

LIFE + RESPIRA: Reducción de la exposición de ciclistas a contaminantes urbanos

LIFE + RESPIRA: Reduction of cyclists exposure to urban pollutants

Carolina Santamaría Elola, Jesús Miguel Santamaría Ulecia

Universidad de Navarra

Resumen

El proyecto LIFE + RESPIRA se ha desarrollado a partir del trabajo de un total de 35 investigadores pertenecientes a cuatro instituciones distintas (Universidad de Navarra, Gestión Ambiental de Navarra, Departamento de Medio Ambiente del Centro de Investigaciones Energéticas Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y Centro de Investigación Socio Técnica (CISOT)) y una empresa especializada en pavimentos fotocatalíticos (Pavimentos de Tudela), aglutinados en torno a la exposición de ciclistas y peatones a los contaminantes atmosféricos urbanos. Los resultados del proyecto permiten demostrar que la utilización de medios de transporte alternativos disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes perjudiciales para la salud, además de mejorar la condición física de los usuarios.

Abstract

The LIFE + RESPIRA project has been developed by a group of 35 researchers belonging to four different institutions (University of Navarra, Environmental Management of Navarra, Department of the Environment of the Environmental and Technological Energy Research Center (CIEMAT) and Socio-technical Research Center (CISOT)) and a company specialized in photocatalytic pavements (Pavimentos de Tudela), agglutinated around the exposure of cyclists and pedestrians to urban air pollutants. The results of the project allow demonstrating that the use of alternative means of transport reduces the emission of greenhouse gases and other pollutants harmful to health, in addition to improving the physical condition of users.

Motivación del Proyecto

Durante las últimas décadas los cambios socioeconómicos acaecidos en Europa han afectado significativamente al transporte urbano. Entre las principales causas que han conducido a esta evolución cabe citar el modelo de expansión urbana implantado, que favorece el incremento de las distancias físicas entre los principales usos del suelo y favorece las estructuras urbanas dedicadas a un solo uso, con lo que la fragmentación del territorio se hace más acusada y se incrementa la dependencia del vehículo particular.

La congestión del tráfico no cesa e incluso aumenta, obstaculiza la circulación de bienes y personas en muchas ciudades, en paralelo con una disminución

de la cuota de personas que utilizan el transporte público, que van a pie o que circulan en bicicleta.

De acuerdo con los estudios sobre movilidad y ciclismo urbano, Copenhague es la mejor ciudad del mundo para utilizar este medio de locomoción sostenible (55% de desplazamientos en bicicleta). En España el porcentaje de usuarios es de un 5-10%. En cuanto a Pamplona, un 35% de la población utiliza vehículo privado, un 13% transporte público, un 49% es peatón y un 2,5% ciclista.

Teniendo en cuenta esta situación y el incremento de los problemas asociados al tráfico, surge la necesidad de desarrollar nuevas alternativas de transporte que contribuyan a la mejora de la calidad del aire. Una manera efectiva de contribuir a la sostenibilidad de las ciudades consiste en fomentar el uso de medios de transporte "amigables" con el medio ambiente, como la bicicleta. Los beneficios del transporte activo son claros: disminuye la congestión del tráfico; supone relativamente poco peligro para otros ciudadanos; reduce las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero; favorece la salud de quien lo practica; previene el desarrollo de enfermedades crónicas; no provoca estrés ni agresividad, al contrario, favorece la sociabilidad y hace que cada desplazamiento sea un paseo del que se puede disfrutar de sensaciones agradables.

Paradójicamente, esta actividad saludable puede suponer un riesgo para los propios ciclistas debido a que éstos se encuentran próximos a las fuentes de contaminación y a que sus tasas de respiración son 2-4 veces superiores a las de los pasajeros que circulan en coche o a los peatones, lo que favorece una mayor inhalación de contaminantes. Por esta razón, es importante disponer de datos empíricos que permitan informar a los ciclistas respecto a dónde y cuándo circular para que la afección por contaminantes inhalados sea menor.

La mayor parte de los estudios epidemiológicos relacionados con la calidad del aire se han realizado en ciudades grandes (> 500.000 habitantes). Sin embargo, el 80% de las ciudades europeas tiene un tamaño inferior, muy similar al de la ciudad de Pamplona. Este aspecto resulta relevante, ya que según el último informe sobre "Calidad del Aire en Europa" publicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) en 2013, más del 90% de la población europea se encuentra expuesta a niveles de contaminantes que superan las DCA (directrices sobre calidad del aire) establecidas por la OMS. De acuerdo con este informe, resulta evidente que el problema de la contaminación atmosférica afecta en

la actualidad a todos los núcleos urbanos, con el consiguiente peligro para su población. De hecho, las investigaciones realizadas han permitido concluir por primera vez que el aire ambiental contaminado constituye una causa de cáncer.

