

Congreso Nacional del Medio Ambiente
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018



LIFE+ RESPIRA: RESULTADOS SOBRE VALORACIÓN DEL IMPACTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DEL TRÁFICO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE Y SALUD INCLUYENDO ESTIMACIÓN DE COSTES

José Luis Santiago, E. Rivas, F. Martín, Y. Lechón, B. Sánchez, A. Martilli, R. Alonso, J.M. Santamaría

ST-22 Calidad del aire

#conama2018



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Universidad
de Navarra



- 01** Proyecto LIFE+RESPIRA
- 02** Estudios sobre estrategias de mejora de la calidad del aire. Metodología
- 03** Modelización de medidas pasivas: vegetación urbana y materiales fotocatalíticos
- 04** Modelización re-organización del tráfico en un barrio
- 05** Resumen y Conclusiones



01

PROYECTO LIFE+RESPIRA (LIFE13 ENV/ES/000417)



Proyecto LIFE+RESPIRA

- **Proyecto LIFE+RESPIRA:** “Medidas para reducir la exposición de los ciclistas a los principales contaminantes atmosféricos urbanos”. Referencia: LIFE13 ENV/ES/000417
- **Proyecto multidisciplinar** (34 investigadores) coordinado por Universidad de Navarra (J.M. Santamaría) y participa CIEMAT y GANASA.
- **Objetivos generales:**
 - Estudiar la contaminación en la ciudad de Pamplona con un alto grado de detalle.
 - Caracterizar la exposición de ciclistas y peatones a los principales contaminantes atmosféricos urbanos
- **Actividades:**
 - Monitorización a gran escala. Sensores llevados por ciclistas voluntarios durante todo el proyecto
 - Cuantificación de la inhalación de contaminantes
 - Papel que juega la vegetación dentro de las ciudades en la calidad del aire
 - Modelización de alta resolución de la calidad del aire: escala de barrio y de ciudad
 - Valoración económica de los impactos en salud
 - etc...



Proyecto LIFE+RESPIRA

- **Proyecto LIFE+RESPIRA:** “Medidas para reducir la exposición de los ciclistas a los principales contaminantes atmosféricos urbanos”. Referencia: LIFE13 ENV/ES/000417
- **Proyecto multidisciplinar** (34 investigadores) coordinado por Universidad de Navarra (J.M. Santamaría) y participa CIEMAT y GANASA.
- **Objetivos generales:**
 - Estudiar la contaminación en la ciudad de Pamplona con un alto grado de detalle.
 - Caracterizar la exposición de ciclistas y peatones a los principales contaminantes atmosféricos urbanos
- **Actividades:**
 - Monitorización a gran escala. Sensores llevados por ciclistas voluntarios durante todo el proyecto
 - Cuantificación de la inhalación de contaminantes
 - Papel que juega la vegetación dentro de las ciudades en la calidad del aire
 - Modelización de alta resolución de la calidad del aire: escala de barrio y de ciudad
 - Valoración económica de los impactos en salud
 - etc...



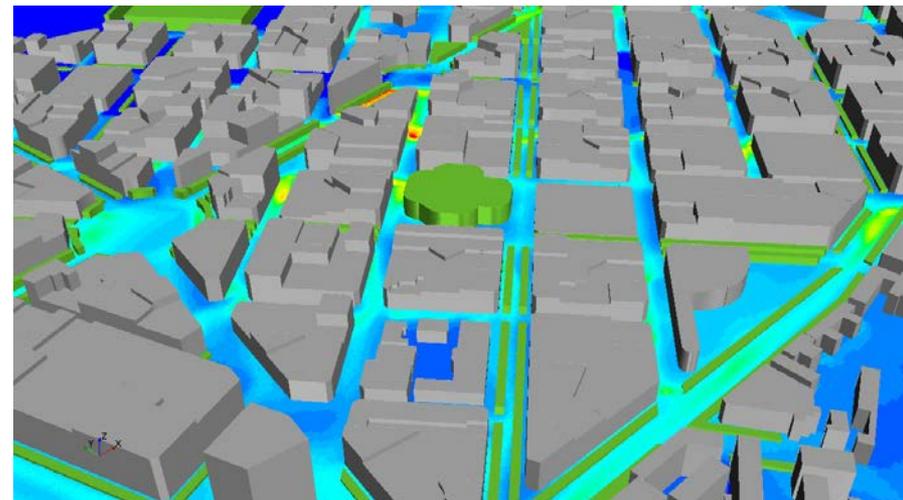
02

ESTUDIOS SOBRE ESTRATEGIAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE. METODOLOGÍA



