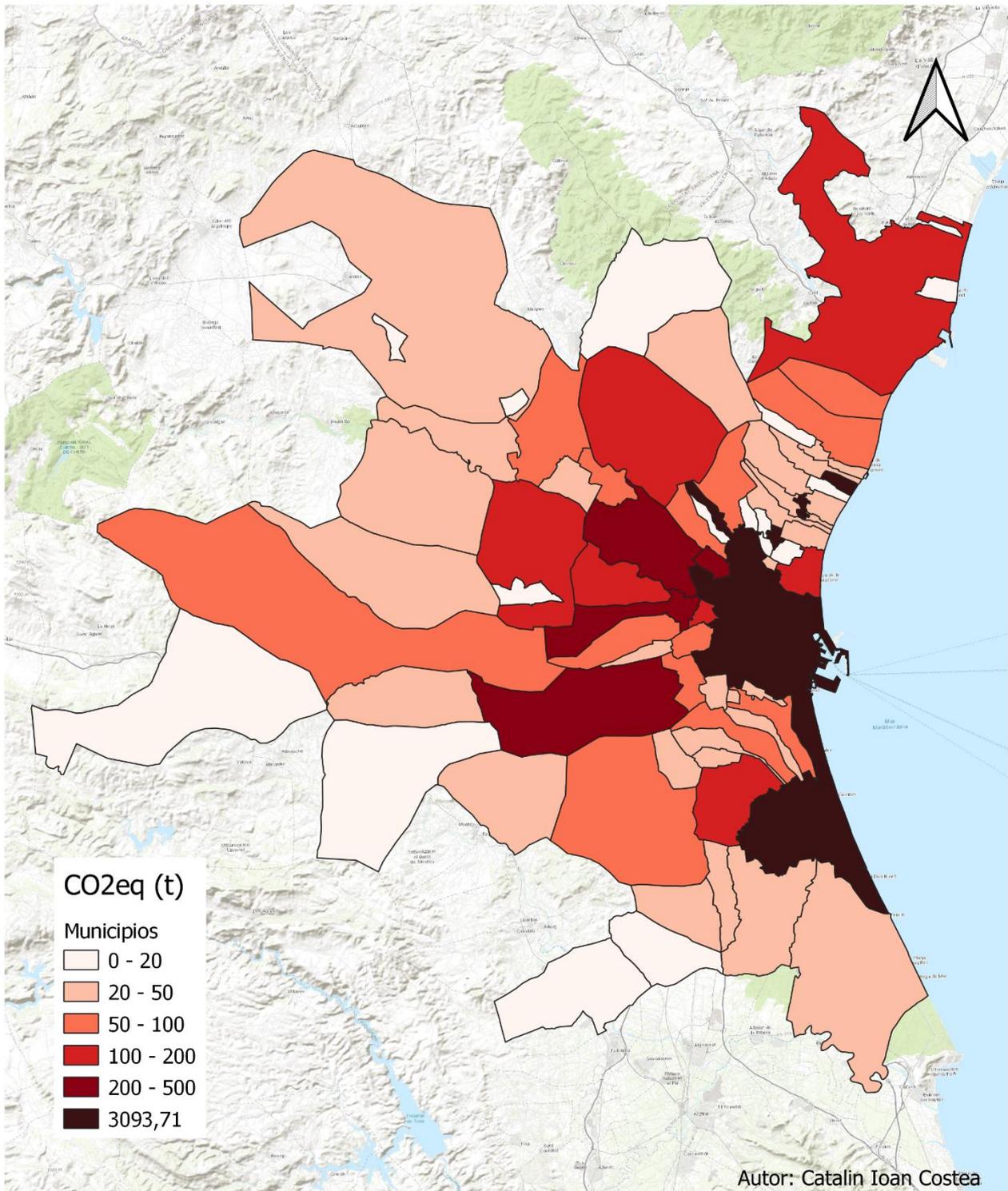


Figura 17: Mapa de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente derivadas de la movilidad en un día en el AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

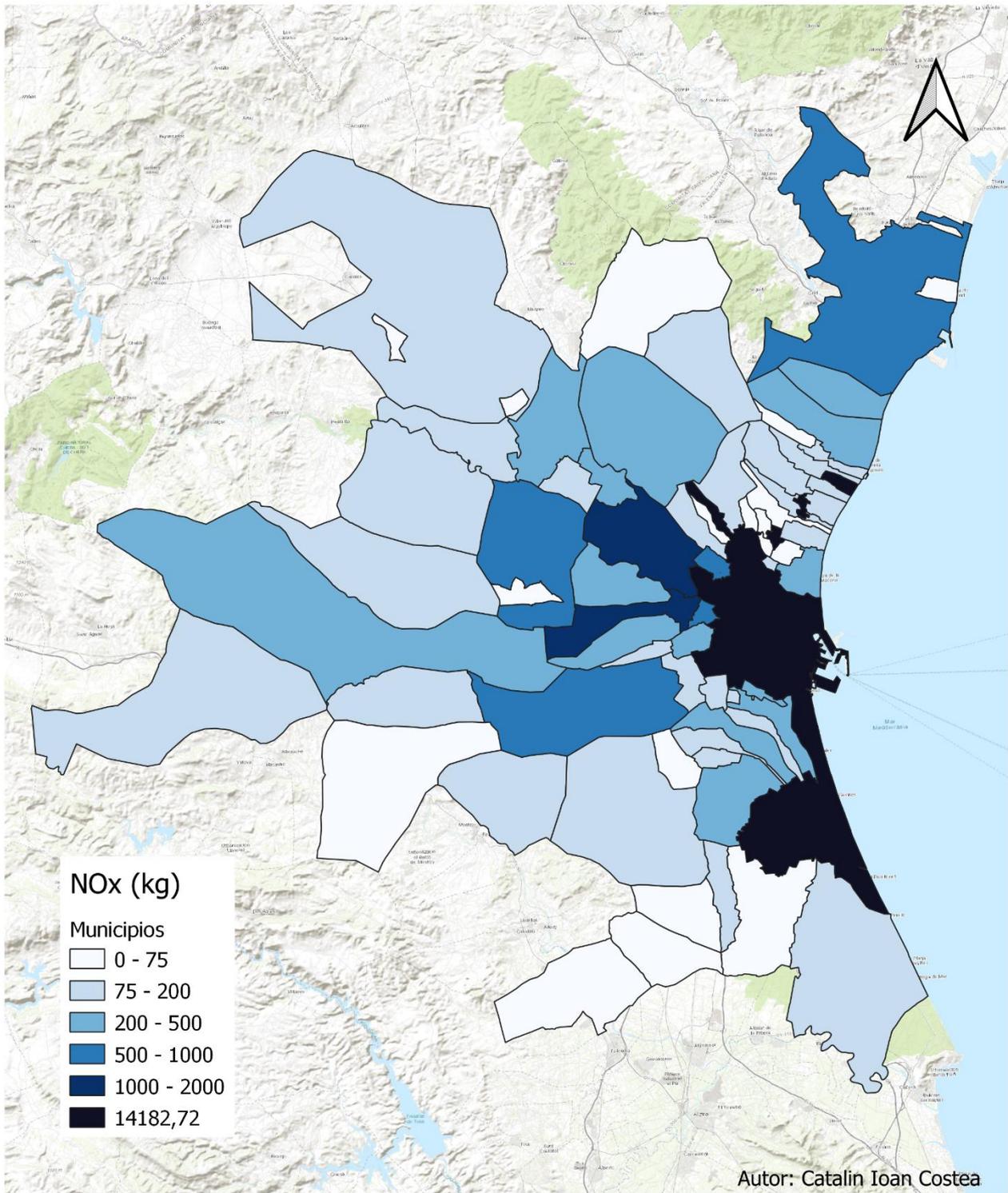


Figura 18: Mapa de emisiones de NOx equivalente derivadas de la movilidad en un día en el AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

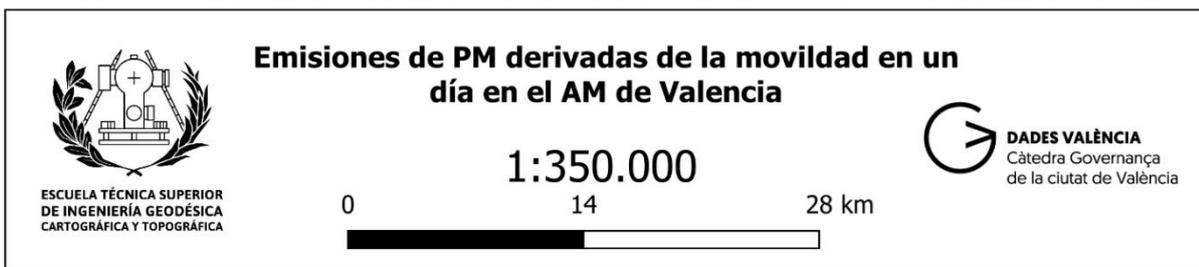
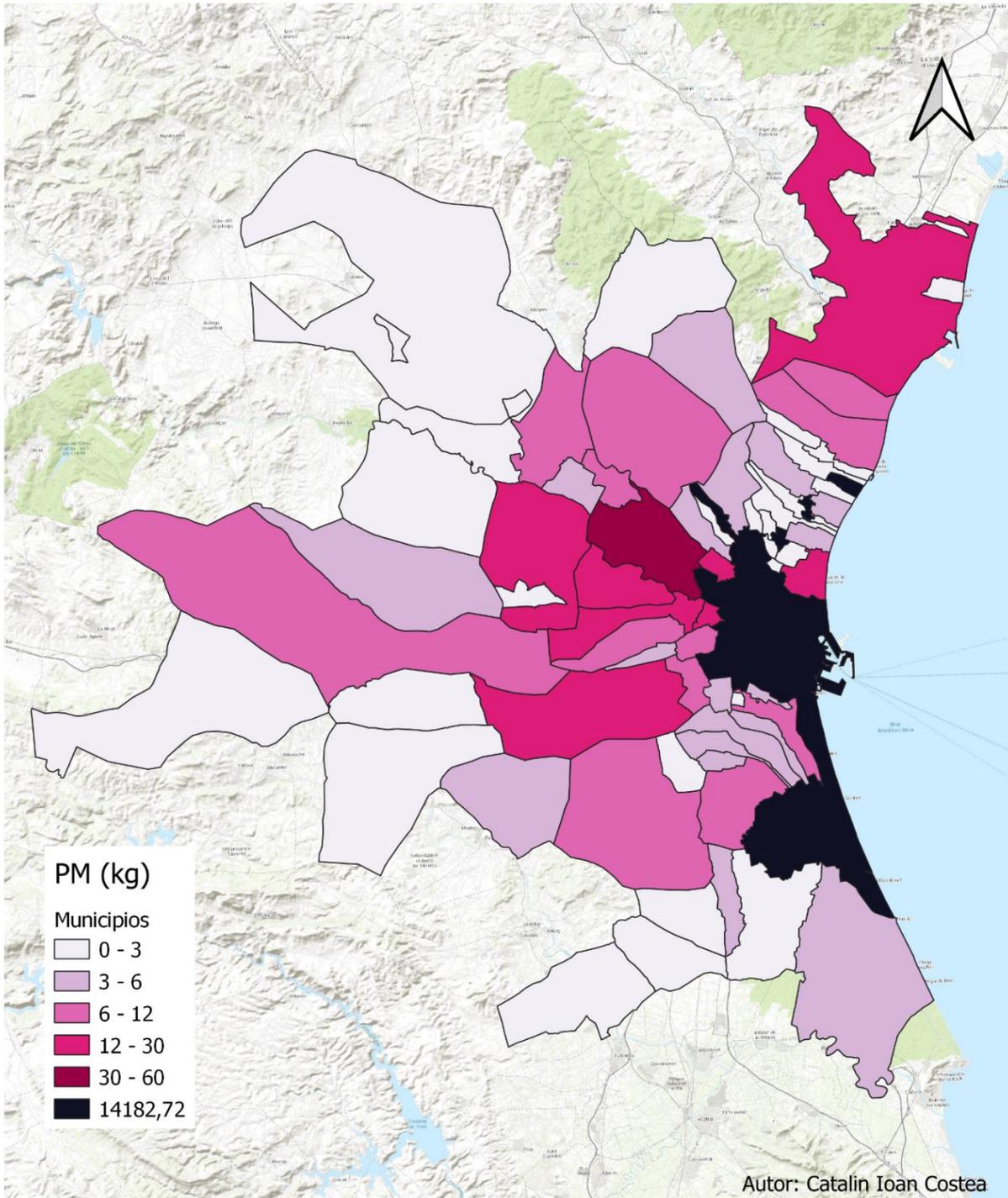


