

Congreso Nacional del Medio Ambiente  
Madrid del 31 de mayo al 03 de junio de 2021

# INDICADORES Y HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO Y SEGUIMIENTO DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES (ZBE)

Rafael Borge  
Calidad del aire (ST-39)  
#conama2020



- 
- 01** Introducción
  - 02** Aspectos a considerar: diseño
  - 03** Aspectos a considerar: seguimiento
  - 04** Comentarios finales y recomendaciones

# 01 INTRODUCCIÓN

## ¿Qué son las zonas de bajas emisiones?

- Las zonas de bajas emisiones (ZBE, LEZ) son áreas donde el acceso de determinados vehículos está restringido (total o parcialmente) en función de sus emisiones
- Normalmente se asocian a objetivos de calidad del aire en ciudades y se aplican restricciones en función de la tipología del vehículo o estándares de emisión



## ¿Qué son las zonas de bajas emisiones?

- Según la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética:

---

Núm. 121

Viernes 21 de mayo de 2021

Sec. I. Pág. 62028

---

Los planes de movilidad urbana sostenible habrán de ser coherentes con los planes de calidad del aire con los que, en su caso, cuente el municipio con arreglo a lo previsto en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Se entiende por zona de baja emisión el ámbito delimitado por una Administración pública, en ejercicio de sus competencias, dentro de su territorio, de carácter continuo, y en el que se aplican restricciones de acceso, circulación y estacionamiento de vehículos para mejorar la calidad del aire y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, conforme a la clasificación de los vehículos por su nivel de emisiones de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Vehículos vigente.

Cualquier medida que suponga una regresión de las zonas de bajas emisiones ya existentes deberá contar con el informe previo del órgano autonómico competente en materia de protección del medio ambiente.

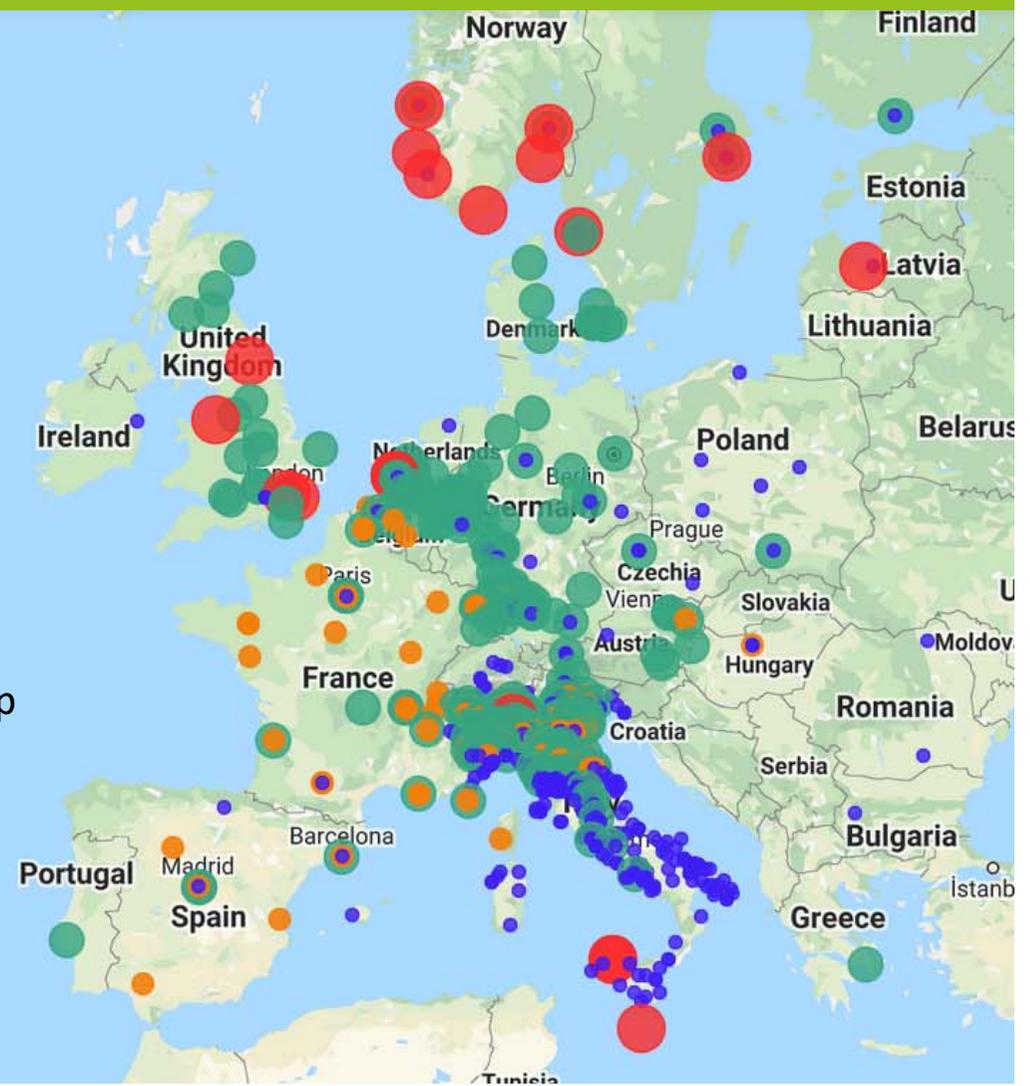
## ¿Son una herramienta común?

Search Map

-  Low Emission Zone
-  Urban Road Tolls
-  Other Access Regulation
-  Pollution Emergency