Estudios sobre estrategias de mejora de la calidad del aire. Metodología

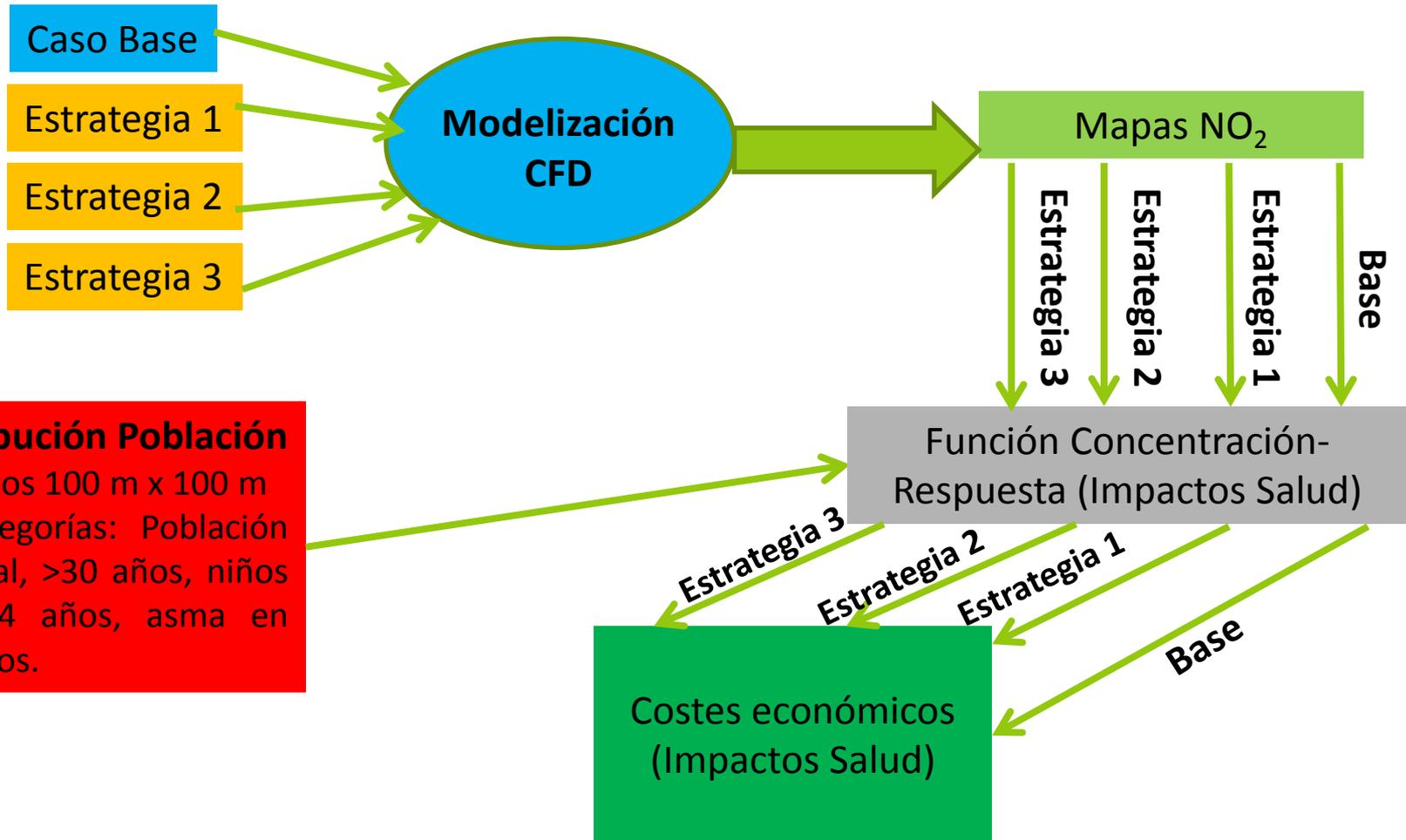
- Modelización de contaminantes con una técnica de dinámica de fluidos computacional (CFD)
- Geometría 3D detallada de los edificios y vegetación (discretizado → resolución ~ 1 m).
- Resolución de las ecuaciones de conservación de la masa y el momento teniendo en cuenta la turbulencia (aprox. RANS) → Mapas de NO₂ de alta resolución
- Caso Base: Modelización evaluada con datos experimentales.
- Barrio Pamplona (entorno Plaza de la Cruz).
- Estrategias: vegetación urbana, materiales fotocatalíticos, redistribución del tráfico.