Figura 19: Mapa de emisiones de PM equivalente derivadas de la movilidad en un día en el AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

## 4.2. Resultados del Objetivo general 2

Como se ha mencionado anteriormente, las emisiones calculadas en este apartado son las emisiones que se producen en las áreas de influencia de los municipios. Se trata de las emisiones que pueden llegar a ser perjudiciales para la salud de las personas. Estas emisiones calculadas no se han de considerar como que son las que se producen en cada área de influencia ya que hay muchas que se solapan, sino que se han de considerar como las emisiones que tienen influencia en dichos núcleos urbanos. Además, hay algunos núcleos urbanos que tienen calculados más emisiones que el propio municipio. Como ya se ha explicado antes, se debe a que los núcleos urbanos ocupan casi la totalidad del municipio, y al trazar los 300 m de área de influencia, se genera un polígono mayor al de propio municipio con lo que abarca más distancias y, las emisiones son mayores. Por ello, en ningún momento se ha de considerar que el núcleo urbano es el que emite los contaminantes, sino que se ha de interpretar como que en dichas localidades tantas cantidades de contaminantes tienen influencia en la salud de las personas.

A continuación, se muestran algunos núcleos urbanos con las emisiones que se encuentran en las áreas de influencia que influyen en la calidad del aire de la localidad.

Etiquetas de fila	CO (kg)	NOx (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
Alaquàs	158,5714821	271,2801738	7,380346029	11,5122736
Albal	92,81980783	135,4074545	3,996991306	7,005243843
Albalat dels Sorells	67,21049592	113,8601909	3,403303899	5,087997304
Alborache	0,033574945	0,032249731	0,0011885	0,002539138
Alboraia/Alboraya	139,3191188	231,2823708	7,070743422	9,90036653
Albuixech	7,13001349	6,925670645	0,253667507	0,53724408
Alcàsser	59,66929206	60,29854082	2,095722921	4,09008099
Aldaia	159,5386885	333,1602725	8,301654764	11,26613313
Alfajar	230,69516	459,8280405	11,64101367	16,07143613
Alfara del Patriarca	31,83721856	29,65235817	1,40897728	2,257909413
Alfinach	4,677850232	4,170996655	0,157824012	0,333307556
Alginet	28,70540238	43,36743259	1,482888635	2,231330524

Tabla 17: Emisiones de contaminantes atmosféricos que afectan a la calidad del aire por municipios. Fuente: Elaboración propia (2023)

Estos resultados servirán para otros estudios y proyectos para estudiar cómo afecta la cantidad de contaminantes en el ambiente en la salud de las personas, y las decisiones que pueden tomarse para mejorar la situación. La tabla completa se mostrará en los anejos.

## 4.3. Resultados del Objetivo general 3

Una gran ventaja que ofrece la metodología es el origen del desplazamiento. Gracias a los orígenes de todos los desplazamientos, se puede calcular las emisiones inducidas de unos municipios a otros. Las emisiones inducidas se calculan durante todo el trayecto del desplazamiento, es decir, un desplazamiento que tiene origen en Buñol y, el destino es Valencia, las emisiones inducidas de Buñol se cuantifican en cada uno de los municipios que atraviesa. De esta manera se han calculado todas las inducciones. La tabla que hay a continuación, muestra los municipios que más contaminantes inducen al resto de municipios:

Municipios	CO <sub>2</sub> eq (kg)	CO (kg)	NO <sub>x</sub> (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
<b>Valencia</b>	2692598,63	6051,5336	12096,5233	318,1662	411,1001
<b>Paterna</b>	336563,358	748,0364	1382,2971	38,6362	52,7961
<b>Sagunto/Sagunt</b>	262913,045	571,8705	1030,7601	27,6055	42,1808
<b>Burjassot</b>	212438,81	437,8275	971,0414	25,1794	31,5991
<b>Riba-roja de Túrria</b>	211019,502	414,8161	878,2076	24,2089	32,1433
<b>Torrent</b>	211017,84	548,2636	576,6409	22,1773	37,661
<b>Alboraya</b>	161250,097	331,6159	704,7486	18,3944	24,4279

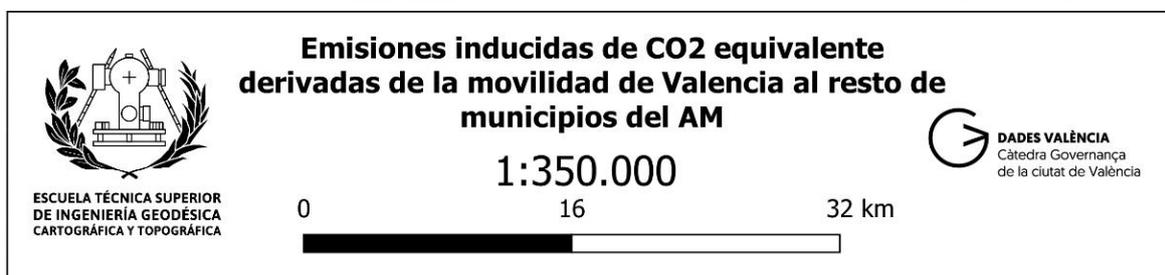
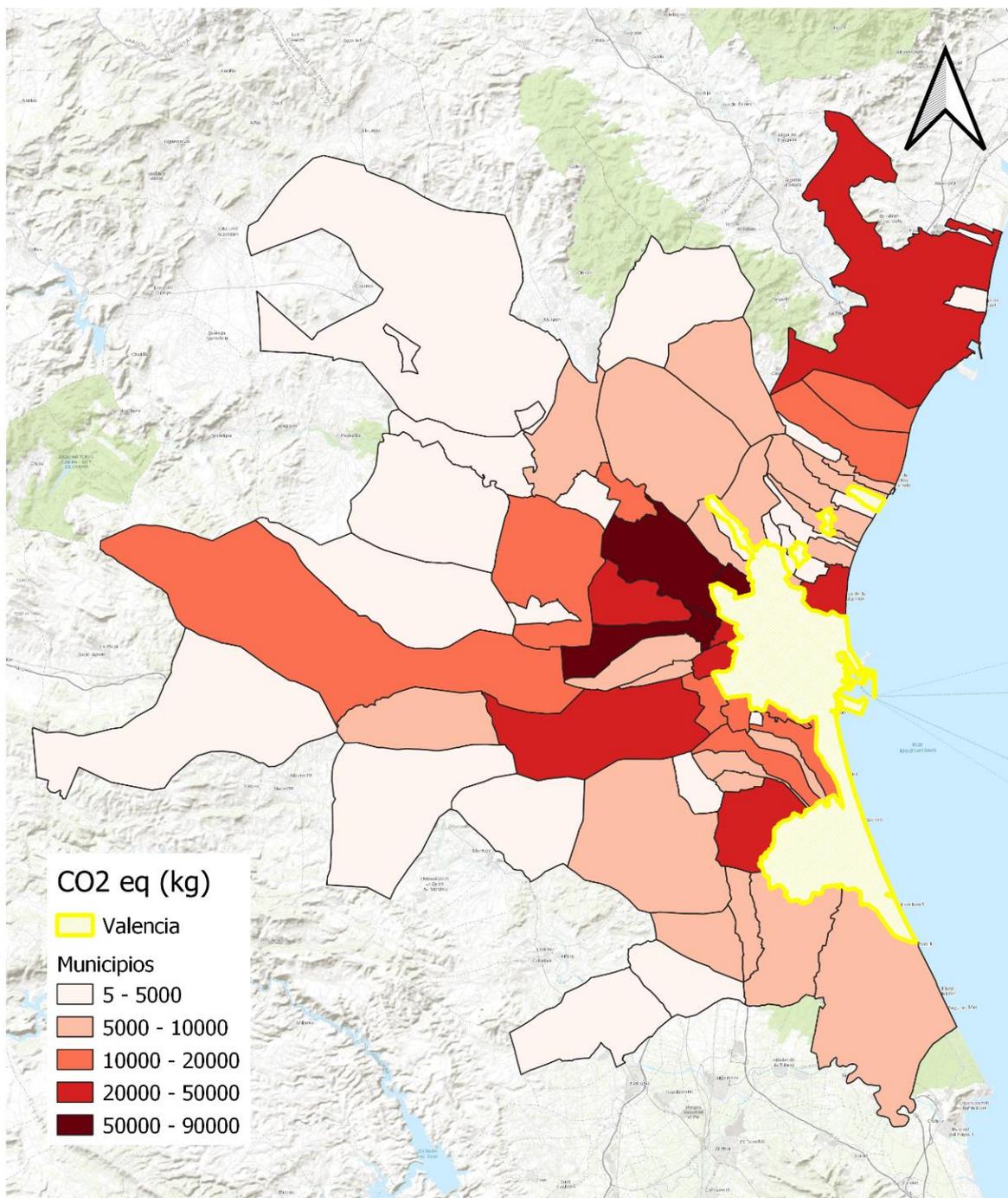
Tabla 18: Emisiones inducidas por algunos de los municipios del AM de Valencia.  
Fuente: Elaboración propia (2023)

Esta tabla refleja las emisiones que genera en otros municipios y, a sí mismo, ya que se consideran las emisiones desde el origen. En los anejos se encuentra la tabla completa. Por otro lado, también obtenemos por cada municipio la cantidad de emisiones que induce en cada otro municipio:

Inducciones de Valencia	CO <sub>2</sub> eq (kg)	CO (kg)	NO <sub>x</sub> (kg)	PM (kg)	SO <sub>2</sub> (kg)
<b>Alaquás</b>	9716,450583	20,44955377	41,92806365	1,06060277	1,497077946
<b>Albal</b>	7104,339698	16,20836228	20,36032801	0,651253142	1,24113769
<b>Albalat dels Sorells</b>	7007,514486	15,23389146	24,33966877	0,733067757	1,15326052
<b>Alboraya</b>	23273,04618	51,31693352	86,23531345	2,561147703	3,710907429
<b>Albuixech</b>	6820,80749	14,24608859	23,31101175	0,660646107	1,116329578
<b>Alcásser</b>	2388,889102	6,031799616	5,525438227	0,251386517	0,435033188
<b>Aldaia</b>	9517,615294	21,01584197	34,07122604	0,94945029	1,530352667
<b>Alfarras</b>	13293,50335	31,23936255	51,42891473	1,410817807	2,179463322
<b>Quart de Poblet</b>	57732,94338	118,3196064	252,5976625	6,455603809	8,792761202
<b>Rafelbunyol</b>	552,5436122	1,584516458	1,290077166	0,062377871	0,103770122
<b>Turís</b>	1439,135578	3,354349747	3,477093843	0,124790737	0,263874456
<b>Valencia</b>	1929891,4	4405,217792	9219,851458	235,9301334	288,4242812
<b>Vilamarxant</b>	857,6709457	2,013323913	2,015719604	0,073823448	0,15833809
<b>Vinalsa</b>	1107,503369	2,2534015	6,077539215	0,137646234	0,153361636
<b>Xirivella</b>	26838,04748	52,94009429	142,7802845	3,252392429	3,706688194
<b>Total general</b>	<b>2692598,625</b>	<b>6051,533608</b>	<b>12096,52325</b>	<b>318,1661696</b>	<b>411,1000512</b>

Tabla 19: Emisiones inducidas por Valencia a otros municipios. Fuente: Elaboración propia (2023)

Esta tabla muestra algunas de las emisiones que induce Valencia a otros municipios. La tabla completa se encuentra en los anejos junto a las demás tablas de los demás municipios. A continuación, se mostrará un mapa con las inducciones que produce Valencia a los demás municipios, y otro mapa con las inducciones de otros municipios sobre Valencia.