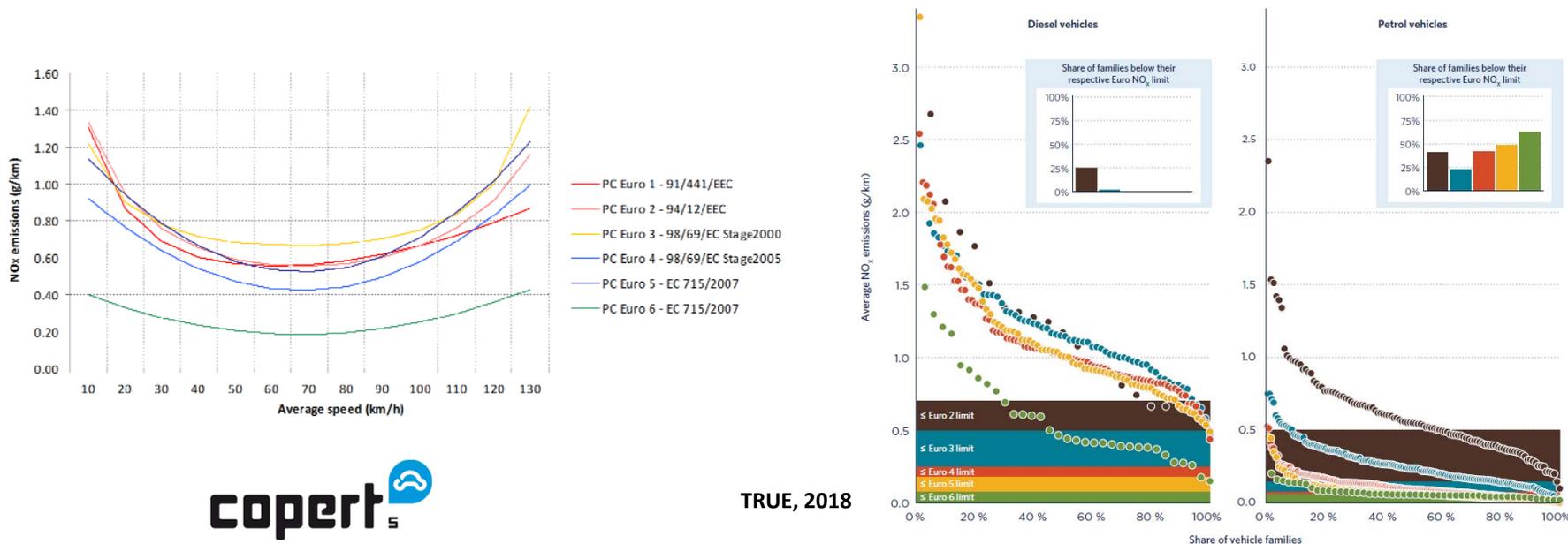
<https://urbanaccessregulations.eu/userhome/map>

- Comenzaron en Suecia (1996); actualmente hay más de 200 LEZs en Europa



## ¿Y son eficaces?

- Su efecto varía considerablemente dependiendo de las circunstancias particulares de cada caso:
  - En general son más efectivas para PM (EC especialmente) que para NO<sub>x</sub> (GEI?)
  - Depende mucho de la extensión del área restringida
  - Depende del nivel de restricción de acceso (pesados, ligeros, norma Euro)
  - Depende mucho del parque circulante y patrones de tráfico de la ciudad



**02 Aspectos a considerar:  
diseño**

## Parque circulante de vehículos

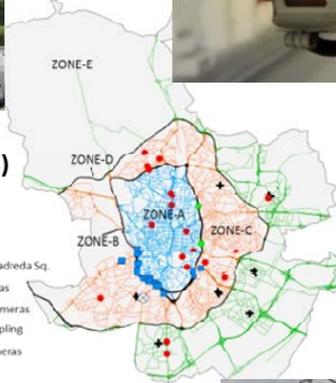
- Es importante caracterizar el parque circulante



Red-light cameras (17 locations)



Calle 30 cameras (tunnels) (34 loc.)

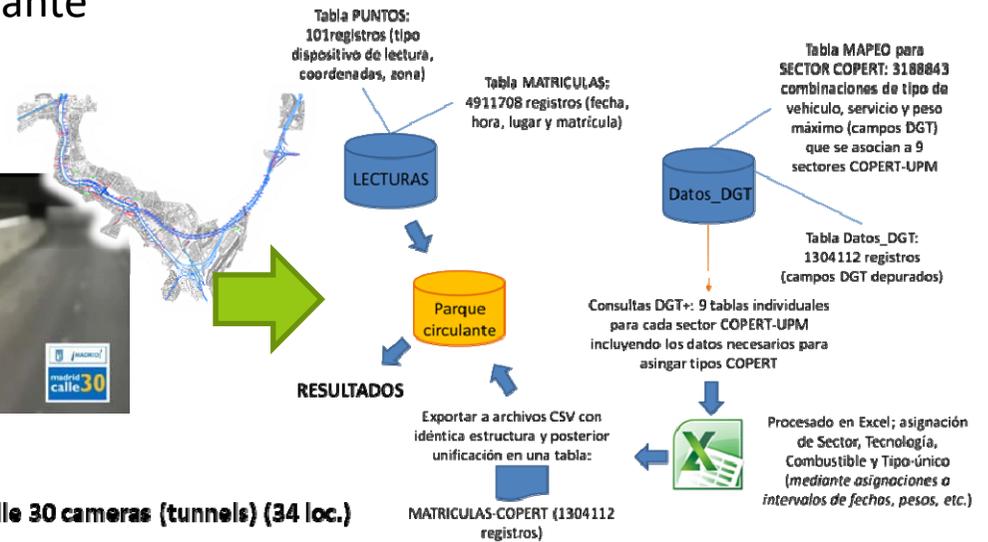


FL cameras (2 locations)



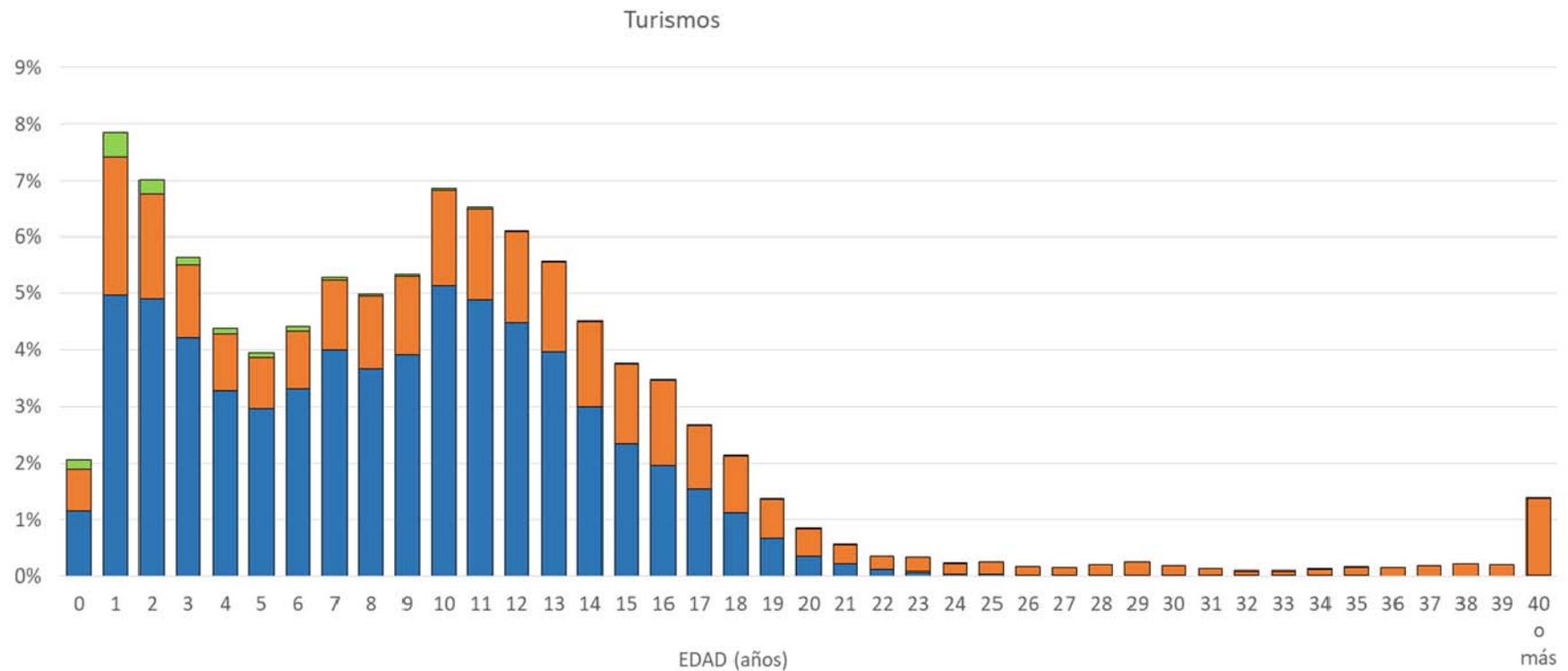
Manual sampling (13 locations)