Estudios sobre estrategias de mejora de la calidad del aire. Metodología

Metodología

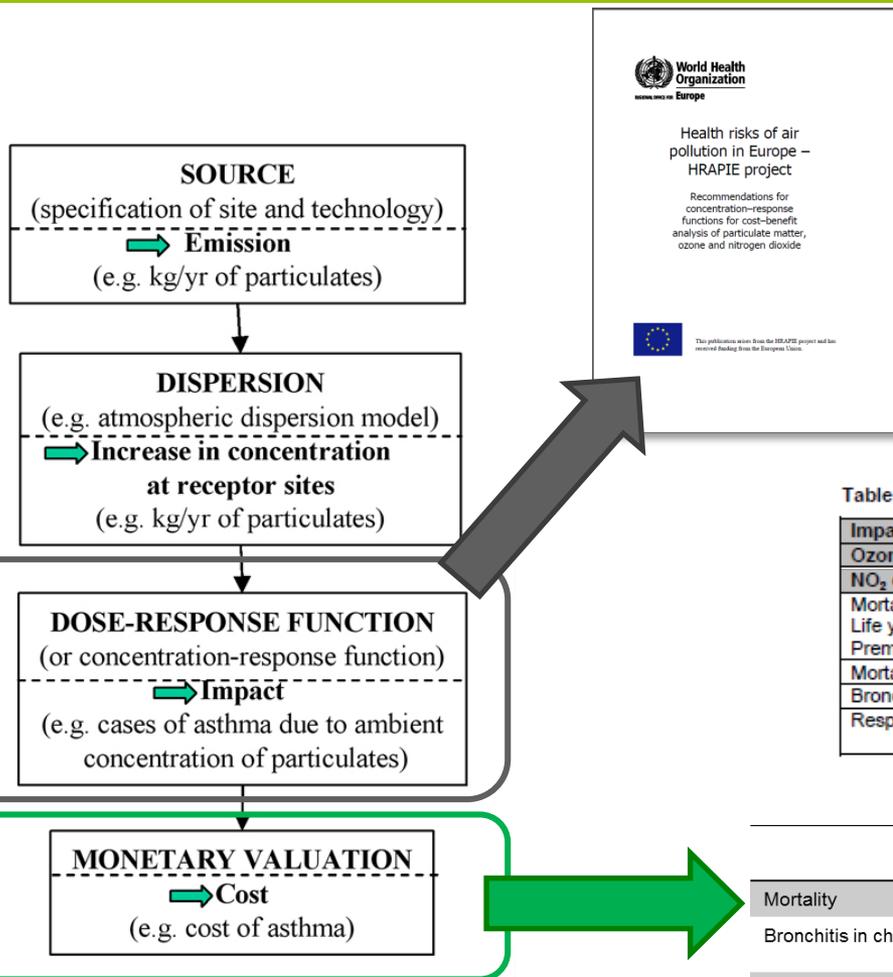


Distribución Población

- Datos 100 m x 100 m
- Categorías: Población total, >30 años, niños 5-14 años, asma en niños.



Estudios sobre estrategias de mejora de la calidad del aire. Metodología



Funciones Concentración-Respuesta

WHO, 2013. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide

NO₂

Monetary values

Holland, M. Cost-benefit Analysis of Final Policy Scenarios for the EU Clean Air Package. Version 2. Corresponding to IASA TSAP Report 11, Version 2a October 2014

Table 2.4. Updated values for the health impact assessment (price year 2005)

| Impact / population group | Unit cost | Unit |
|--|---|--|
| Ozone effects | | |
| NO₂ effects (though not quantified in this report) | | |
| Mortality from chronic exposure as: Life years lost, or Premature deaths | 57,700 / 133,000 1.09 / 2.22 million | €/life year lost (VOLY) €/death (VSL) |
| Mortality from acute exposure | 57,700 / 138,700 | €/life year lost (VOLY) |
| Bronchitis in children | 588 | €/case |
| Respiratory Hospital Admissions | 2,220 | €/hospital admission |

Precios actualizados con inflación a 2015

| | Monetary value | Unit |
|---------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| Mortality | 68,143.70 € | Euro ₂₀₁₅ /life year lost |
| Bronchitis in children | 694.43 € | Euro ₂₀₁₅ /case |
| Respiratory hospital admissions | 2,621.82 € | Euro ₂₀₁₅ /case |



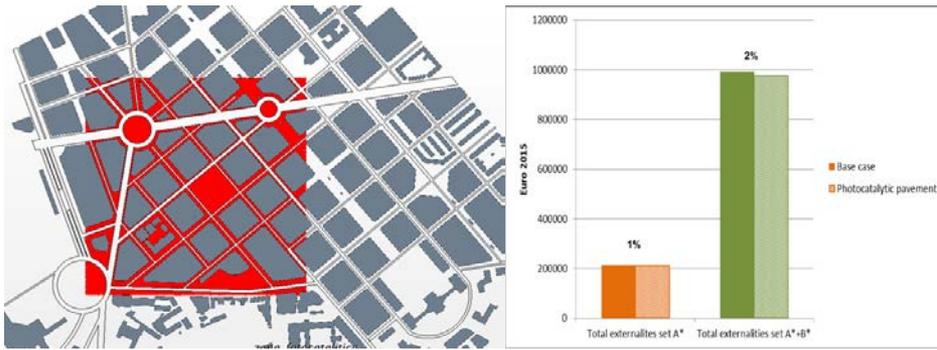
03

MODELIZACIÓN DE MEDIDAS PASIVAS: VEGETACIÓN URBANA Y MATERIALES FOTOCATALÍTICOS



Modelización del impacto de la implantación materiales fotocatalíticos

¿Cuál es el impacto de implementar un pavimento fotocatalítico sobre la concentración de NO₂ a la altura del peatón?



Condiciones e hipótesis de la modelización:

Pavimento 400 m x 400 m alrededor de Plaza de la Cruz (solo en aceras)

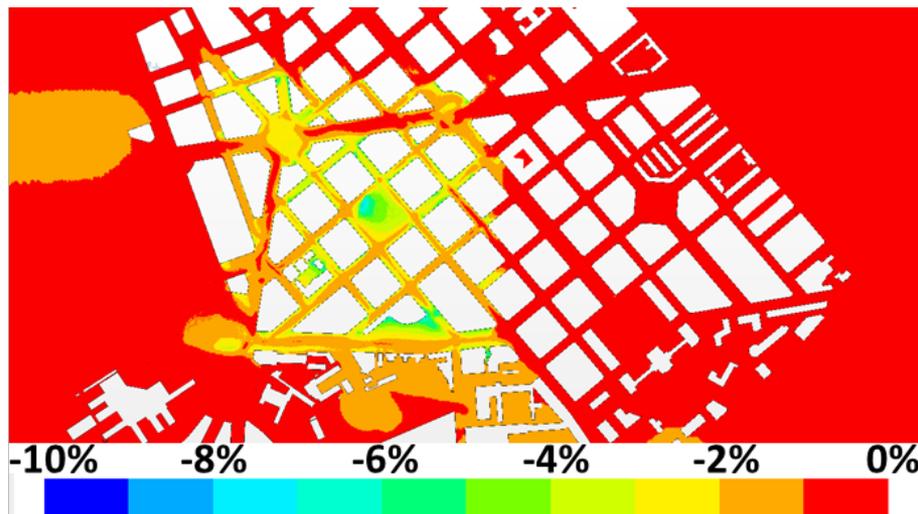
Siempre está fotoactivo con una velocidad de depósito de 0.5 cm/s (en realidad solo fotoactivo con radiación solar)