*Figura 20: Mapa de emisiones inducidas de CO2 equivalente en un día de Valencia sobre otros municipios del AM. Fuente: Elaboración propia (2023)*

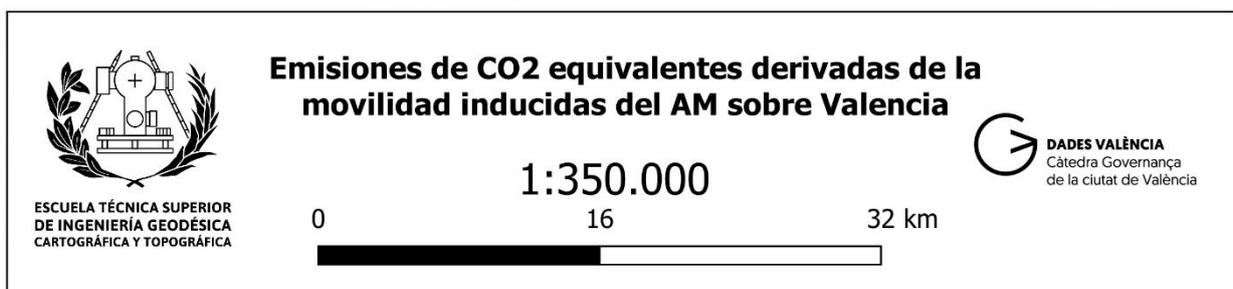
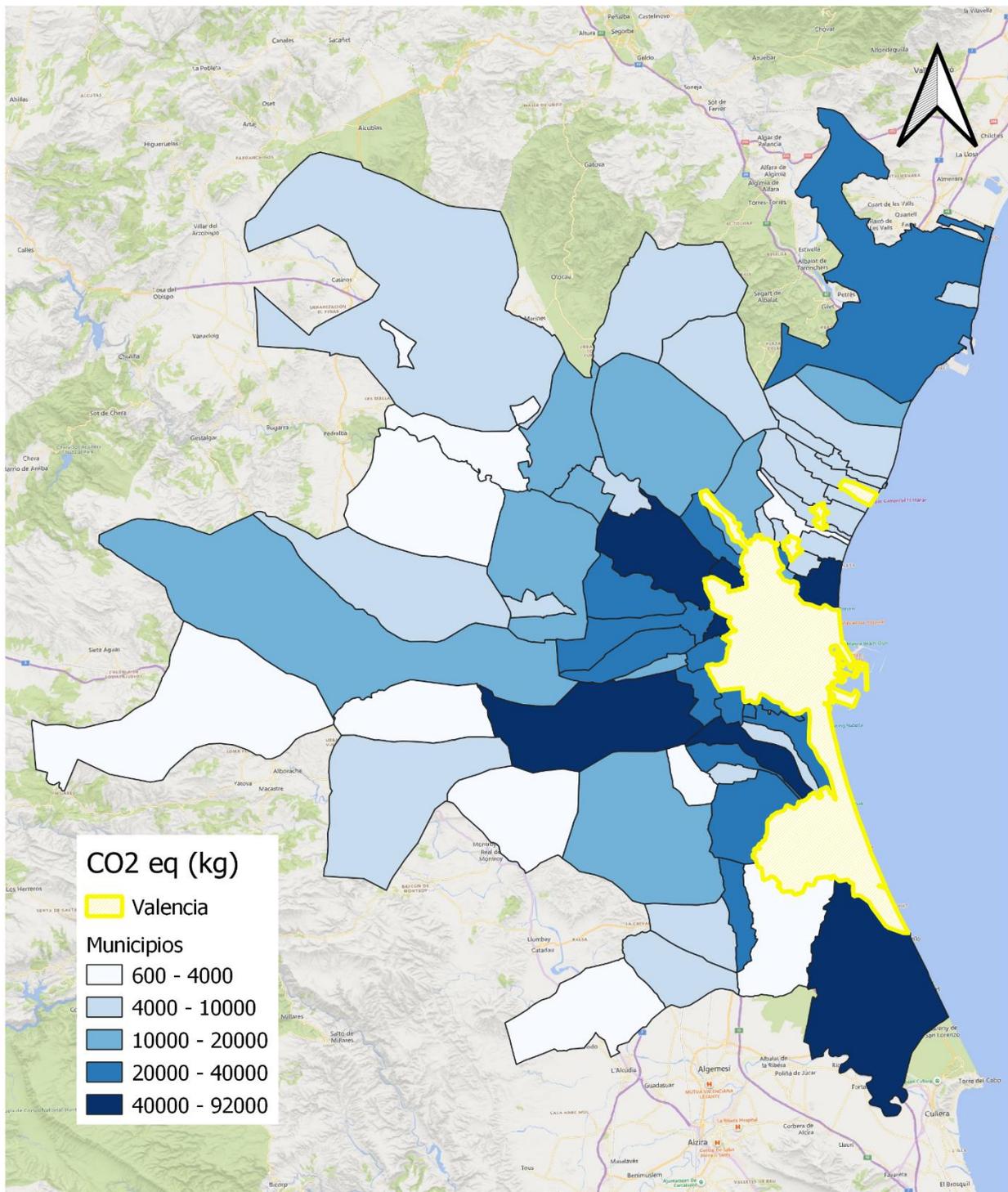


Figura 21: Mapa de emisiones inducidas de CO<sub>2</sub> equivalente en un día de los municipios del AM sobre Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

En función de las emisiones que genera un municipio sobre los demás, y las emisiones que recibe de los demás, se puede calcular un balance de emisiones. Esto permite observar cuáles son los municipios que emiten a los demás y cuáles son los que más reciben.

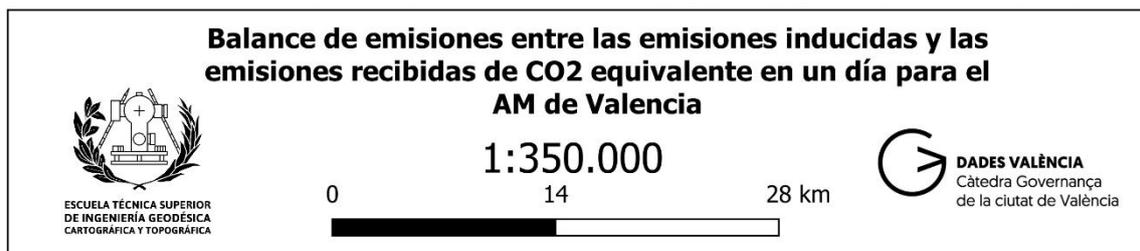
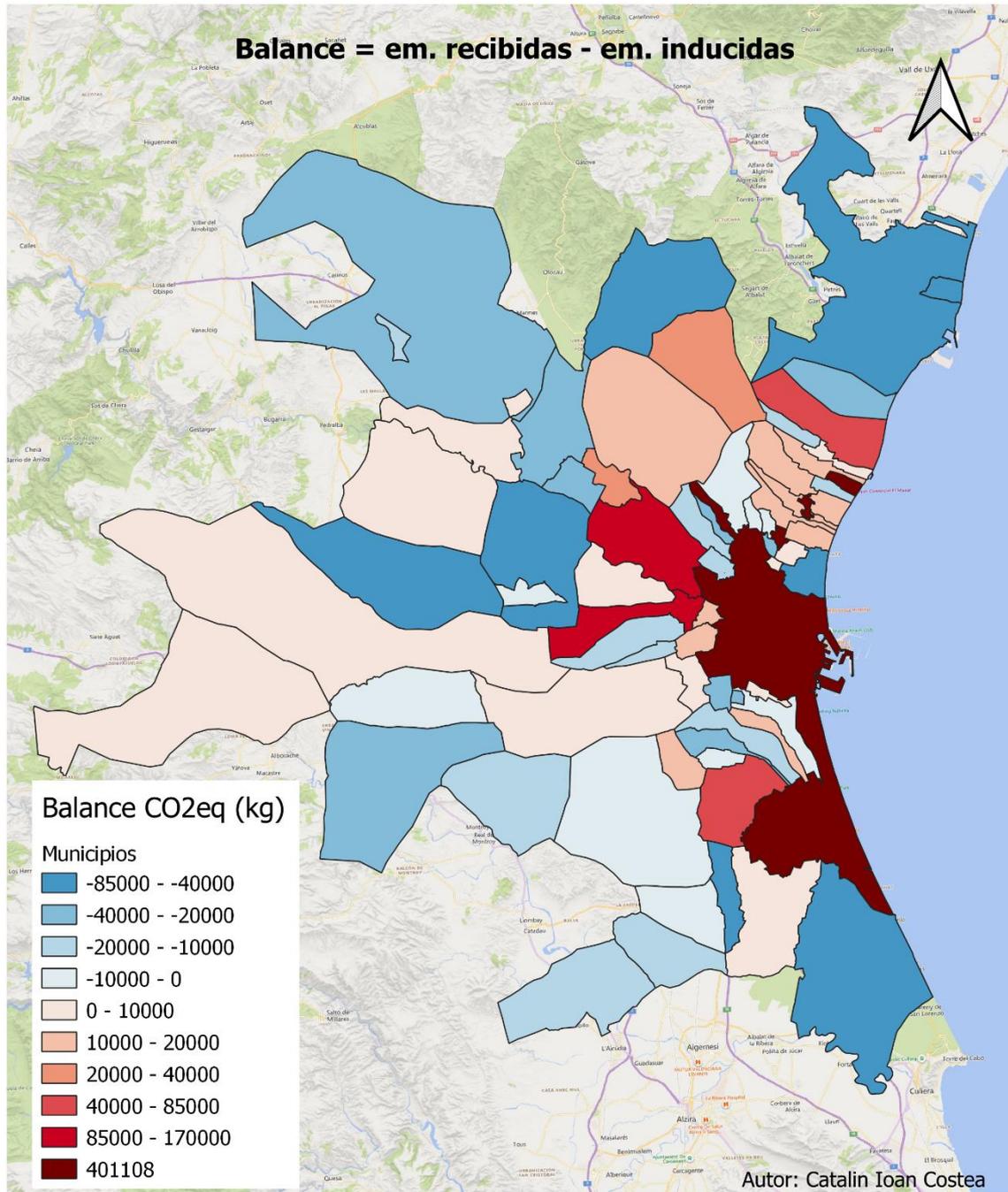


Figura 22: Balance de emisiones de CO2 equivalente en un día de los municipios del AM de Valencia. Fuente: Elaboración propia (2023)

## 5. Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto se van a tener en cuenta los costes directos del proyecto, que incluye el salario del técnico encargado del proyecto y el software empleado y, también, si para la obtención de los datos haya supuesto algún gasto, que no es el caso. El software empleado en el proyecto ha sido ArcGis y ArcGis Pro como aplicación de pago y QGis, Matlab y COPERT como software gratuito. Además, los datos empleados están a libre disposición del público general, ya que se tratan de datos abiertos.

Para el salario del técnico competente, se ha establecido el sueldo conforme al XX Convenio colectivo nacional de empresas de ingeniería; oficinas de estudios técnicos; inspección, supervisión y control técnico y de calidad. Este convenio se encuentra publicado en el BOE y fue aprobado a principios del año 2023, fecha de realización del proyecto. Los salarios publicados más recientes se tratan del año 2022.