M-30 cameras (2 locations)



## Parque circulante de vehículos

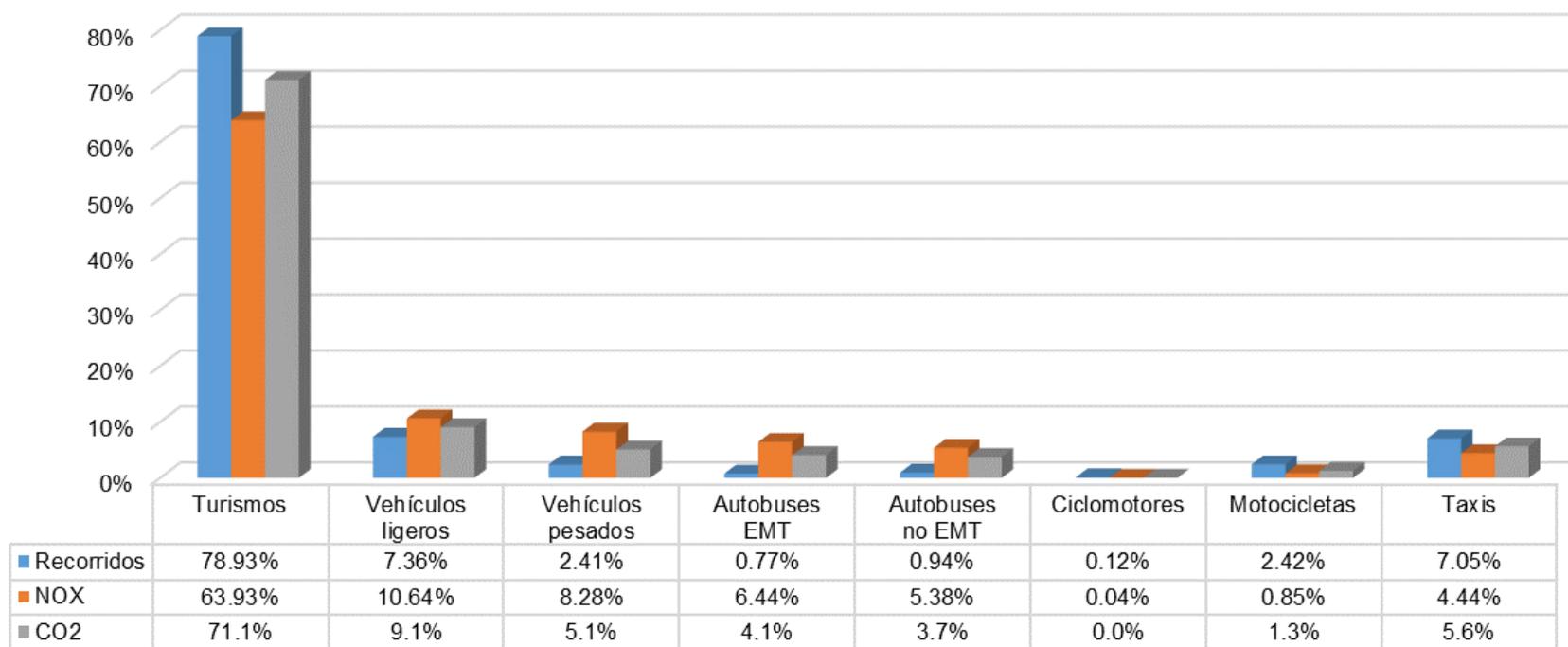
- Proporciona información muy práctica para definir el sector objetivo y nivel de ambición de la ZBE



## Parque circulante de vehículos

- Idealmente en el contexto de un inventario de emisiones urbano

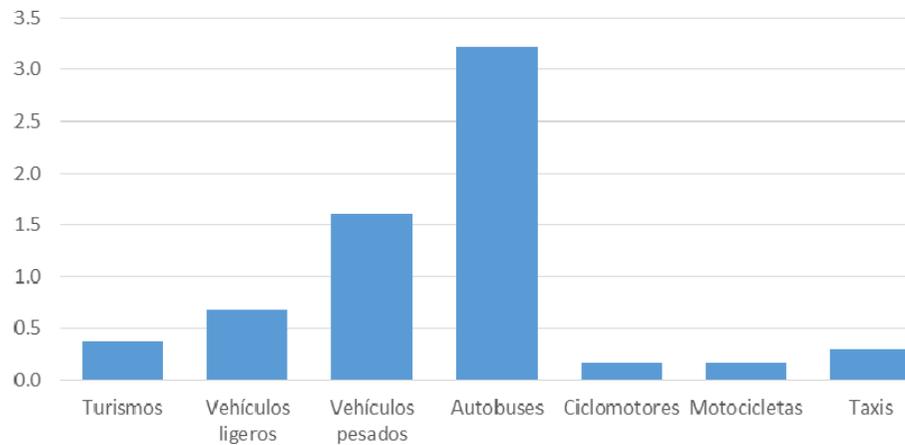
**Distribución por SECTOR - Municipio de Madrid - PC 2017**