Comparadas concentraciones modelizadas con y sin material fotocatalítico.

Resultados:

Diferencias de concentraciones promedios a nivel de peatón alrededor del 2 % (al igual que en costes).

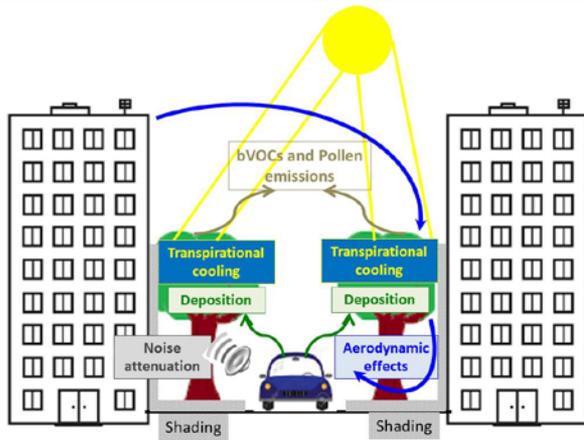
Baja efectividad a pesar de sobreestimar impactos con el modelo de calidad de aire.





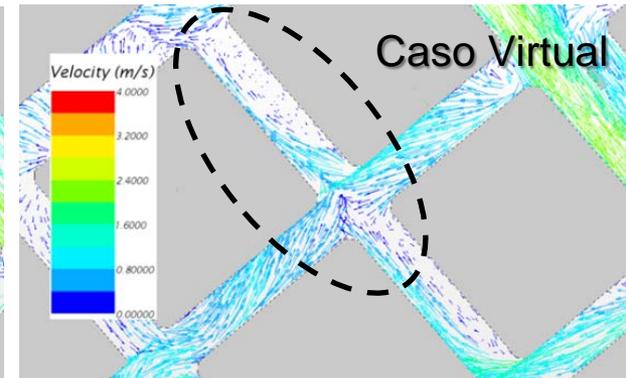
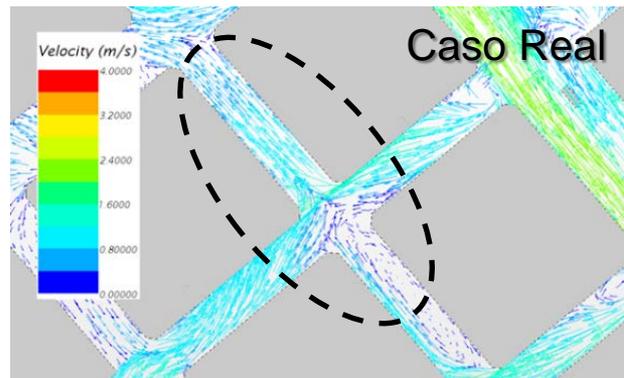
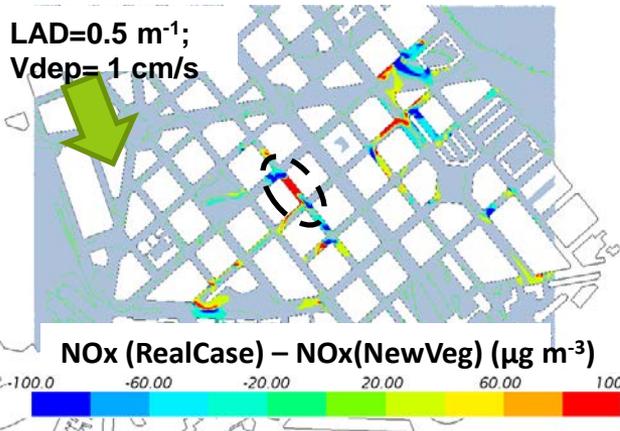
Modelización de la vegetación urbana: árboles en calle

¿Cuál es el impacto de plantar árboles en una calle sin ellos sobre la concentración de NO₂ a la altura del peatón?



Resultados:

- Los efectos aerodinámicos parecen más importantes que los de depósito dentro de la calle con tráfico.
- Impacto despreciable en salud en el propio barrio.





Modelización de la vegetación urbana: barreras vegetales

¿Cuál es la efectividad de una barrera vegetal para proteger una determinada zona de la contaminación del tráfico?