Nivel salarial	Tabla salarial art. 33		Plus convenio según art. 38 convenio	Total anual
	Mes x 14	Anual		
1	1.765,51	24.717,14	2.396,68	27.113,82
2	1.331,06	18.634,84	2.396,68	21.031,52
3	1.283,52	17.969,28	2.396,68	20.365,96
4	1.176,74	16.474,36	2.396,68	18.871,04
5	1.051,43	14.720,02	2.396,68	17.116,70
6	905,87	12.682,18	2.396,68	15.078,86
7	875,48	12.256,72	2.396,68	14.653,40
8	864,28	12.099,92	2.396,68	14.496,60
9	857,97	12.011,58	2.396,68	14.408,26

*Tabla 20: Salarios según XX Convenio. Fuente: BOE (2023)*

Perteneciendo los niveles salariales a las siguientes clasificaciones del puesto de trabajo:

- Nivel 1: Licenciados y titulados 2º y 3er ciclo universitario y analista.
- Nivel 2: Diplomados y titulados 1er ciclo universitario, jefe superior.
- Nivel 3: Técnico de cálculo o diseño, jefe de 1ª y programador de ordenador.
- Nivel 4: Delineante-proyectista, jefe de 2ª y programador de máquinas auxiliares.
- Nivel 5: Delineante, técnico de 1ª, oficial 1ª admtvo. y operador de ordenador.
- Nivel 6: Dibujante, técnico de 2ª, oficial 2ª admtvo, perforista, grabador y conserje.
- Nivel 7: Telefonista-recepcionista, oficial 1ª oficios varios y vigilante.
- Nivel 8: Auxiliar técnico, aux. admtvo., telefonista, ordenanza, personal de limpieza y oficial 2ª oficios varios.
- Nivel 9: ayudante oficios varios.

De acuerdo con esta clasificación, el técnico competente, en este caso un Ingeniero graduado en Ingeniería Geomática, Topográfica y Cartográfica pertenecería al nivel 2, cobrando un salario bruto anual de 21.031,52 €. Para la empresa, el empleado supone un gasto en seguridad social, que es de

un 40% del salario bruto anual, en este caso, 8.412,61€. De esta manera, a la empresa le supone un gasto de 29.444,13€.

El gasto que un empleado genera en la empresa es de 16,73€ la hora, si dividimos el sueldo bruto anual, entre los 11 meses de trabajo, entre 20 días laborables al mes y las jornadas de 8 horas diarias. Una vez contabilizadas las horas de trabajo empleadas en la realización del proyecto, se obtiene que se ha empleado unas 310 horas. Así, los gastos referentes al ingeniero encargado del proyecto son de 5.186,3€.

El siguiente paso se trata de calcular los gastos del programa ArcGis en base a la licencia y el tiempo de utilización. La licencia de ArcGis Pro es de 1.900€ al año, por lo que los gastos aplicados al proyecto son de 316, 67€, durante la duración del proyecto. Los gastos totales ascienden a 5.502,97€. Además, la supuesta empresa encargada busca un beneficio de un 50% sobre los gastos. Por lo que, el proyecto se presupuesta en un total de **8.254,46€**.

## 6. Conclusiones de los objetivos generales y específicos

Se han obtenido con éxito los resultados y análisis de los tres objetivos generales.

- **OG1:** *Obtener las emisiones derivadas del tráfico rodado para los municipios del área metropolitana de Valencia, para los gases de efecto invernadero (GEI) y los gases que afectan a la calidad del aire.* Como se ha podido observar en la metodología de cálculo y en el punto 4.1., se han obtenido con precisión las emisiones que se generan por el tráfico en cada municipio. Empleando una nueva metodología que permite un mayor enfoque espacial, trazando las rutas de los desplazamientos entre los municipios, para las cuáles se calculan las emisiones. Además, se han generado unos mapas sobre la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> eq., NO<sub>x</sub> y PM para el Área Metropolitana, permitiendo una visualización y comprensión a primera vista sobre los municipios con mayores emisiones frente a los que menos emiten.
- **OG2:** *Obtener las emisiones derivadas del tráfico rodado para los núcleos urbanos del área metropolitana de Valencia, para los gases que afectan a la calidad aire.* Se ha obtenido las emisiones de los núcleos urbanos de la misma manera que para los municipios, pero empleando un área de influencia para cada pueblo, ciudad o urbanización. Pero se ha de tener en cuenta que para cada área de influencia las emisiones reflejadas son las que tienen influencia sobre la salud de las personas y no las emisiones que genera cada núcleo urbano. Es muy importante tener esto en cuenta, sino puede llegar a interpretarse erróneamente los resultados.
- **OG3:** *Realizar un análisis de las emisiones derivadas de unos municipios a otros.* Otra ventaja muy importante que ofrece la metodología empleada es la posibilidad de cuantificar las emisiones inducidas de unos municipios a otros, ya que permite conocer el origen del desplazamiento y todo el recorrido por el que pasa hasta llegar al destino. Además, se han generado mapas para visualizar las inducciones de cada municipio sobre los demás municipios, y viceversa, los demás municipios sobre éste. También, mediante la diferencia de las emisiones inducidas y las recibidas se ha creado un mapa con el balance de emisiones.

Para la obtención de los resultados de los objetivos generales, se ha necesitado partir de unos objetivos específicos, los cuales han podido desarrollarse y cumplir con su finalidad.

- **OE1:** *Describir la zonificación propuesta por el plan de movilidad de la Comunitat Valenciana en el área metropolitana de València.* Se ha definido qué es un área metropolitana, en qué consiste, y cómo se define según la legislación española. Para definir la zona de estudio se ha empleado el Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València y el PATEVAL.

- **OE2:** *Asociar las zonas del plan de movilidad a los diferentes municipios del área metropolitana.* Se han podido asociar las diferentes zonas a los municipios empleando la base de datos de la encuesta de movilidad y el PMoMe.
- **OE3:** *Calcular los Factores de emisión de los gases GEI y gases de contaminación del aire para cada medio de desplazamiento.* Para el cálculo de este objetivo se ha empleado la metodología COPERT, empleando una gran cantidad de datos y variables de la actividad de los vehículos y la tecnología, entre otros. Además, para los tipos de vehículos para los cuáles no se ha podido obtener estos factores mediante la metodología COPERT, se han recopilado datos de otros estudios.
- **OE4:** *Calcular las distancias medias entre las zonas de movilidad.* Este apartado es fundamental para la obtención de las emisiones, junto con el anterior. Mediante el uso de ArcGis Pro, se han trazado las distancias más probables entre las diferentes zonas de transporte, empleando el “modelbuilder”, que permite programar en el software para obtener todos los desplazamientos de manera automática. Este apartado, junto con el anterior, forman la parte más importante del proyecto, que genera una metodología novedosa.
- **OE5:** *Calcular las emisiones GEI y contaminación del aire de los desplazamientos entre municipios.* Multiplicando los factores de emisión con las distancias, se obtienen las emisiones generadas por cada desplazamiento.
- **OE6:** *Obtención de las emisiones totales producidas en cada municipio.* Mediante el software ArcGis, utilizando herramientas de geoprocso, se pueden obtener todas las emisiones que se producen en cada municipio.
- **OE7:** *Obtención de las emisiones totales producidas en cada núcleo urbano.* Se han podido obtener los resultados de este apartado de la misma manera que el objetivo anterior.
- **OE8:** *Análisis de las emisiones inducidas entre municipios.* Se han obtenido las emisiones inducidas gracias a la metodología empleada, ya que la matriz origen-destino indica dónde comienza y termina el desplazamiento, permitiendo asociar un origen a las emisiones.

De esta manera, se ha logrado cumplir con cada uno de los objetivos específicos, y a partir de estos, completar y conseguir los resultados de los objetivos generales.

## 7. Conclusiones del proyecto

Se han obtenido las emisiones de contaminantes derivadas de la movilidad para los municipios del AM y las emisiones inducidas de estos a otros municipios para el periodo de un día. Gracias a la metodología desarrollada, permite calcular las emisiones a nivel de cada desplazamiento, permitiendo calcular de forma precisa la cantidad de los contaminantes emitidos a nivel municipal. Posee una gran resolución espacial que permite calcular las emisiones que se generan a lo largo de un desplazamiento, datos muy importantes que permitirán mitigar y reducir los contaminantes para mejorar la calidad del aire.

Esta nueva metodología permite aportar nuevos datos, aportando un nuevo enfoque en el cálculo de las emisiones, aportando una variable espacial al análisis.

**A.- Existen diferencias significativas en las emisiones de los municipios:** El análisis de las emisiones de cada municipio revela diferencias significativas en la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera. Valencia es el municipio que emite la mayor cantidad de contaminantes a causa de la movilidad, siendo casi 7 veces más alta que la del segundo municipio de la lista, Paterna. **Este hallazgo indica la necesidad de implementar medidas específicas para reducir las emisiones en los municipios con mayores niveles de contaminación.**

**B.- Comparación de resultados con inventarios de emisiones:** La comparación de los resultados obtenidos en este estudio con los inventarios de emisiones de la Comunidad Valenciana muestra una correspondencia aproximada en términos de orden de magnitud. Aunque se observan algunas diferencias debido a las metodologías empleadas, **la comparación general indica que los resultados obtenidos en este estudio son coherentes y poseen una buena resolución espacial.**

**C.- Existe la necesidad de considerar diferentes variables en el análisis de emisiones:** La metodología utilizada en este estudio se centra en el análisis de las emisiones para un período de un día, mientras que los inventarios de emisiones abarcan un período de un año y tienen en cuenta múltiples variables. **Esta diferencia metodológica puede influir en las discrepancias observadas en los resultados. Por lo tanto, es importante tener en cuenta una amplia gama de variables y enfoques en el análisis de las emisiones para obtener una evaluación exhaustiva de la situación y tomar decisiones informadas en términos de mitigación de la contaminación.**

The emissions of pollutants derived from mobility have been obtained for the municipalities in the Metropolitan Area (AM) and the induced emissions from these municipalities to other cities for one day. Thanks to the developed methodology, it is possible to calculate emissions at the level of each trip, allowing for the precise estimation of the quantity of pollutants emitted at the municipal level. It has a high spatial resolution that enables the calculation of emissions generated throughout a trip, providing crucial data to mitigate and reduce pollutants and improve air quality. This new methodology contributes new data and introduces a spatial variable to the emissions analysis.

A. Significant differences exist in the emissions of municipalities: The analysis of emissions from each city reveals significant variations in the amount of pollutants produced. Valencia has the highest emissions, nearly seven times higher than the second municipality on the list, Paterna. This finding indicates the need to implement specific measures to reduce emissions in cities with higher pollution levels.

B. Comparison of results with emissions inventories: Comparing the results obtained in this study with the emissions inventories of the Valencian Community shows a close correspondence in magnitude. Although some differences are observed due to the employed methodologies, the overall Comparison indicates that the results obtained in this study are consistent and fall within an appropriate range compared to existing inventories.

C. The need to consider different variables in emissions analysis: The methodology used in this study focuses on analyzing emissions for one day, while emissions inventories cover one year and consider multiple variables. This methodological difference may contribute to the observed discrepancies in results. Therefore, it is vital to consider a wide range of variables and approaches in emissions analysis to obtain a comprehensive assessment of the situation and make informed decisions regarding pollution mitigation.