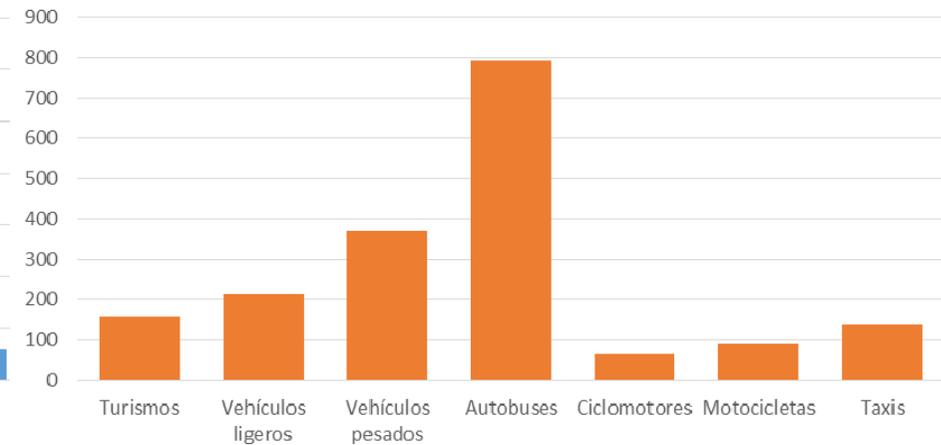
## Parque circulante de vehículos

- Idealmente en el contexto de un inventario de emisiones urbano

Factores de emisión promedio NO<sub>x</sub> (g/km)



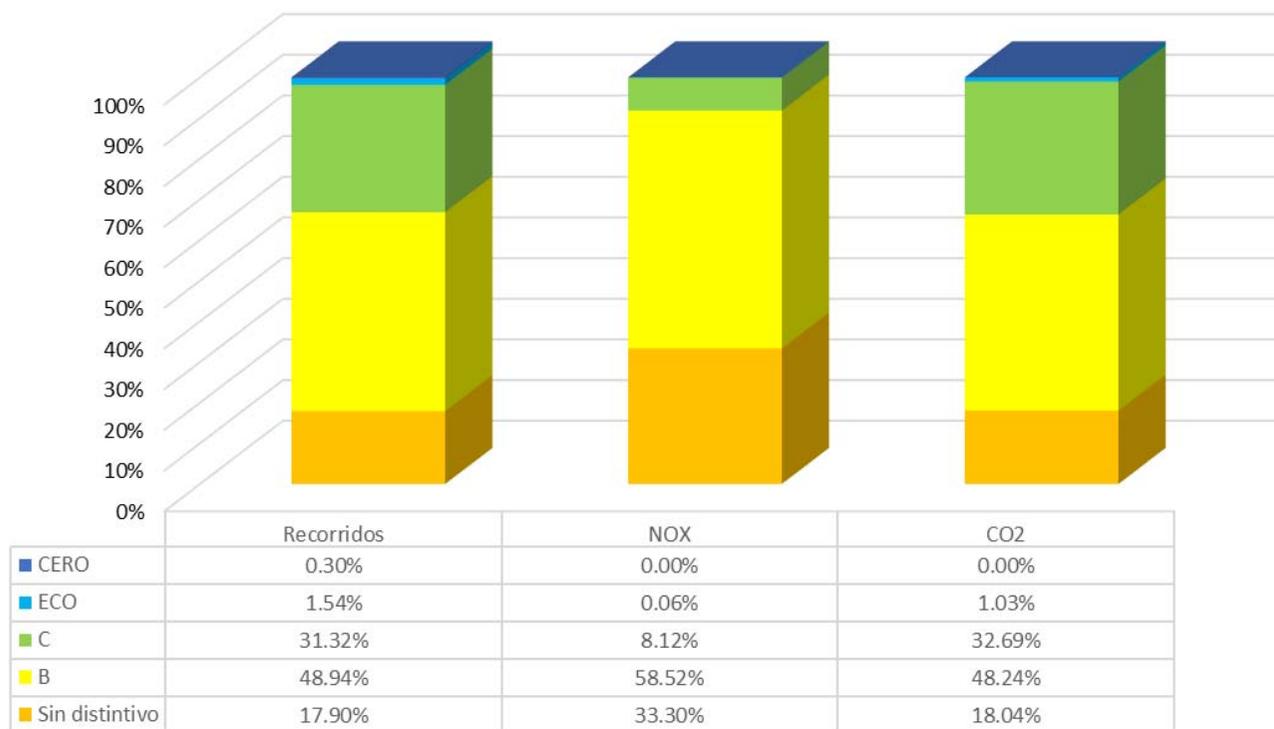
Factores de emisión promedio CO<sub>2</sub> (g/km)



## Parque circulante de vehículos

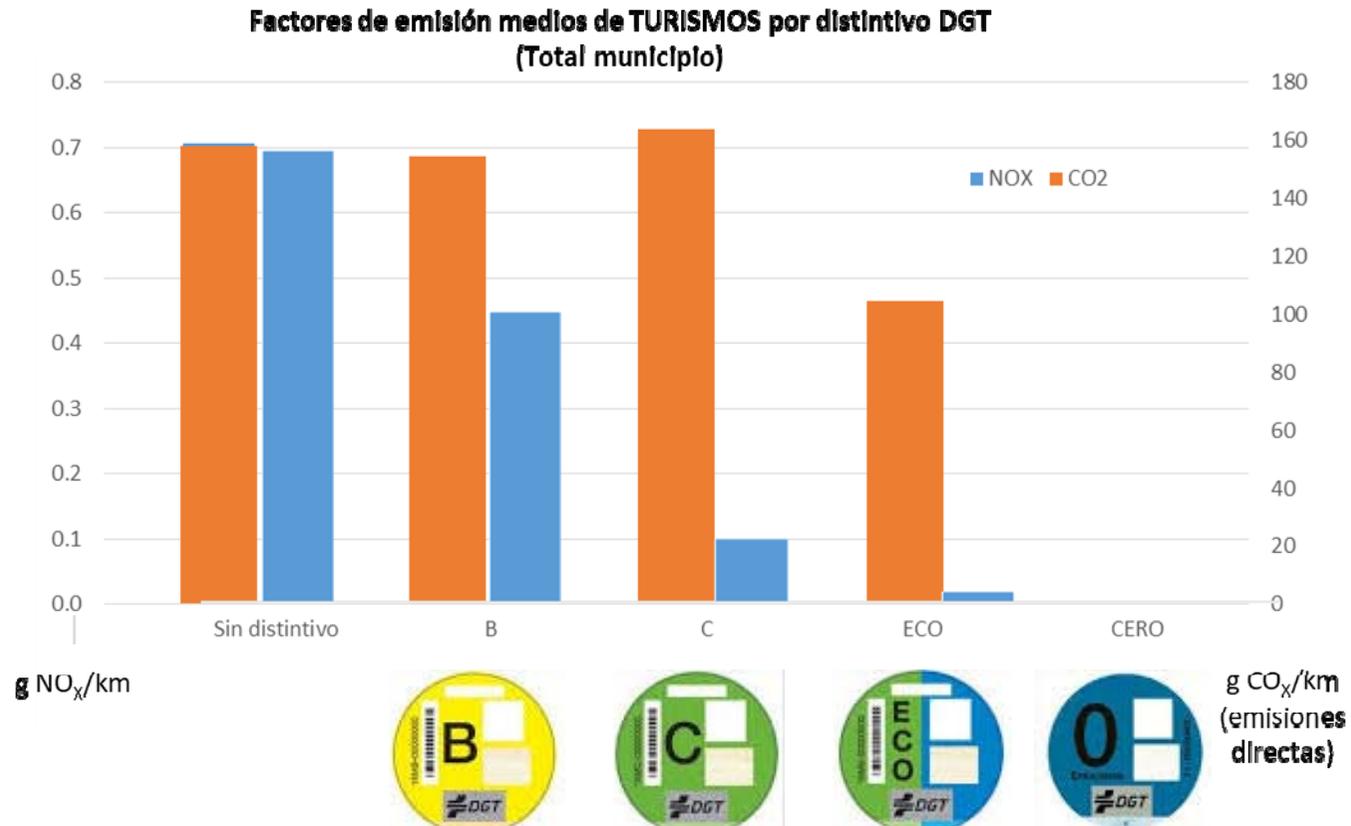
- Por defecto, pueden utilizarse referencias de otras ciudades (ej. Madrid)