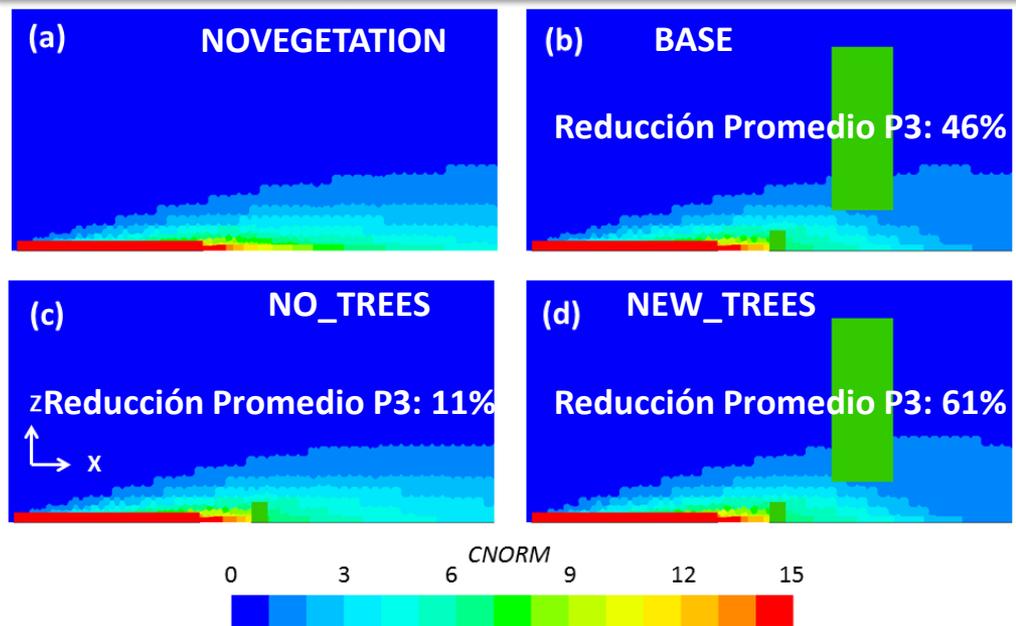
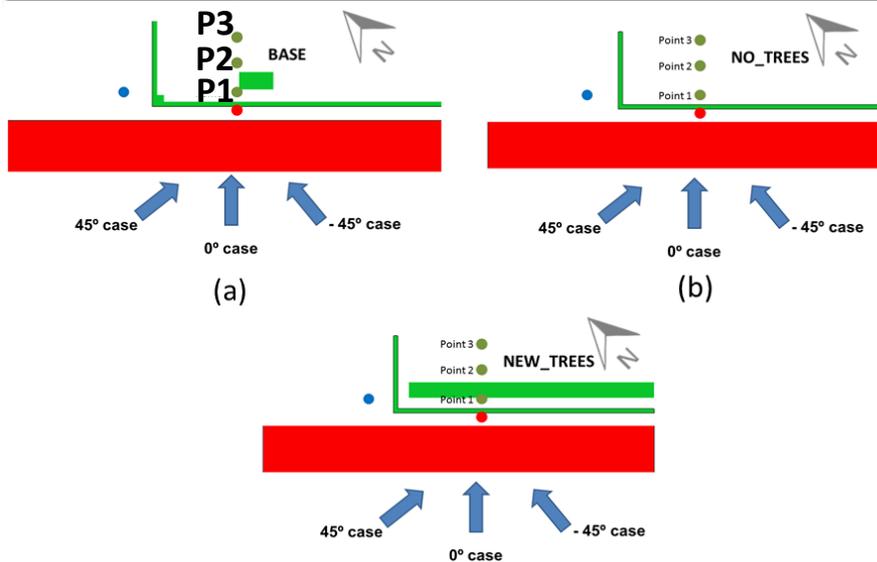


Evaluación

Características reales

| Exp./CFD | Wind direction | BC Concentration Reduction Percentage | |
|----------|----------------|---------------------------------------|------------------|
| | | Blue point | Green point (P1) |
| Exp. | 0°±30° | 20.0% | 44.3% |
| CFD | 0° | 26.5% | 44.6% |
| | 45° | 21.5% | 46.1% |
| | -45° | 31.9% | 45.1% |

| Hedgerow (He) | Tree T | Tree small Ts |
|--|--|--|
| Height (He_H) = 1 m | Horizontal dimensions (T_hd) = 6 m x 3 m | Horizontal dimensions (Ts_hd) = 2 m x 2 m |
| Width (He_W) = 0.8 m | Base (T_b) = 2 m | Base (Ts_b) = 2 m |
| LAD (He_LAD) = 4.29 m ² m ⁻³ | Top (T_t) = 10 m | Top (Ts_t) = 4 m |
| | LAD (T_LAD) = 0.5 m ² m ⁻³ | LAD (T_LAD) = 0.5 m ² m ⁻³ |