## 8. Bibliografía

OLIVEROS AMOROS, A. (2022). *Análisis de la evolución de las emisiones del parque móvil de la CV por municipios. Proyecto Final de Carrera. Valencia: Universidad Politécnica de València.*

MATEO PLA, M. A. *et al.* (2021). "From traffic data to GHG emissions: A novel bottom-up methodology and its application to Valencia city" en *Sustainable Cities and Society*, vol. 66,

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670720308593>> [Consulta: 13 de junio de 2023]

GENERALITAT VALENCIANA (2022). *Inventario de emisiones GEI por municipio*. <<https://agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico/inventari-emissions-geh-per-municipi>> [Consulta: 20 de mayo de 2023]

AGUADO MARTÍNEZ, T., RUIZ RÚA, A., MURO RODRÍGUEZ, A.I. (2008). *Monografía 3: Modelos de consumo y emisiones en el transporte: Estado del Arte*. Castilla La-Mancha: Universidad de Castilla La-Mancha. <[https://www.investigacion-ffe.es/documentos/enertrans/EnerTrans\\_Estado\\_Arte.pdf](https://www.investigacion-ffe.es/documentos/enertrans/EnerTrans_Estado_Arte.pdf)> [Consulta: 21 de abril de 2023]

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>> [Consulta: 24 de abril de 2023]

España. Comunitat Valenciana. Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, 29 de noviembre de 2018, p.6-50. <<https://politicaterritorial.gva.es/documents/163211567/166352847/Plan+B%C3%A1sico+de+Movilidad+del+%C3%81rea+Metropolitana+de+Valencia/8d049bd2-7e53-413a-bcdf-f1675a238617>> [Consulta: 23 de abril de 2023]

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. *Centro de Descargas*. <<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>> [Consulta: 23 de abril de 2023]

España. Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local. *BOE*, 3 de abril de 1985, núm. 80. <<https://www.boe.es/buscar/pdf/1985/BOE-A-1985-5392-consolidado.pdf>> [Consulta: 29 de abril de 2023]

España. Ley 2/2001, de 11 de mayo, de creación y gestión de áreas metropolitanas en la Comunidad Valenciana. *BOE*, de 20 de junio de 2001, núm. 147, páginas 21857 a 21861. <<https://www.boe.es/boe/dias/2001/06/20/pdfs/A21857-21861.pdf>> [Consulta: 29 de abril de 2023]

España. Ley 12/1986, de 31 de diciembre, de creación del Consell Metropolità de l'Horta. *BOE*, de 13 de febrero de 1987, núm. 38, páginas 4400 a 4401. <<https://www.boe.es/boe/dias/1987/02/13/pdfs/A04400-04401.pdf>> [Consulta: 29 de abril de 2023]

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS, EPA. *Descripción general de los gases de efecto invernadero*. <<https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>> [Consulta: 14 de mayo de 2023]

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS, EPA. *Emisiones de dióxido de carbono*. <<https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>> [Consulta: 14 de mayo de 2023]

WATSON, R.T. *et al.* (1990). "Greenhouse Gases and Aerosols". *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*, 1, 17. <[https://archive.ipcc.ch/ipccreports/far/wg\\_I/ipcc\\_far\\_wg\\_I\\_chapter\\_01.pdf](https://archive.ipcc.ch/ipccreports/far/wg_I/ipcc_far_wg_I_chapter_01.pdf)> [Consulta: 2 de mayo de 2023]

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS, EPA. *Emisiones de metano*. <<https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-metano>> [Consulta: 14 de mayo de 2023]

FORO NUCLEAR DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA. *El cambio climático y la calidad del aire*. <<https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-energia-nuclear-y-medio-ambiente/el-cambio-climatico-y-la-calidad-del-aire/>> [Consulta: 16 de mayo de 2023]

MINISTERIO DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. *Monóxido de carbono*. <<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/monoxido-carbono.aspx#:~:text=El%20CO%20penetra%20en%20el,cabeza%2C%20mareos%20y%20fatiga%3B%20estos>> [Consulta: 18 de junio de 2023]

España. Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. BOE, de 29 de enero de 2011, núm. 25. <<https://www.boe.es/boe/dias/1987/02/13/pdfs/A04400-04401.pdf>> [Consulta: 18 de junio de 2023]

REGISTRO ESTATAL DE EMISIONES Y FUENTES CONTAMINANTES, PRTR. *NOX (Óxidos de Nitrógeno)*. <<https://prtr-es.es/NOx-oxidos-de-nitrogeno,15595,11,2007.html>> [Consulta: 18 de junio de 2023]

MINISTERIO DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. *Óxidos de Nitrógeno*. <<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx>> [Consulta: 18 de junio de 2023]

MINISTERIO DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. *Dióxido de azufre*. <<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/dioxido-azufre.aspx>> [Consulta: 18 de junio de 2023]

INSTITUTO PARA LA SALUD GEOAMIENTAL. *El dióxido de azufre SO<sub>2</sub>*. <<https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2/>> [Consulta: 19 de junio de 2023]

AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID. *Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>*. <[https://www.valladolid.es/es/rccava/contaminantes/dioxido-azufre-so2#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20azufre%20\(SO2,que%20existan%20gotas%20de%20agua](https://www.valladolid.es/es/rccava/contaminantes/dioxido-azufre-so2#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20azufre%20(SO2,que%20existan%20gotas%20de%20agua)> [Consulta: 19 de junio de 2023]

REGISTRO ESTATAL DE EMISIONES Y FUENTES CONTAMINANTES, PRTR. *Partículas PM<sub>10</sub>*. <<https://prtr-es.es/Particulas-PM10,15673,11,2007.html>> [Consulta: 20 de junio de 2023]

AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID. *Material particulado PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>*. <<https://www.valladolid.es/es/rccava/contaminantes/material-particulado-pm10-pm2-5>> [Consulta: 20 de junio de 2023]

*Estado de la cuestión: contaminación atmosférica y salud n.2* (2010). Madrid: DKV Seguros. <[https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/contaminacion\\_atmosferica\\_y\\_salud\\_dkv.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/contaminacion_atmosferica_y_salud_dkv.pdf)> [Consulta: 20 de junio de 2023]

*Airluisa Monitorización Calidad Aire* (INNEST/2021/263).(01/07/21 – 30/06/23).I+D Colaborativa competitiva. AGENCIA VALENCIANA DE LA INNOVACIÓN

*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook* (2019). Europe: European Environment Agency. < <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019> > [Consulta: 20 de junio de 2023]

NTZIACHRISTOS, L. *et al.* (2022). *Methodology for the calculation of exhaust emissions*. Europa: European Environment Agency. <<https://www.emisia.com/utilities/copert/documentation/>> [Consulta: 10 de junio de 2023]

AMERICAN LUNG ASSOCIATION. Living Near Highways and Air Pollution. <<https://www.lung.org/clean-air/outdoors/who-is-at-risk/highways>> [Consulta: 16 de junio de 2023]

## 9. Anejos

EMISIONES INDUCIDAS A OTROS MUNICIPIOS					
Etiquetas de fila	CO2_eq_kg_	CO_kg_	NOx_kg_	PM_kg_	SO2_kg_
Alaqu...s	57816,2156	126,249	230,4911	6,6538	9,061
Albal	74662,4044	155,5366	304,9668	8,4814	11,5293
Albalat dels Sorells	16972,1522	34,2941	71,8208	1,9282	2,5818
Alboraya	161250,097	331,6159	704,7486	18,3944	24,4279
Albuixech	22971,2806	48,0804	98,503	2,638	3,509
Alc...sser	6505,5553	16,6967	17,2219	0,6735	1,1619
Aldaia	104755,879	226,8926	426,8676	12,2499	16,25
Alfafar	67121,1046	153,9394	286,9452	7,7262	10,4763
Alfara del Patriarca	12605,9619	33,3725	29,8169	1,2917	2,3169
Alginet	32328,8679	63,5874	128,6627	3,4668	5,0294
Alm...spera	13845,7329	28,4257	62,2524	1,6342	2,0613
Almussafes	95117,3683	187,1353	354,8819	9,9897	15,0901
B,tera	90632,7329	207,9858	292,0268	9,9413	15,1764
Benaguasil	16821,067	35,9856	57,5372	1,7412	2,7713
Benetfsser	46649,2125	100,3581	217,7343	5,5641	6,9383
Benifaiç	26914,4424	62,9326	76,0557	2,6732	4,7059
Beniparrell	39775,4667	87,1255	143,1642	4,2407	6,4739
Benissanç	8836,4506	19,8999	33,1581	0,9597	1,434
Bonrepçs i Mirambell	37241,2537	85,0685	165,6605	4,4299	5,701
Bunyol	11489,6103	24,2358	37,8416	1,1336	1,9181
Burjassot	212438,81	437,8275	971,0414	25,1794	31,5991
Canet d'En Berenguer	56477,9529	118,2319	223,5242	5,9052	8,9726
Carlet	28244,4735	64,3247	87,9469	2,7814	4,8589
Catarroja	78250,7095	172,3979	308,2178	8,6609	12,4299
Cheste	119288,525	232,1952	474,3686	12,7468	18,5721
Chiva	91076,4113	191,4936	303,5749	9,029	15,1532
Domeño	11604,0903	23,2143	45,612	1,2243	1,8265
Eliana, l'	84512,0865	175,3037	324,4144	9,4274	13,3043
Emperador	4981,2754	10,7514	20,5223	0,5606	0,7766
Foios	6587,55	14,6036	28,9507	0,803	0,9998
Godella	68317,0165	146,6051	275,1779	7,9407	10,6212
Godolleta	30567,1343	61,0949	103,7656	2,9804	5,024
Lliria	54820,4346	109,8151	199,4723	5,6449	8,7998
Llocnou de la Corona	8045,5825	16,6398	34,9095	0,9164	1,225

Loriguilla	21418,9428	44,0137	73,2604	2,1597	3,5108
Manises	100608,123	211,5896	407,6588	11,7095	15,545
Massalfassar	30190,7401	61,3179	135,4137	3,4782	4,5283
Massamagrell	18893,547	39,5945	86,5619	2,2412	2,8142
Massanassa	16646,7297	37,7608	76,3893	2,0317	2,5086
Meliana	20374,2387	43,1712	93,6677	2,4088	3,0554
Mislata	99177,6509	210,3788	459,3891	11,8348	14,7678
Moncada	63200,4281	164,3086	146,1332	6,478	11,5698
Montserrat	49939,5634	116,2537	119,46	4,6055	9,0391
Museros	27058,7664	58,3332	107,7616	3,0194	4,2609
Nquera	18308,6628	47,1372	44,6588	1,653	3,3969
Paiporta	76268,0723	166,1014	331,8648	8,8558	11,7042
Paterna	336563,358	748,0364	1382,2971	38,6362	52,7961
Picanya	43274,2349	93,4059	211,1307	5,3484	6,321
Picassent	74769,8567	193,2006	174,8631	7,2407	13,7539
Pobla de Farnals, la	19291,236	40,7768	78,0622	2,1243	3,0177
Pobla de Vallbona, la	108538,896	231,6111	390,306	11,6329	17,5927
Puñol	119821,698	257,9515	500,5347	12,9991	18,7643
Puig de Santa Maria, el	21108,6009	47,6034	84,6531	2,2836	3,3782
Quart de Poblet	106174,908	218,5256	483,2767	12,8664	15,6897
Rafelbunyol	17855,6031	36,244	70,0064	1,9341	2,7948
Riba-roja de Tàrrida	211019,502	414,8161	878,2076	24,2089	32,1433
Rocafort	50205,4876	133,056	134,3089	5,4754	8,9161
Sagunto/Sagunt	262913,045	571,8705	1030,7601	27,6055	42,1808
San Antonio de Benagüer	54934,3465	122,2497	225,4301	6,2411	8,6023
Sedavi	46279,3229	107,5672	192,4373	5,3404	7,3103
Serra	67240,6244	171,7544	165,7994	6,1153	12,4269
Silla	66450,0637	141,387	275,7693	7,6746	10,2523
Sollana	12804,6103	33,6216	30,0964	1,2361	2,3998
Sueca	115001,279	234,8818	442,6041	12,0176	18,3494
Tavernes Blanques	20807,2766	45,4863	99,6676	2,5441	3,0711
Torrent	211017,84	548,2636	576,6409	22,1773	37,661
Turis	54436,1292	117,2311	163,1963	5,372	9,2931
Valencia	2692598,63	6051,5336	12096,5233	318,1662	411,1001
Vilamarxant	16528,263	32,5896	65,9857	1,8259	2,5538
Vinalesa	9139,978	21,7639	35,936	1,0826	1,4691
Xirivella	72217,2859	154,8942	320,6933	8,631	10,8908