**Distribución de emisiones de TURISMOS por distintivo DGT  
(Total municipio)**

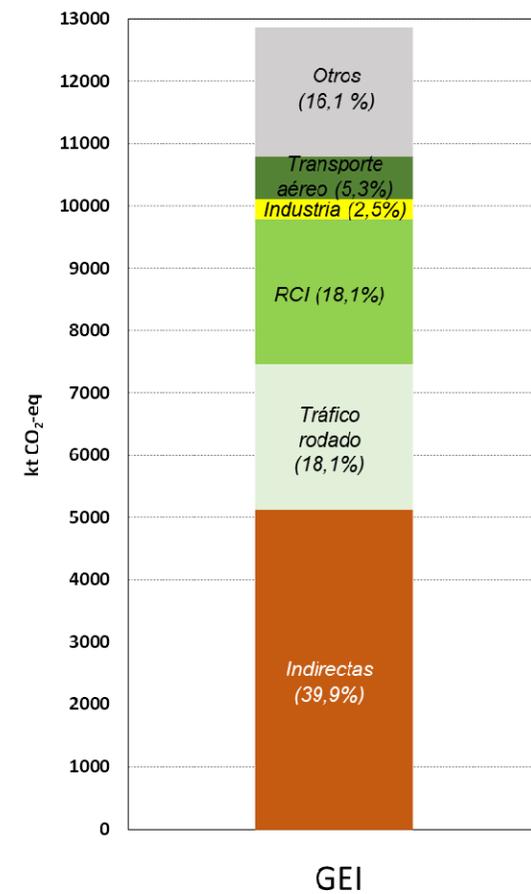
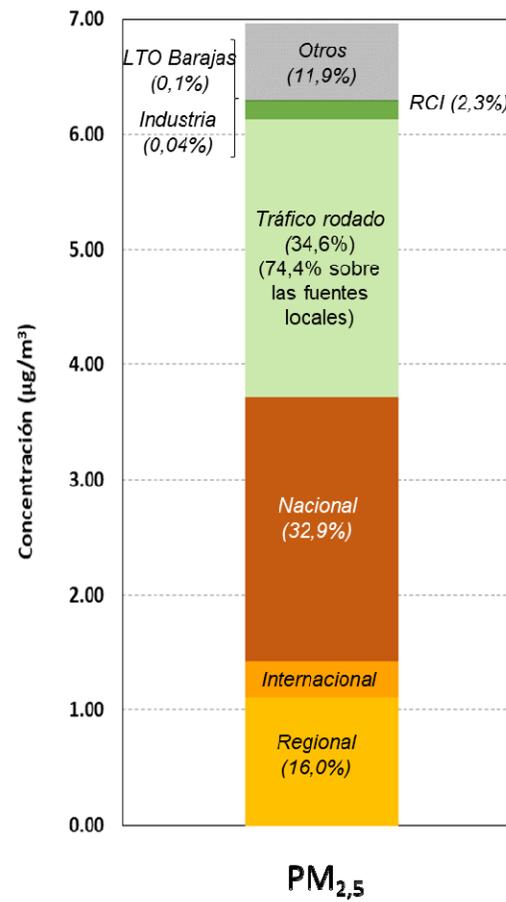
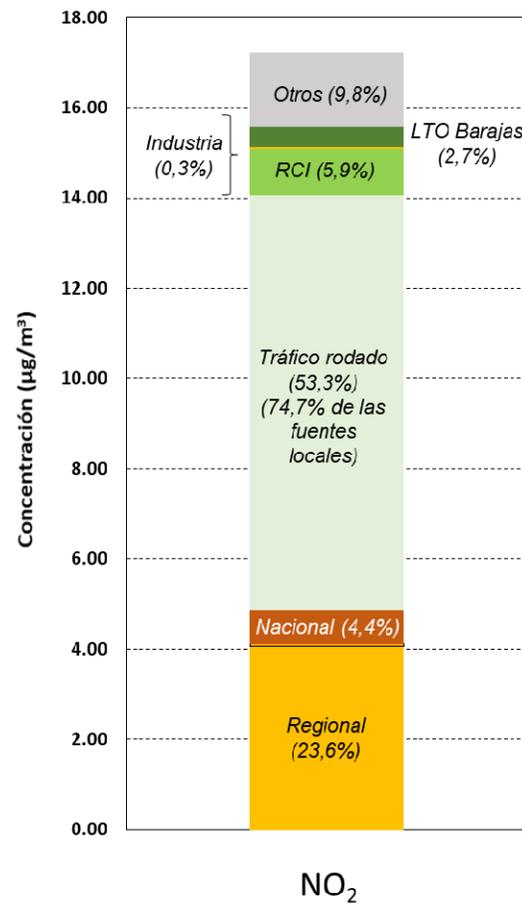


## Parque circulante de vehículos

- Por defecto, pueden utilizarse referencias de otras ciudades (ej. Madrid)