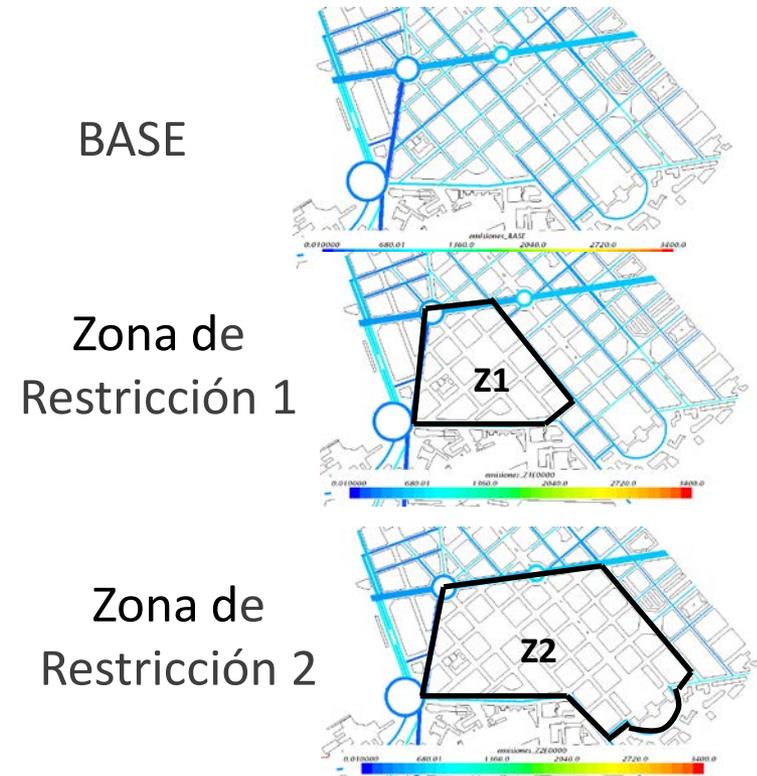
04 MODELIZACIÓN RE-ORGANIZACIÓN DEL TRÁFICO EN UN BARRIO



Modelización del impacto de la re-organización del tráfico

- ¿Cuál es el impacto de re-organizar el tráfico sobre la distribución de NO₂ en el barrio?
- Si el tráfico es restringido en una zona, ¿cuánto puede afectar a la concentración que una parte sea desviado alrededor de esta zona?

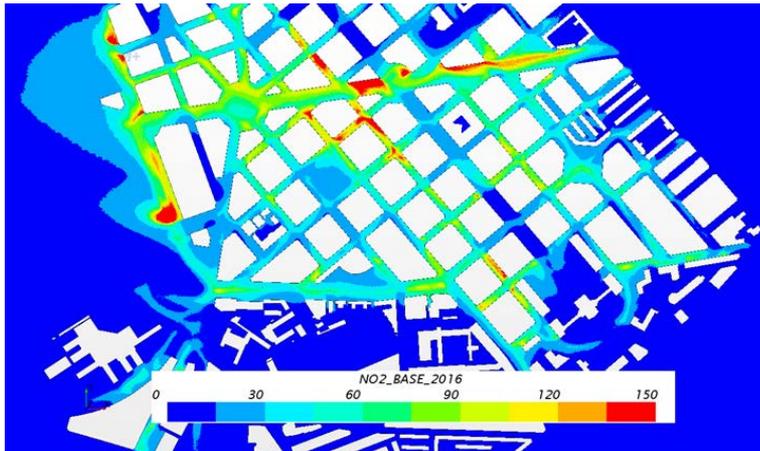
| Área de Restricción (AR) | Dentro (% Vehículos Base) | Fuera (%Vehículos Eliminados Dentro) | Escenario |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Z1 | 0% | 0% | Z1E0000 |
| Z1 | 0% | 30% | Z1E0030 |
| Z1 | 0% | 60% | Z1E0060 |
| Z1 | 20% | 0% | Z1E2000 |
| Z1 | 20% | 30% | Z1E2030 |
| Z1 | 20% | 60% | Z1E2060 |
| Z2 | 0% | 0% | Z2E0000 |
| Z2 | 0% | 30% | Z2E0030 |
| Z2 | 0% | 60% | Z2E0060 |
| Z2 | 20% | 0% | Z2E2000 |
| Z2 | 20% | 30% | Z2E2030 |
| Z2 | 20% | 60% | Z2E2060 |