Este proyecto pretende arrojar luz sobre estas incógnitas y evidenciar que el uso de medios de transporte alternativos asociados a planes de movilidad adecuados, contribuyen a la disminución de las concentraciones de los contaminantes presentes en las ciudades actualmente.

Objetivos

El **principal objetivo** de LIFE+ RESPIRA es, por tanto, demostrar que es posible reducir la exposición de los ciclistas y viandantes en general a contaminantes atmosféricos urbanos, aplicando nuevas tecnologías y otras medidas relacionadas con la planificación urbanística, el diseño urbano, y la gestión de la movilidad.

Para alcanzar este objetivo general, se plantearon los siguientes **objetivos específicos**:

- **Cuantificar la concentración de contaminantes** inhalados por los ciclistas en condiciones reales de tráfico y durante la realización de sus recorridos cotidianos
- **Desarrollar un modelo matemático** que permita extrapolar los resultados para mejorar las estrategias de control de la calidad del aire y contribuir al desarrollo de ciudades sostenibles.
- **Desarrollar un planificador de rutas** (App) que permita seleccionar el itinerario más saludable desde el punto de vista de la contaminación atmosférica.

- **Evaluar los beneficios ambientales**, sociales y económicos, derivados del incremento del uso de la bicicleta como medio de locomoción urbano.
- **Implicar directamente a la población** en el desarrollo del proyecto, convirtiéndola en el motor principal del mismo, para concienciarla de que el estado de la calidad del aire, y de su salud, están en sus manos.
- **Informar, educar y sensibilizar** sobre la problemática de la calidad del aire en general, y de la contaminación atmosférica en el ámbito urbano en particular, fomentando el desarrollo de iniciativas que favorezcan un entorno más saludable.

Actividades Desarrolladas

Los objetivos del proyecto se desarrollaron a través de las siguientes acciones:

- **Monitorización de contaminantes** relacionados con el tráfico a través de una densa red de plataformas de sensores móviles para ser transportados por ciclistas voluntarios durante sus desplazamientos habituales. Un total de 50 dispositivos con sensores (Figura 1) miniatura para NO_x, CO y O₃, geolocalizados y de grabación continua estarán disponibles para los ciclistas a través de un programa de arrendamiento controlado. Además, algunas bicicletas estarán equipadas con sensores que permitirán monitorizar partículas (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁) y negro de carbono.