(También incluye las que se emiten a sí mismos)

#### EMISIONES RECIBIDAS DE OTROS MUNICIPIOS

Municipio	CO2	CO	NOX	PM	SO2
Alaquas	43462,6953	97,2443	165,3005	4,5097	7,0672
Albal	40595,6168	91,1744	135,2317	3,9524	6,8136
Albalar dels Sorells	27010,4774	56,9744	102,686	2,9236	4,305
Alboraya	108600,743	227,5807	452,6597	12,1746	16,5783
Albuixech	35419,3557	69,4967	162,1923	3,9332	5,1932

Alcàsser	25813,2689	63,7608	61,1556	2,5166	4,7031
Aldaia	86144,1057	185,4214	361,9231	9,2861	13,2509
Alfajar	59984,4842	134,1392	267,5536	6,761	9,2622
Alfara del Patriarca	7916,7784	21,9126	18,7752	0,7171	1,5009
Alginet	15514,053	33,825	47,552	1,6363	2,62128242
Almàssera	15395,8561	33,5146	55,4038	2,0243	2,4195
Almussafes	31478,5776	66,4763	104,1567	3,021	5,2804
Bétera	107424,556	261,7473	280,8507	10,1723	19,4623
Benaguasil	21036,5544	43,0458	103,0983	2,6638	3,0357
Benetússer	23672,7451	55,3014	91,9841	2,5044	3,8388
Benifaió	21431,0646	45,7121	73,0444	2,3361	3,4998
Beniparrell	31412,0516	70,0878	102,17	3,0255	5,3132
Benissanó	11197,0587	24,7231	42,4077	1,1593	1,8287
Benrepós i Mirambell	8674,399	21,8609	24,0168	0,8045	1,558
Buñol	13208,1712	24,5861	76,032	1,6668	1,7496
Burjassot	201994,481	433,3475	939,3128	25,5344	29,9048
Canet d'En Berenguer	9604,8255	22,2602	39,9566	1,0534	1,5367
Carlet	13358,1339	29,3268	41,5534	1,3656	2,2691
Catarroja	59216,7592	133,9269	203,2601	5,8615	9,9111
Cheste	36424,5919	73,1508	127,3312	3,5387	5,9034
Chiva	95248,1769	194,0594	339,8558	9,3917	15,4914
Domeño	520,7165	1,1644	1,9143	0,0531	0,0856
l'Elia	45010,6802	97,0202	155,4848	4,7456	7,3998
Emperador	71,3355	0,1711	0,1666	0,0061	0,0131
Foios	22174,2453	48,4006	73,3694	2,3697	3,6653
Godella	52717,6089	135,9327	125,1322	5,0048	9,7308
Godolleta	26947,5914	55,4831	99,6198	2,7153	4,3783
Llíria	26865,9592	59,4217	97,1508	2,9021	4,4009
Llocnou de la Corona	694,0184	1,6885	2,7018	0,0743	0,1141
Loriguilla	11443,1747	24,6541	28,6822	0,9747	2,0114
Manises	102176,611	209,3182	421,192	12,561	15,567
Massalfassar	18566,2877	34,9539	99,7488	2,2453	2,5217
Massamagrell	29010,8457	63,2641	96,2783	2,9126	4,8358
Massanassa	32941,1738	73,1858	124,4489	3,4008	5,3454
Meliana	37989,9727	77,9103	153,5705	4,186	5,8481
Mislata	114673,929	242,3466	511,1007	13,8608	17,2317
Moncada	54772,4844	139,301	128,3487	5,8459	10,0105
Montserrat	35389,1298	80,4843	94,3913	3,1607	6,3313
Museros	40075,9511	88,6899	124,2101	4,0412	6,8259
Náquera	39423,4742	98,4149	98,5867	3,5454	7,3099
Paiporta	44394,6286	110,4865	122,3217	4,6664	7,8436
Paterna	445594,523	939,3258	1902,8216	51,7385	68,4659
Picanya	51439,2968	126,5366	135,9723	6,011	8,9058
Picassent	71192,9235	165,0936	190,5694	8,1731	12,3152
la Pobla dels Farnals	28542,8506	60,5722	110,3981	2,9935	4,5593
la Pobla de Vallbona	80176,0116	173,8555	277,078	8,2187	13,2788
Puçol	82557,8377	180,2848	302,3645	8,3822	13,517
el Puig de Santa Maria	81629,1298	167,5647	334,8099	8,6474	12,7286
Quart de Poblet	258071,757	532,0624	1078,4107	28,5915	39,8306

Rafelbunyol	4393,5894	10,239	10,2268	0,4151	0,7977
Riba-roja de Túria	155678,418	321,0974	529,3366	15,9547	25,5472
Rocafort	11141,8824	31,5392	25,9192	1,2276	2,0758
Sagunto	199384,69	437,9489	765,631	20,7586	32,268
San Antonio de Benagéber	91497,5637	194,3612	344,8171	9,358	14,8306
Sedaví	46426,6785	93,5871	257,7464	5,8087	6,3792
Serra	9344,1332	23,7585	24,0271	0,8541	1,7309
Silla	112646,823	245,6809	385,4678	11,0606	18,7795
Sollana	21789,7917	50,2564	56,7155	1,9329	3,9044
Sueca	48699,7098	105,4335	172,4505	4,8569	8,0653
Taveres Blanques	24750,9199	57,0507	93,2897	2,5757	4,0651
Torrent	213150,247	522,6848	608,1731	23,1309	37,1491
Turís	19000,1674	44,1241	47,9247	1,6704	3,4492
Valencia	3093706,51	6896,4455	14182,7247	371,915	466,636
Vilamarxant	21959,2027	43,1604	106,1476	2,5247	3,2152
Vinalesa	4550,9969	10,2398	21,3341	0,5281	0,6929
Xirivella	88177,3899	184,3468	391,0214	9,7327	13,2501
<b>TOTAL</b>	<b>7152602,45</b>	<b>15774,1982</b>	<b>29333,2615</b>	<b>810,8663</b>	<b>1122,20578</b>

(Esta tabla es igual a la que emiten los municipios del objetivo general 1)

Etiquetas de fila	CO (kg)	NOx (kg)	PM (kg)	SO2 (kg)
Alaquàs	158,5714821	271,2801738	7,380346029	11,5122736
Albal	92,81980783	135,4074545	3,996991306	7,005243843
Albalat dels Sorells	67,21049592	113,8601909	3,403303899	5,087997304
Alborache	0,033574945	0,032249731	0,0011885	0,002539138
Alborai/Alboraya	139,3191188	231,2823708	7,070743422	9,90036653
Albuixech	7,13001349	6,925670645	0,253667507	0,53724408
Alcàsser	59,66929206	60,29854082	2,095722921	4,09008099
Aldaia	159,5386885	333,1602725	8,301654764	11,26613313
Alfafar	230,69516	459,8280405	11,64101367	16,07143613
Alfara del Patriarca	31,83721856	29,65235817	1,40897728	2,257909413
Alfinach	4,677850232	4,170996655	0,157824012	0,333307556
Alginet	28,70540238	43,36743259	1,482888635	2,231330524
Almardà	6,998715877	7,048025631	0,236563118	0,420882694
Almàssera	72,87332473	119,9748192	3,873987893	5,312601461
Almussafes	17,89706597	26,9466095	0,787506341	1,367267556
Alt de Botigueta	2,092503291	1,980099277	0,073538745	0,156635656
Alteró de Mompoi	3,703563332	3,810587683	0,138415106	0,297997847
Alto de la Torre	0,30128511	0,296161949	0,010898922	0,023321827
Altury	4,410691096	4,341394156	0,159857128	0,342032094
Atalaya de Levante	20,76471671	35,99828067	1,007135602	1,708847947
Barranquet-l'Argila	6,426489907	5,887380682	0,220126082	0,467154181
Barri de Nolla	0,541636174	0,445916576	0,017214145	0,035988096
Barri de Porta	123,1187107	254,9506849	6,452703945	9,162691464
Barri Sant Josep Artesà	34,66608562	69,20349153	1,790862902	2,667302318
Barrio de la Luz	130,6407074	275,461271	6,883056171	9,47145172
Barrio de los Dolores	32,43987446	29,44934512	1,429726732	2,315614903
Barrio del Pilar	9,682712483	9,157562282	0,477755454	0,712900614

Barrio Orba	69,32118865	107,5410212	3,064977405	5,104254596
Barrio Roca	31,62227945	69,59780562	1,726902188	2,373996437
Benaguasil	23,53841155	54,70694498	1,489150362	1,62373391
Benetússer	128,6642666	202,0147667	5,692095785	9,258211395
Benifaió	13,08654383	16,55439479	0,5135532	0,915540875
Benifaraig	35,28063756	31,59826551	1,184161697	2,458000706
Benimàmet-Beniferri	354,8177498	851,618952	21,51724622	24,64812997
Benimodo	0,129451852	0,505174251	0,010328157	0,00876638
Beniparrell	159,7519587	251,6383748	7,166362022	11,97104261
Benissanó	37,61328635	68,00480664	1,815658485	2,769068325
Bétera	74,40209663	71,38982403	2,809165313	5,438281557
Bonrepòs i Mirambell	75,27996124	114,9202717	3,283866486	5,4363372
Borbotó	38,58011943	35,63008874	1,321030104	2,758726421
Buñol	7,563180585	19,17822381	0,450380264	0,556225985
Burjassot	627,4498457	1330,583308	36,26792032	43,25548889
Calabacín	1,040926858	1,630824143	0,046317199	0,076848392
Calicanto	14,75644871	13,56310556	0,508749038	1,078867336
Calicanto A	6,136539713	13,17565442	0,332591639	0,477040083
Calicanto B	10,91343392	19,86908632	0,539028438	0,864512966
Camino Paterna	49,8264178	61,25520779	1,959734344	3,666603668
Camp de Liria	0,17727858	0,621790215	0,013011241	0,011748307
Camp de Turia	2,659359608	2,808081384	0,100623736	0,21778951
Campamento Militar	0,428582876	0,410340787	0,01521339	0,032439995
Canet d'En Berenguer	20,35954787	33,65180079	0,920508004	1,417780251
Canyada de Guaita	1,186383557	0,970988451	0,037781777	0,0787877
Cañada del Charco	1,264520792	2,350746511	0,062480982	0,095772219
Cañada Terrero	0,236038085	0,258060837	0,009192083	0,0199638
Carambolo	13,17276311	21,36519669	0,617153698	1,090213477
Carlet	19,65744128	27,81447078	0,877743757	1,519956363
Carpesa	65,07788765	56,05321859	2,134375642	4,458261054
Casablanca	5,358068322	5,18033557	0,189959962	0,405109006
Casas de Bàrcena	81,3567746	145,5630214	3,903796302	6,015857017
Castellar-Oliveral	115,0057839	259,2353092	6,242433434	7,791636067
Catarroja	152,3478562	233,8335822	6,716129788	11,33042496
Centre Penitenciari	13,66510637	22,62156601	0,642599738	1,099650915
Cheste	28,79835276	50,5780711	1,395119138	2,295046358
Chiva	17,09379786	37,07773312	0,923820323	1,275501659
Clot de Navarrete	3,325625311	3,799962272	0,367674058	0,267837837
Clotxa del Sec	0,191391969	0,209379256	0,007479266	0,016230296
Colinas Venta Cabrera Derecha	13,42879126	16,89439623	0,542243127	1,038367575
Colinas Venta Cabrera Izquierda	11,53556708	14,13095433	0,461122111	0,900177582
Colònia Motor del Vicari	3,014084287	3,154007715	0,113623368	0,245426506
Colònia Santa Anna	11,95990214	20,89914465	0,710264809	0,9593602
Complejo Residencial de Vera	88,03700875	199,8885563	4,857425852	6,342520363
Corral de Carmelo	0,838653811	0,88925589	0,031891224	0,06902192
Cortichelles	0,126574635	0,133763212	0,004825759	0,010424034
Cuatro Vientos	0,102430619	0,208573788	0,089630209	0,006559072
Cuesta del Sastre	1,077907749	1,163386471	0,041645025	0,090257427