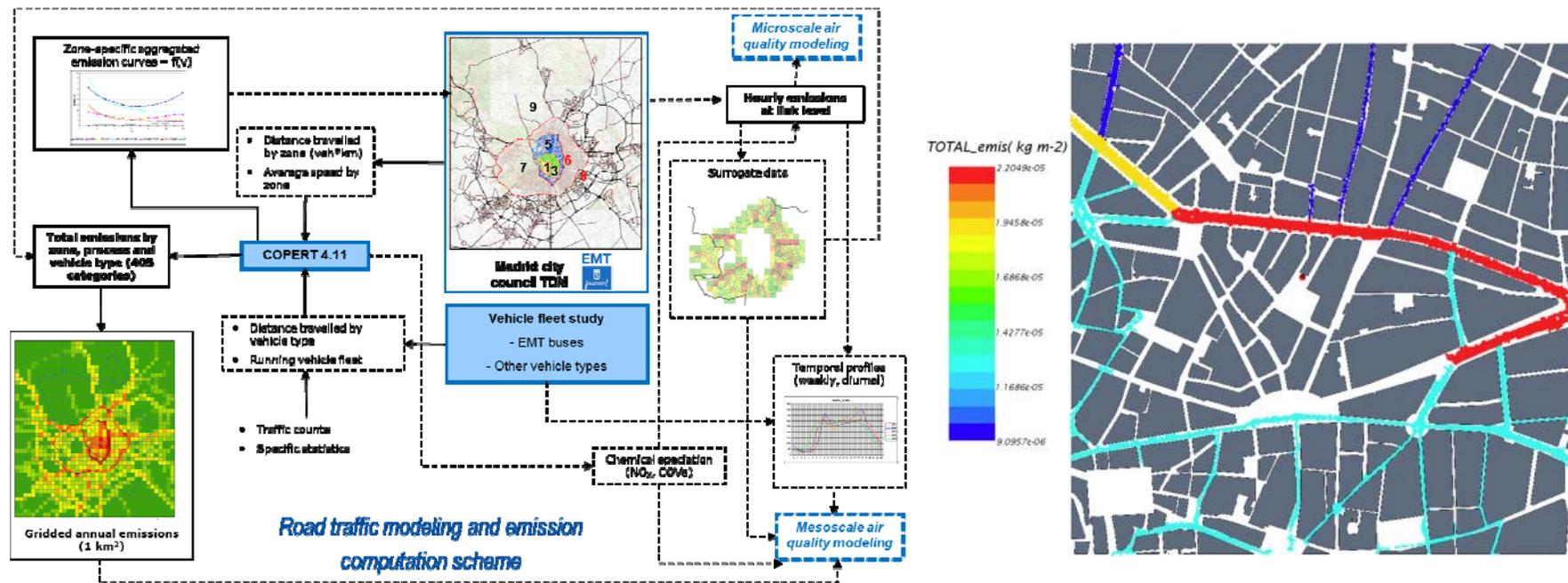
## Análisis de contribución de fuentes previo...



- Inventario + modelo de calidad del aire

## Impacto en los recorridos

- La delimitación de la ZBE, además de otras cuestiones prácticas/logísticas idealmente debería basarse en simulaciones de tráfico, **que consideren el efecto en la demanda:**



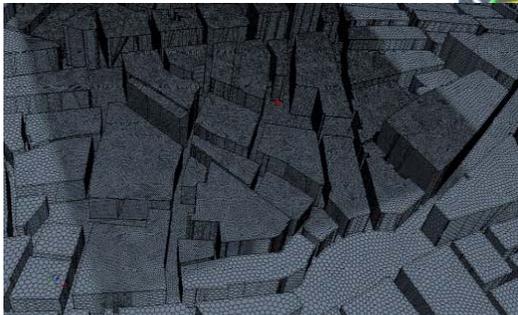
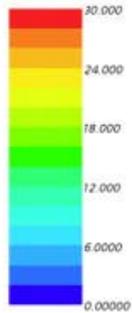
Borge et al., 2018

- Comparación de escenarios

## Impacto en la calidad del aire

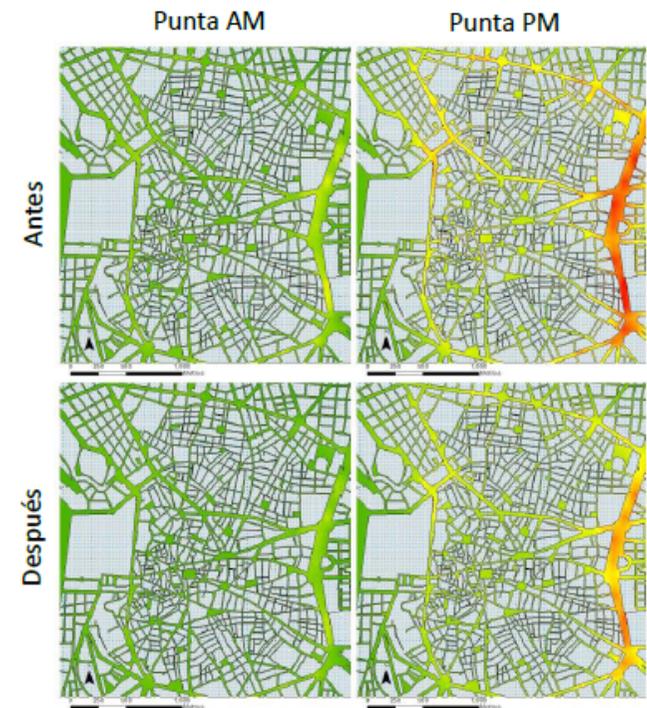
- Idealmente, los modelos de calidad del aire de muy alta resolución pueden proporcionar una estimación razonable del efecto de una determinada estrategia:
- Modelos complejos (CFD)

Avoided\_NO2\_Conc (percentage)



Borge et al., 2018

2.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   110.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Sánchez, 2021