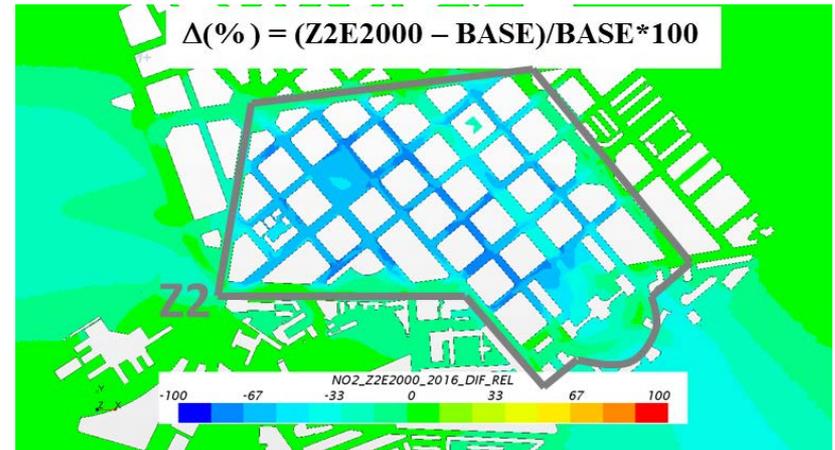


Modelización del impacto de la re-organización del tráfico

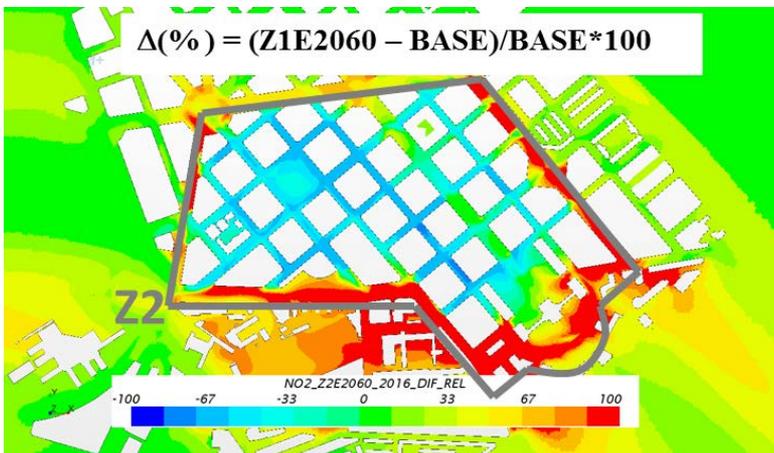
Base



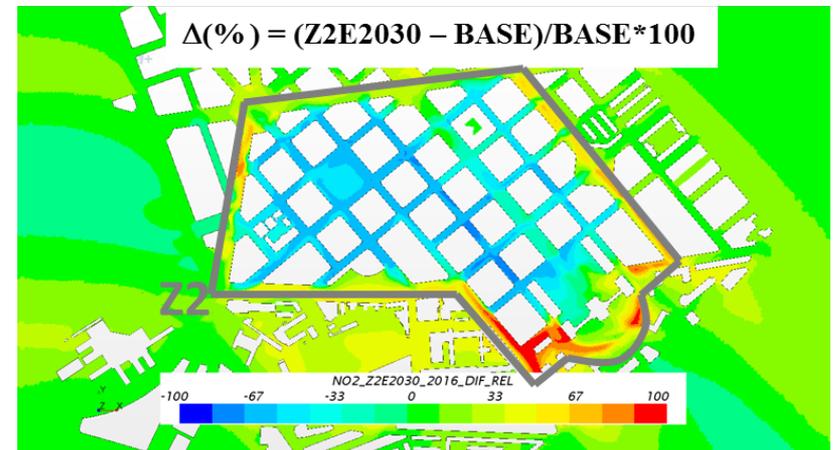
Z2:20%; SIN desviación de vehículos



Z2:20%; Fuerte desviación de vehículos



Z2:20%; Desviación media de vehículos

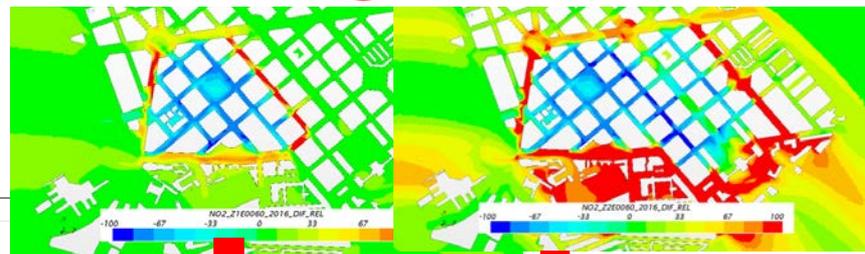




Modelización del impacto de la re-organización del tráfico

Z1: Fuerte desviación Z2: Fuerte desviación de vehículos

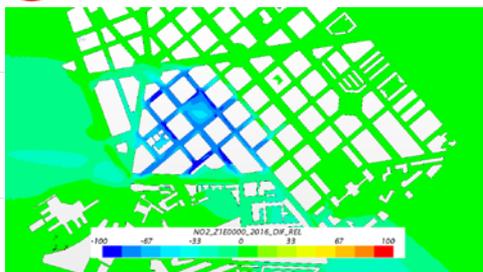
➤ Restringir el tráfico en ciertas zonas urbanas puede mejorar significativamente la calidad del aire, pero solo si no hay aumentos importantes del tráfico alrededor.