<b>Delicies del Realon</b>	6,910088045	6,867636851	0,251645954	0,539458524
<b>Domeño</b>	1,574462169	2,911619111	0,076680269	0,114547481
<b>Edeta</b>	0,154298835	0,602137373	0,012310543	0,010448999
<b>El Baladre</b>	18,07772471	47,18006269	1,083488838	1,244061382
<b>El Bellotero</b>	0,342734626	0,367218138	0,013174604	0,02852431
<b>El Bosque</b>	4,694468096	11,5787282	0,276495984	0,357987974
<b>el Cabeç Bord</b>	0,035589196	0,037659809	0,001363958	0,002943003
<b>el Cap de l'Horta</b>	51,79217019	102,4788664	2,653208649	3,927732689
<b>El Caramello</b>	1,29746507	4,960014453	0,101848477	0,087442944
<b>El Cerrao</b>	8,572012176	8,92678632	0,323181593	0,696879631
<b>El Collado</b>	15,72410354	19,64912547	0,888702306	1,284956086
<b>El Corral de la Marquesa</b>	0,105566023	0,310227379	0,006830036	0,007114331
<b>El Coscojar</b>	1,638447437	1,612745923	0,059204401	0,126787167
<b>El Guarrat</b>	2,031042574	2,238472335	0,079497756	0,172876649
<b>el Mareny de les Barraquetes</b>	6,993252602	14,38832546	0,365801114	0,523843826
<b>el Mareny de Sant Llorenç</b>	0,328440265	1,281708695	0,026204203	0,022241723
<b>el Mareny de Vilxes</b>	1,288855686	3,968437355	0,086247904	0,087156717
<b>El Montemayor</b>	16,86003067	19,13314604	0,727105543	1,375817552
<b>El Palmar</b>	1,536139231	1,534160278	0,055044867	0,113448506
<b>el Perelló</b>	13,47549898	23,03391935	0,637400969	1,037097208
<b>El Perellonet</b>	47,46226079	74,28531298	2,141059174	3,656800375
<b>el Peucal</b>	13,01757371	13,26175963	0,469240441	0,946440536
<b>el Poble Nou</b>	151,9908491	215,7953599	6,380298649	10,83926691
<b>el Port de Sagunt</b>	127,2309624	260,4702247	6,598486223	9,267682363
<b>El Pouet</b>	1,642751414	1,710801169	0,06193645	0,133554832
<b>el Puig de Santa Maria</b>	67,09461282	135,1847139	3,474244634	5,062776068
<b>El Regalón</b>	0,241753815	0,139706598	0,00617493	0,012176803
<b>El Rellano</b>	1,197871005	1,308813181	0,046728723	0,101412819
<b>El Romaní</b>	13,75445871	17,94588024	0,565985487	1,064064297
<b>El Saler</b>	48,47634696	78,2419833	2,188637544	3,513725298
<b>el Vedat</b>	113,3738679	124,6758912	4,138070292	7,786792187
<b>El Viso</b>	1,752852915	2,588480373	0,076258695	0,133203416
<b>Els Partidores</b>	0,725783697	0,597216003	0,023255142	0,048312612
<b>Els Pous</b>	10,78444384	11,55335119	0,619603645	0,876168992
<b>Emperador</b>	24,74119786	42,57394105	1,16652695	1,861977303
<b>Entrenaranjos</b>	3,53867776	3,61596386	0,20997496	0,274076279
<b>Entrepinos</b>	2,731646494	6,720255252	0,160558032	0,208002917
<b>Estació de les Valls</b>	2,082036071	3,330534768	0,092288099	0,142293149
<b>Foios</b>	73,53011362	118,0721519	3,644018397	5,528580817
<b>Formidables</b>	0,043142618	0,035999687	0,001370754	0,002878966
<b>Gallipont I</b>	4,165409917	4,421853058	0,158203672	0,342663161
<b>Gallipont II</b>	1,985342597	2,107625866	0,075405866	0,163326526
<b>Godella</b>	133,1886158	150,4145861	5,746134233	9,201053135
<b>Godelleta</b>	7,125893764	15,72386215	0,392008488	0,549830263
<b>Horno de Alcedo</b>	180,3004849	501,5210692	11,27075133	12,3027128
<b>Jardí de Lauro</b>	0,30873695	0,290322158	0,010776187	0,022949222
<b>Jardín de Jaravilla</b>	0,218830015	0,206761629	0,007616009	0,016259467
<b>La Canyada de Confites</b>	0,678835627	0,644059133	0,023863099	0,050869679

La Coma	455,0471598	962,044686	24,94038511	33,70949576
La Conarda	20,58882826	21,15630739	0,768343424	1,654170743
la Joliesa	0,15768824	0,147376153	0,005480853	0,011661893
La Llastra	4,514034273	7,878738101	0,215698853	0,34536823
La Malla	7,619894856	9,914462515	0,317761108	0,622433146
La Manguilla	1,091167763	1,030648057	0,038288698	0,081538985
La Mediera	3,519340026	9,042268733	0,212738371	0,267216497
La Mojonera	0,732146298	0,804867283	0,028682116	0,062300382
La Montañeta	0,371174988	0,318359605	0,023662754	0,024215071
la Pobla de Farnals	54,17232335	86,28274735	2,52969106	4,112242049
la Pobla de Vallbona	70,79938754	127,5765103	3,47914968	5,36984478
l'Alcúdia	0,43926624	1,71419713	0,035046317	0,029746773
L'Argila	3,689219266	3,339521749	0,125358572	0,26556429
Las Balsas	0,51736032	0,433124382	0,016782305	0,0346322
l'Eliana	165,6244704	271,5828922	8,239896362	12,75473231
Les Almudes	9,477335187	10,37639152	0,352087373	0,685730787
Les Palmeres	12,63834983	25,80005913	0,658550606	0,946652242
Les Penyes	0,173633203	0,183735628	0,006620162	0,014306452
Les Simetes	12,46393286	15,22635108	0,695883015	1,018966795
Les Tendes	4,943717188	5,099746112	0,18387135	0,396790012
Llíria	29,99770141	44,22815408	1,347783445	2,259885691
Llobatera	10,47183463	10,9873898	0,482233834	0,847146011
Llocnou de la Corona	22,2116083	64,67030851	1,429407334	1,49636307
Lloma de la Verge	3,067713544	3,092230782	0,112970849	0,242559628
Lloma del Porret	47,15211513	94,81471372	2,442403162	3,593960541
Lloma Llarga	146,4193939	316,9677512	7,83867259	10,36144333
Lloma Llarga I	2,264179792	2,095244976	0,078276594	0,166247503
Lloma Llarga II	0,69233615	0,624094348	0,023484854	0,049704984
Lo Frasquito	0,662143449	1,681319593	0,039273638	0,047906889
Loma Caballeros	1,37258719	1,356266106	0,049828935	0,106704897
Loma de Miralcampo	3,490335841	9,29460246	0,215725832	0,263001611
Loma Santa	1,911553395	2,050289481	0,07348062	0,159151058
Loriguilla	23,24610638	27,31725034	0,920454125	1,88014578
Los Felipes	3,851251329	4,188014004	0,149386044	0,324225023
Los Monasterios	1,214515511	1,084338924	0,04102754	0,086653292
Los Pinares	1,007211131	0,970599638	0,035914295	0,076650478
Loteria-Fernandet	5,166549907	10,62786548	0,270414707	0,386580434
Mahuella Tauladella Rafalell y Vistabella	0,426511692	0,385774193	0,014414029	0,030574575
Mallaeta	12,12537188	19,41979697	0,553300777	0,937254404
Manises	336,980757	727,1113799	19,78422666	25,01401405
Maquiva I	8,399681608	8,371512626	0,306289954	0,656983139
Maquiva II	2,243223509	2,336147375	0,084575975	0,1823729
Maravisa Golden	0,097916884	0,103613939	0,003733305	0,00806783
Maravisa I	0,143243641	0,156270032	0,005586135	0,012117952
Maravisa II	0,145978251	0,154471639	0,005565754	0,012027831
Mas Camarena	46,06292	75,69312925	2,10766604	3,410040832
Mas de la Jonquera	15,79901068	21,90967901	0,665725495	1,205864182

Mas de Tous	29,9287158	58,82179585	1,521153898	2,230838307
Masía del Oliveral	34,07176746	67,28828039	1,761472872	2,688112613
Masía Giménez	1,962521473	1,928435842	0,070796722	0,151597213
Masías	51,53078559	45,19786409	2,097584558	3,585987151
Massalfassar	16,96395183	39,82869244	0,95869066	1,237142434
Massamagrell	73,50755638	110,9130567	3,427482889	5,572931106
Massanassa	100,6893189	159,6143404	4,506774735	7,425772486
Massarrojos	26,99639337	24,70073418	1,22207385	1,933008689
Meliana	65,82573863	100,9685425	3,248394478	4,940181866
Miralcampo	2,570144771	2,783781575	0,099431852	0,215676912
Mislata	579,687158	1218,862548	32,15707165	41,78368289
Moncada	83,41936902	77,14523834	3,639657407	5,94625198
Monte Alcedo	2,289299049	2,280554472	0,083145609	0,178526424
Monte Alto	6,36719632	12,80207699	0,326720956	0,467477116
Monte Cabrera	9,392393934	11,28161893	0,372504645	0,736047626
Monte Colorado	26,87644471	54,25055531	1,388000714	2,001900443
Montecollado	10,3459961	18,87090853	0,504260422	0,777563394
Montesano	0,012611095	0,009149741	0,000369401	0,000757085
Montroi/Montroy	1,481850722	1,838340176	0,059376916	0,113580423
Montserrat	22,08445337	28,01848599	0,894754576	1,702239447
Montur	2,837815657	2,984562727	0,107633978	0,232470832
Motilla	2,949658171	6,06196639	0,15433827	0,221800082
Museros	67,6912388	104,8577225	3,231182945	5,155908245
Nàquera/Náquera	22,66952577	23,5920275	0,82670768	1,661202917
Nova Maravisa	0,146345143	0,154859878	0,005579742	0,012058061
Nuestra Señora de la Asunción	0,214320464	0,355458079	0,00984283	0,015779845
Oasi de Sant Vicent	0,096035513	0,374769982	0,007662075	0,006503451
Olimar	25,58137825	42,03212604	1,206043156	2,112115978
Omet	3,452865246	3,125706019	0,244641398	0,235951631
Paiporta	126,63953	143,6470124	5,969590953	8,941890815
Parque Monte Alcedo	7,438477675	7,548887387	0,273636121	0,589087641
Partida Sisgar	9,073822962	9,374677208	0,329065134	0,659403158
Paterna	342,9980964	678,9726477	19,12542247	24,16038098
Picanya	132,9244993	152,1456297	6,846642323	9,240485098
Picassent	42,61423497	38,28909818	2,017236487	2,923386208
Pilo Gros	0,406995012	0,691237456	0,01898061	0,02994699
Pinedo	86,74204232	174,6562686	4,425087679	6,118721377
Pla de la Cova	2,096487946	2,042700516	0,075173635	0,160786177
Platja de Canet	10,05720945	19,59591116	0,496838586	0,675496073
Platja de Puçol	2,647547667	2,356107067	0,08914763	0,188252634
Playa	5,932354758	16,82336765	0,376270897	0,409175606
Polígon Industrial dels Vents	27,68782942	27,2224845	1,003402818	2,146127551
Polígon Industrial L'Oliveral	77,99640631	143,3672141	3,880624202	6,241344927
Polígono Industrial Casanova	8,976814179	11,03762939	0,36800361	0,753721709
Polígono Industrial Entrevías	31,84114508	54,50035281	1,731928903	2,484185794
Polígono Industrial Mediterráneo	109,7170007	278,5718882	6,553169636	8,166462327
Polígono Industrial Sector 12	62,53326056	121,6653212	3,214365147	4,995333194