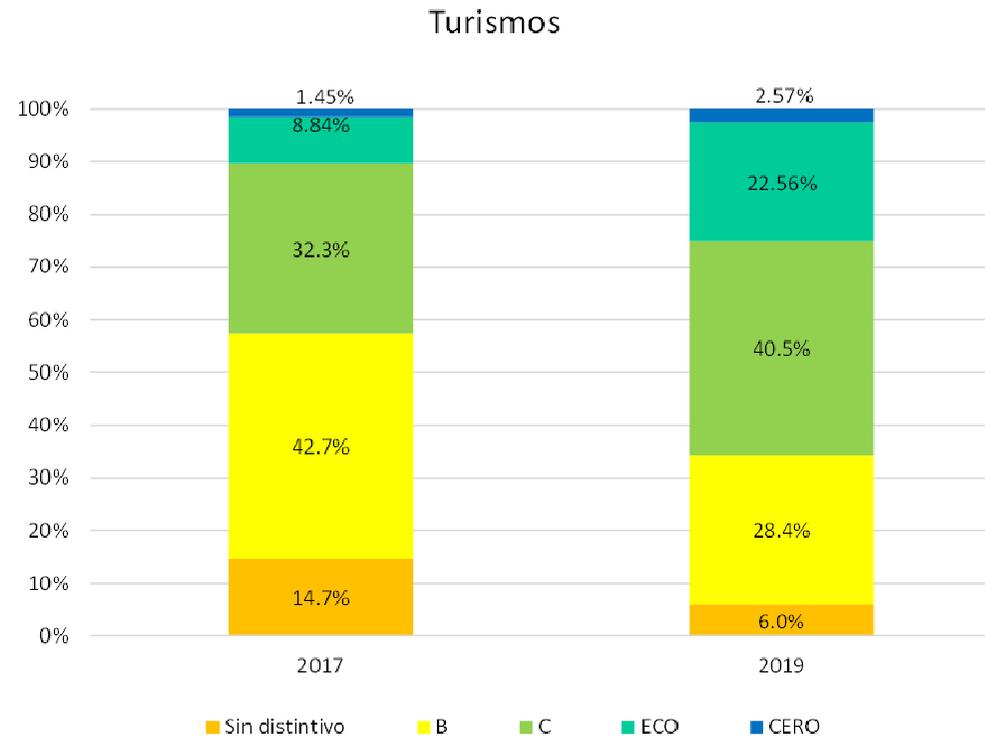


- Modelos estacionarios

**03 Aspectos a considerar:  
seguimiento**

## Indicadores

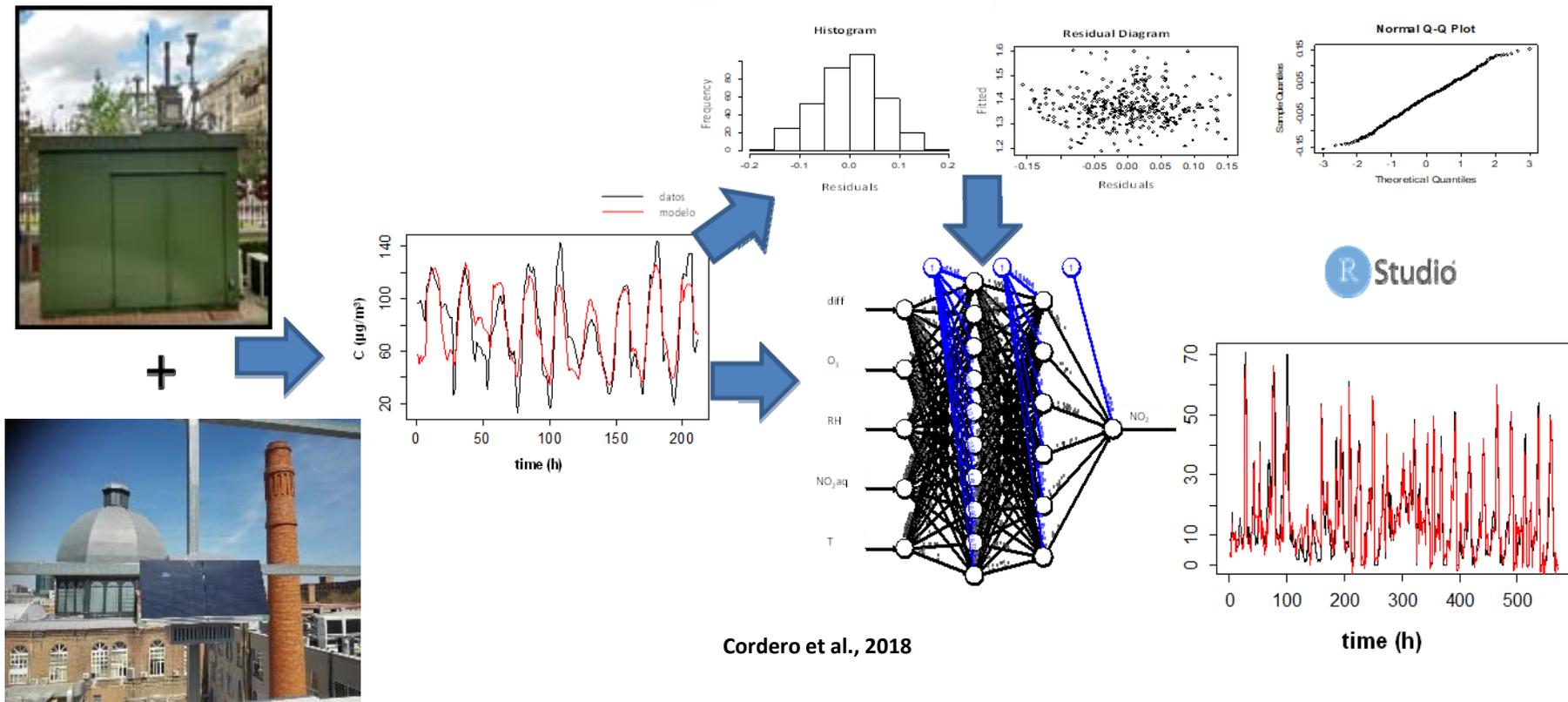
- Intensidad de tráfico (aforos) y datos de las cámaras:



- Importancia de valorar la evolución dentro y fuera de la ZBE (varios ámbitos si es posible)