+5%

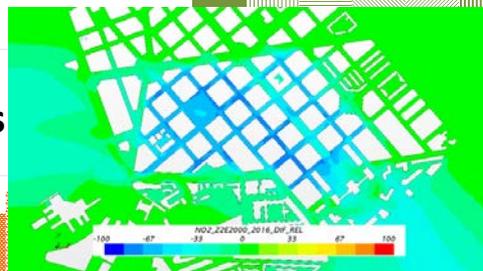
+4%

Z1: SIN vehículos desviados

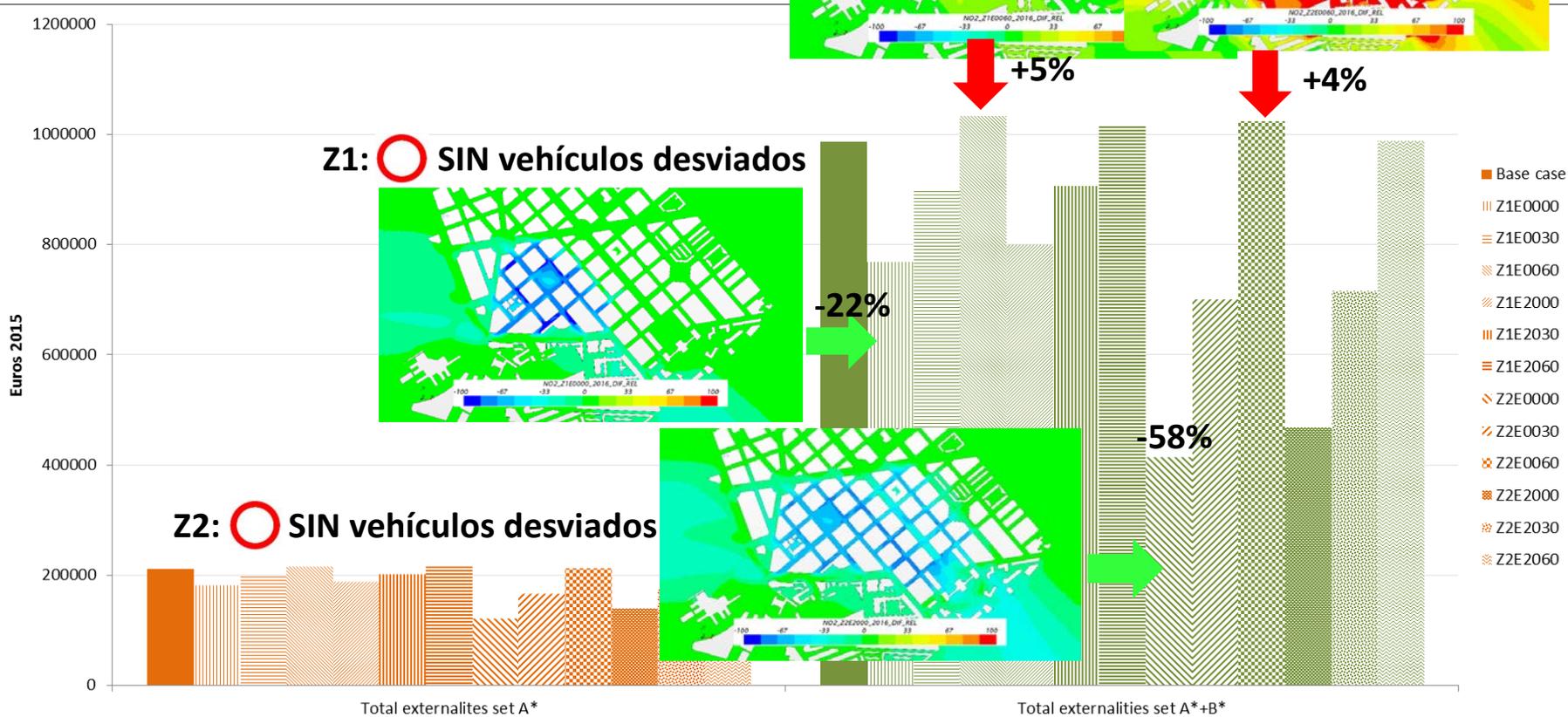


-22%

Z2: SIN vehículos desviados



-58%





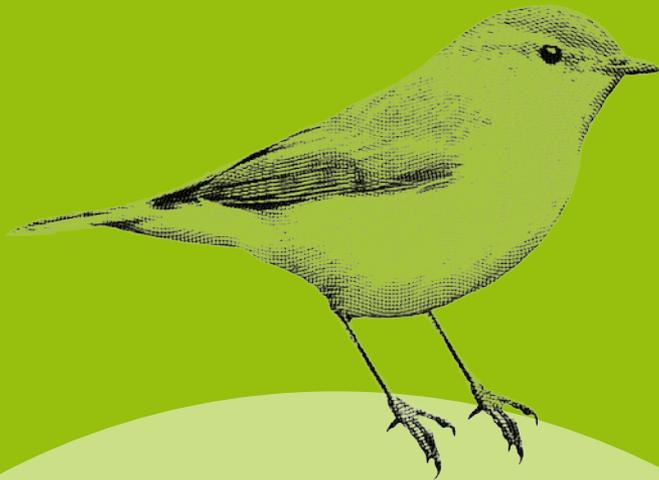
05

RESUMEN Y CONCLUSIONES



Resumen y Conclusiones

- La **modelización de alta resolución**, previamente evaluada con datos experimentales fiables, puede ser de gran ayuda para el **diseño de estrategias** de mejora de la calidad del aire a nivel local.
- Se puede determinar **qué medidas serían más eficaces previamente a su implantación real**.
- Entre las medidas modelizadas los principales resultados son:
 - Pavimentos fotocatalíticos: la eliminación de NO₂ inducida no parece suficiente para mejorar la calidad del aire a la altura del peatón y por tanto el impacto en salud.
 - Hay que tener precaución en la plantación de árboles en las calles con tráfico (especialmente en las estrechas) para no reducir su ventilación sin disminuir las emisiones. **Problema: Tráfico, NO árboles.**
 - Las barreras vegetales pueden servir para aislar de manera efectiva a la población de las emisiones de tráfico (ej.: vallas en colegios, parques, etc.)
 - La **restricción del tráfico** en zonas amplias **puede reducir de manera significativa la concentración de contaminantes** y los costes relacionados con **el impacto en la salud**. Si no se controla **la congestión de vehículos alrededor de la zona restringida**, se **pueden ocasionar incrementos de concentración en otras áreas** y en conjunto no reducir de manera importante el impacto en salud.



¡Gracias!

#conama2018