<b>Polígono Industrial Sector 13</b>	56,60662299	108,663029	2,884908181	4,511601828
<b>Polígono Industrial Sector 14</b>	33,96778468	69,43121788	1,795963344	2,702474901
<b>Porta-Coeli</b>	1,266853409	1,196589608	0,044453446	0,094667332
<b>Pozo San Lázaro</b>	1,322894995	1,252541805	0,046409137	0,098920474
<b>Puçol</b>	126,3583373	209,0752164	5,828283075	9,455679518
<b>Puig i Lis</b>	0,641877121	1,965677309	0,042524455	0,041456546
<b>Quart de Poblet</b>	344,4555668	704,0005972	19,16211569	25,27620444
<b>Rafelbunyol</b>	32,63698982	55,56289696	1,592518304	2,447812484
<b>Residencial la Loma</b>	6,811189442	17,72747033	0,41496432	0,515452181
<b>Residencial la Pobla</b>	11,85205773	24,59297813	0,622349939	0,882774492
<b>Residencial Reva</b>	5,534473703	9,398685967	0,259595133	0,419497093
<b>Riba-roja de Túria</b>	64,38698116	122,988619	3,28908221	4,942817625
<b>Rocafort</b>	69,59920675	61,63913544	2,95156768	4,862072385
<b>Safareig</b>	1,098018549	1,039319721	0,038526245	0,082106161
<b>Safareig-Canyada de Confites-El Secanet</b>	0,473422521	0,449078426	0,016639529	0,035470186
<b>Sagunto/Sagunt</b>	72,23225353	119,8472778	3,315363704	5,262261819
<b>San Antonio de Benagéber</b>	157,1431883	272,092845	7,46682746	12,0213258
<b>San Francisco</b>	12,0263652	17,01213347	0,609552966	0,911669579
<b>San Isidro de Benagéber</b>	8,21593219	7,747767729	0,419861237	0,601834976
<b>San Jerónimo</b>	13,54960966	29,92187813	0,739799029	1,011498832
<b>San Martín</b>	8,722760876	11,1123687	0,35907129	0,707607178
<b>Sant Francesc</b>	1,018296244	0,796394332	0,031388621	0,065050274
<b>Sant Gerard</b>	0,044055633	0,171923161	0,003514925	0,002983414
<b>Sant Josep</b>	8,793871859	8,678693528	0,318182859	0,681744616
<b>Sant Lluís</b>	2,099327391	2,278905605	0,081375303	0,176544101
<b>Sant Ramon</b>	4,283159943	4,72520909	0,47649568	0,333754269
<b>Santa Rosa</b>	4,715215147	5,050982867	0,374553111	0,371560784
<b>Sector R-6</b>	10,02058097	9,825164226	0,351251393	0,707569283
<b>Sector R-7</b>	2,013657421	2,993737766	0,087611302	0,152538258
<b>Sedaví</b>	168,7326673	458,7211567	10,38181064	11,52133942
<b>Senda de Les Vaques</b>	3,594354855	2,527817414	0,10386722	0,21147267
<b>Serra</b>	19,20638161	18,90718017	0,682259549	1,396908826
<b>Sierra Perenchiza</b>	0,499634724	0,505227573	0,018250789	0,039323895
<b>Silla</b>	187,2380687	294,7912741	8,421305824	14,17012338
<b>Sollana</b>	13,4919175	14,82297129	0,508872649	1,025736951
<b>Sueca</b>	19,49942564	31,7928681	0,895762014	1,485019131
<b>Tavernes Blanques</b>	118,3640112	191,6173266	5,443418056	8,415944814
<b>Terramellar</b>	138,8076578	315,7765066	7,759288554	9,470812409
<b>Torre de Porta Coeli</b>	2,259784835	2,143177393	0,079579063	0,169531075
<b>Torrent</b>	268,9645798	345,34349	12,59056699	18,9421621
<b>Tros Alt</b>	8,998725278	10,8432375	0,357335143	0,70525069
<b>Turís</b>	7,470346488	8,450355123	0,285980111	0,572415873
<b>Urbanització Aguas Perdidas</b>	0,194856789	0,676279118	0,014282299	0,013442103
<b>Urbanització Ausiàs March</b>	0,707464469	0,783078035	0,06511087	0,056400299
<b>Urbanització Bonanza</b>	0,123477662	0,120598765	0,004438175	0,009493802
<b>Urbanització Cabeç Bort</b>	0,010309861	0,01387852	0,000470183	0,001046387
<b>Urbanització Cabeza Redondo</b>	21,33911744	35,1434011	1,006304088	1,754088608

Urbanització Campolivar	79,42503207	112,6964352	3,356008059	5,881538597
Urbanització Canyapar	4,385996551	4,43916265	0,16169924	0,347559059
Urbanització Cims de Calicanto	14,03905751	17,11833296	0,57088468	1,161872037
Urbanització Cims de Sant Antoni	26,77894477	27,65844045	0,961411619	1,909686232
Urbanització Corral Nou	4,360003459	4,666701766	0,160167338	0,314104389
Urbanització de l'Alt	14,20317068	17,06220754	0,56356657	1,115530602
Urbanització el Ciscar	3,364860537	3,228535696	0,176281147	0,249367236
Urbanització el Corralet	5,571352543	5,200476397	0,194945271	0,41381886
Urbanització El Flare	0,343232851	0,340510457	0,012395221	0,026621174
Urbanització El Molinet	9,041934055	9,220599792	0,333765467	0,719005082
Urbanització El Pedregal	0,563927766	0,603120574	0,021684087	0,046914138
Urbanització El Pinar	3,867192178	3,944058192	0,143620734	0,308844193
Urbanització El Pla de les Clotxes	2,159667051	2,294003872	0,082486898	0,178398733
Urbanització els Trencalls	0,142411278	0,134866373	0,005021215	0,010687818
Urbanització Hort de la Rabassa	7,531861343	7,915426301	0,285027594	0,615867596
Urbanització La Buitrera	2,688984558	3,272286846	0,103620092	0,188710024
Urbanització La Canyada	89,34813705	122,1591136	4,572993614	6,979651246
Urbanització la Carrasca	12,42172189	12,86227798	0,451553111	0,907203061
Urbanització La Creu de Gràcia	97,32719582	213,2936419	5,281937508	7,216813425
Urbanització La Lloma del Calderer	27,99338197	25,42145962	1,088555118	2,014318466
Urbanització la Lloma-Horta Nova	13,53403926	14,21003301	0,494718077	0,986757329
Urbanització la Loma	17,46646597	18,00252532	0,633489909	1,27488886
Urbanització La Masia	7,958288676	9,98442348	0,316088069	0,581368384
Urbanització La Sima	2,081731116	2,069024192	0,075737479	0,162408474
Urbanització Les Blasques	3,757186861	3,900531178	0,141090682	0,304268676
Urbanització les Llomes	15,1870949	14,09553915	0,529075124	1,122334203
Urbanització Lloma Llarga	4,485734546	4,407614107	0,162474061	0,347489032
Urbanització Mas de Traver	18,8756136	19,83248341	0,861653702	1,527495212
Urbanització Maset del Pou	4,768850612	5,456512376	0,184962291	0,37331548
Urbanització Medicàlia	40,93672607	90,36423345	2,23981887	3,080785339
Urbanització Montaragó	2,937424932	5,033486866	0,137097463	0,214777523
Urbanització Montcati	1,187392618	1,152877912	0,042302143	0,090540694
Urbanització Monte Rosado	14,92694591	17,26475498	0,584256496	1,18703299
Urbanització Monteamor	5,593135216	5,778517124	0,202837877	0,406471542
Urbanització Mont-ros	9,012910203	10,31803197	0,341672759	0,651409575
Urbanització Port Saplatja	115,2984966	264,364252	6,451638334	8,608812816
Urbanització San Miguel	0,007321184	0,009855341	0,000333884	0,000743055
Urbanització Sant Miquel	3,16747144	6,666121822	0,166883451	0,230584856
Urbanització Santa Ana	8,239064324	7,605813907	0,283521742	0,601395817
Urbanització Santa Barbara	0,846171302	0,733813525	0,027970057	0,058857398
Urbanització Santa Mònica	8,263086412	8,571656903	0,308736488	0,666629449
Urbanització Serra i Mar	0,924812568	0,966669636	0,034930489	0,075377112
Urbanització Tancat de l'Alter	5,765081286	5,828464093	0,530676172	0,424164039
Urbanització Torre d'en Conill	55,94206216	67,665046	2,174348869	4,064741643
Urbanització Tres Rutas	26,36319268	25,29211051	0,939539366	2,002479895

Urbanització Vall de Flors	0,846189974	0,923413623	0,032943231	0,071507618
Urbanització Vall del Túria	1,582389073	1,788564179	0,058492598	0,109017749
Urbanització Vinyamalata	0,709884417	0,704187873	0,025839663	0,055364664
Urbanización Cañada Fría	0,804884467	0,831469966	0,030216605	0,064148124
Urbanización Colinas de San Antonio	99,74301048	181,4281339	4,867056212	7,58365868
Urbanización Cumbres de San Antonio	13,16578232	14,97501554	0,497578201	0,962586648
Urbanización La Cañada del Fraile	5,314597447	12,04303125	0,297744361	0,412839339
Urbanización La Fuentecica	8,788839287	17,76517008	0,459400671	0,684254656
Urbanización La Loma del Castillo	7,180136085	17,00837179	0,410159266	0,53590189
Urbanización Las Pedrizas	0,917771312	1,030425884	0,036457336	0,079438412
Urbanización Los Cabuchuelos	2,067371772	3,103747493	0,090922106	0,15825472
Urbanización Mirasoles	0,181659104	0,183692574	0,006635692	0,014297532
Urbanización Monsec	2,894988035	3,085854134	0,110796187	0,239770776
Urbanización Montesano	54,4776969	107,3894613	2,798430461	4,214154162
Urbanización Santa Bárbara	35,19854611	31,60776482	1,18931388	2,516680686
Urbanización Sol, Mar y Naranjos	3,120930535	9,509295302	0,208275616	0,2164911
Urbanización Virgen de la Estrella	16,51421254	15,07625481	0,567716892	1,202137804
València	6267,520107	13141,46943	343,3315208	421,8542183
València la Vella	28,0815698	29,42731164	1,38807182	2,258240594
Valentia	15,69569015	33,51365009	0,838893975	1,168647955
Vall de Llíria	0,094541481	0,368939658	0,007542876	0,006402277
Venta de Poio	24,03229773	46,73958854	1,234658944	1,918992458
Vilamarxant	16,42714852	45,98485735	1,041707147	1,188449679
Vilanova	5,667414882	17,24222911	0,379655169	0,403083941
Villa Carmen	16,09876695	17,04494041	0,590259214	1,199581959
Villas l'Elia	11,04050815	16,42317263	0,488933315	0,882738897
Vinlesa	9,955150217	19,7492538	0,498145515	0,674018576
Viñamalata	0,339453957	0,333681759	0,012279671	0,026276395
Virgen de Montserrat	14,20571654	17,15882899	0,564698921	1,112555493
Vista Calderona	0,474892571	0,46218737	0,017062525	0,036458801
Xalets de Lladró	0,645930279	0,726163287	0,025696868	0,055992193
Xirivella	280,1982394	525,4899177	13,75612158	20,3551996
Yale	0,307167242	0,222092038	0,131034368	0,005553116