## Indicadores

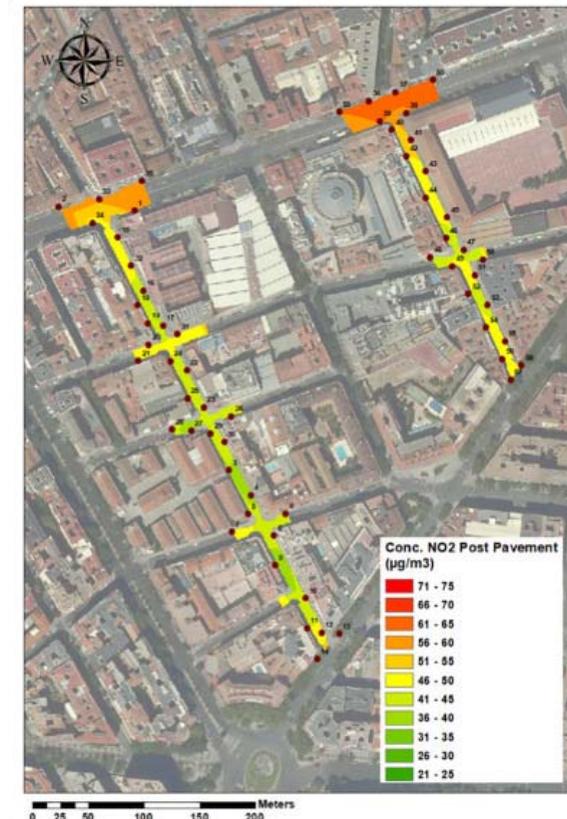
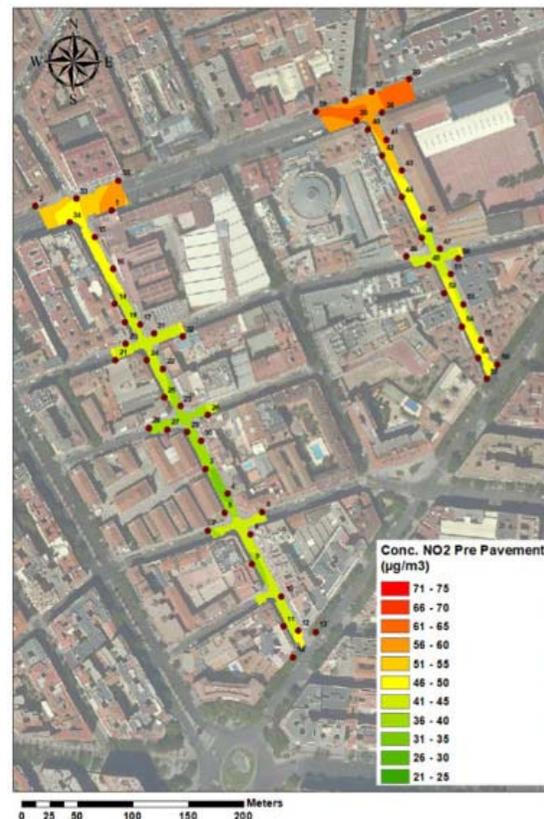
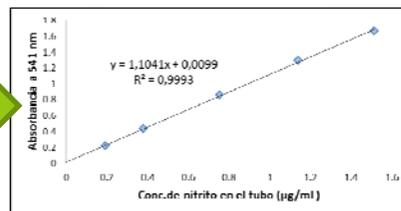
- Calidad del aire (extremadamente complejo):
  - Disponibilidad de puntos de medida fiables y rigurosas



Cordero et al., 2018

## Indicadores

- Calidad del aire (extremadamente complejo):
  - Disponibilidad de puntos de medida fiables y rigurosas



Cordero et al., 2021

## Indicadores

- Calidad del aire (extremadamente complejo):
  - Atribución de variaciones en el espacio y el tiempo

- Detalle últimos 2 meses (diciembre 2018 y enero 2019):

### Madrid Central

Var fondo = **-8.9%**    Var tráfico = **+7.2%**

```
timeVariation(subset(inv,inv$Area=="Madrid Central" |
inv$TIPO_ESTACION=="FONDO"), pollutant = "NO2",
statistic = "median",col = "firebrick", type =
"Madrid_central")
```

### Interior Calle30

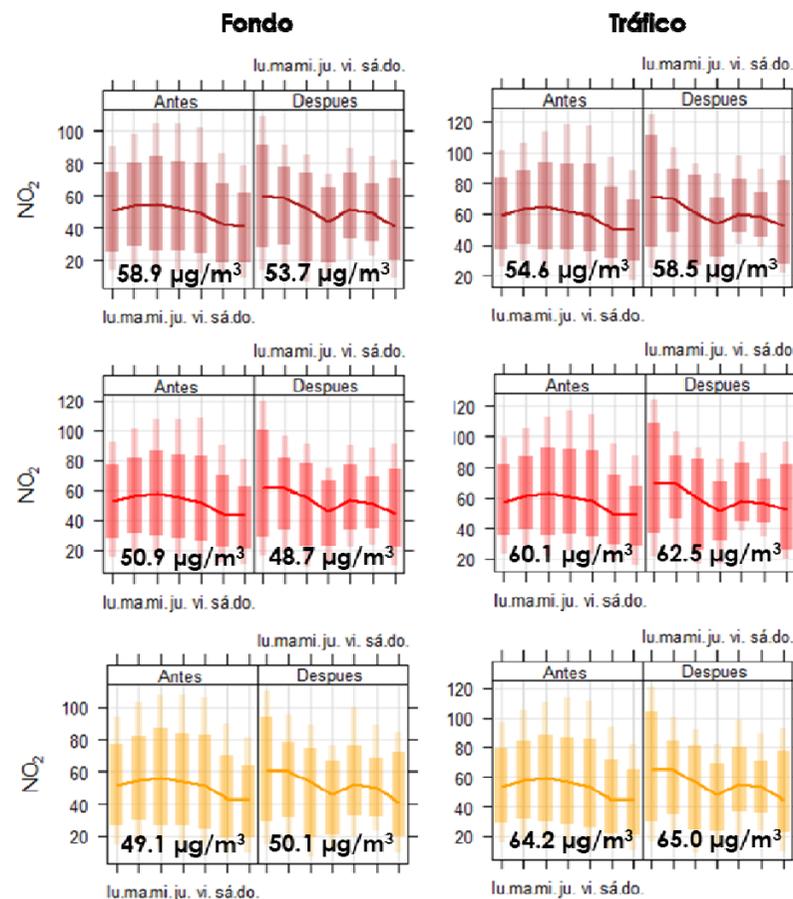
Var fondo = **-4.2%**    Var tráfico = **+4.1%**

```
timeVariation(subset(inv,inv$Area=="Madrid Central" |
inv$TIPO_ESTACION=="FONDO"), pollutant = "NO2",
statistic = "median",col = "red", type =
"Madrid_central")
```

### Exterior Calle30

Var fondo = **+2.1%**    Var tráfico = **+1.3%**

```
timeVariation(subset(inv,inv$Area=="Exterior Calle30" |
inv$TIPO_ESTACION=="FONDO"), pollutant = "NO2",
statistic = "median",col = "orange", type =
"Madrid_central")
```



## Indicadores

- Otros indicadores:
  - Relevantes para los objetivos
  - Cuantitativos
  - Sostenibles en el tiempo
  - Basados en estadísticas municipales contrastables
  - Distintos ámbitos:
    - Ruido
    - Transporte público
    - Movilidad peatonal
    - Estacionamiento
    - Indicadores socio-económicos
    - ...

**04** **Comentarios finales y  
recomendaciones**

## Comentarios finales y recomendaciones

- Oportunidad de interpretar la normativa y adaptarla a las necesidades concretas de cada municipio y alinearla con otras estrategias de calidad del aire / cambio climático local o regional
  
- Criterios básicos:
  - Suficientemente amplia como para disuadir la demanda: evitar efecto frontera / transvase de tráfico (necesidad de alternativas)
  - Suficientemente ambiciosa como para acelerar el cambio tecnológico: efecto en el conjunto de la ciudad / región
  
- Otras consideraciones:
  - Infraestructura y logística
  - Normativa
  - **Información y comunicación**

**CONAMA 2020**

Congreso Nacional del Medio Ambiente. #Conama2020



# ¡Gracias!

#conama2020