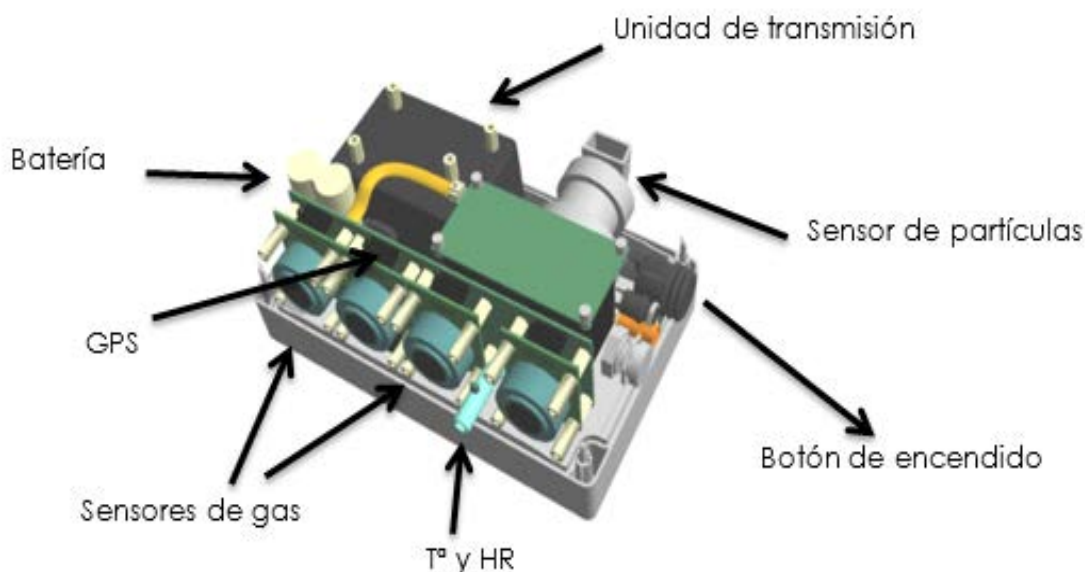


Figura 1. Esquema de un captador
Figure 1. Outline of the sensing device

- **Reclutamiento de voluntarios:** una gran parte del proyecto dependió de la participación de un número suficiente de voluntarios comprometidos que recopilaron datos, mientras circulaban por sus rutas habituales o siguiendo rutas preestablecidas.
- **Acciones de mejora de la calidad del aire:** los tramos seleccionados de carriles bici y calles existentes estarán sujetos, durante la duración del experimento, a mejoras técnicas, incluida la instalación de superficies fotocatalíticas y paredes verdes.
- **Desarrollo del modelo matemático:** las variables que afectan a la distribución de contaminantes en el aire de la ciudad se modelizaron a escala fina utilizando modelos de circulación de aire existentes, y luego se volvieron a calibrar utilizando los datos reales recopilados por los sensores móviles.
- **Divulgación:** los resultados del proyecto han sido transferidos al público a través de un sitio web y otros medios divulgativos. Se debe elevar la conciencia pública sobre la calidad del aire y la vida sostenible.

Resultados del Proyecto

Los resultados obtenidos han dependido de la actividad de un grupo de unos 200 voluntarios muy activos, que han transportado los 50 captadores durante sus desplazamientos cotidianos. Algunos voluntarios, además, han llevado un pulsómetro que registró su frecuencia cardíaca para deducir cuánto aire respiraban mientras circulaban.

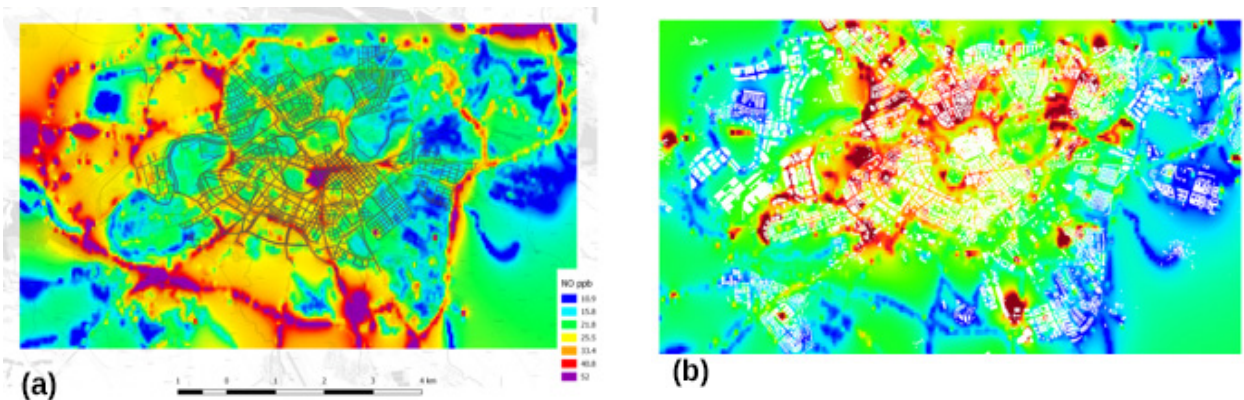


Figura 2. Concentración media de NO (a) y CO (b) durante los dos años de medida.

Figure 2. Average concentration of NO (a) and CO (b) during the two years of monitoring.

El viento dominante también puede causar acumulaciones locales llevando la contaminación de fuentes fijas a zonas de estancamiento. Así, se ha registrado una mayor concentración de CO en el cinturón industrial de Pamplona situado en la zona norte de la ciudad que tiende a acumularse en el sector noroeste (figura 2.b). Análogamente, las zonas residenciales periféricas muestran menores concentraciones de este contaminante. En invierno, estas mismas zonas residenciales muestran una elevada concentración de material particulado,

Los datos generados se han incluido en una única base de datos de 13 millones de muestras recogidas a lo largo de dos años de muestreos que incluyen:

- 20.000 recorridos.
- 47.000 Km en bicicleta.
- 15.000 Km en vehículos a motor (taxistas voluntarios en horario nocturno).
- 77.000 horas de recogida de datos.

El estudio realizado a lo largo de estos dos años ha permitido observar pautas de contaminación a escala general y local. De forma generalizada se observa un reparto ligado a focos emisores (principalmente tráfico) y sus variaciones temporales (horas pico y valle), y las circunstancias atmosféricas y topográficas de la ciudad.

Las concentraciones de óxidos de nitrógeno son notables tanto en vías de mucho tráfico como en puntos de concentración de vehículos pesados dotados de motores diésel (figura 2.a)). También se han observado diferencias en concentraciones de contaminantes como NO_2 entre vías de más circulación con concentraciones elevadas sostenidas y las de menor tráfico. En los lugares de más concentración y en horas punta, los valores registrados pueden ser superiores a los que marca la normativa europea. También se ha observado el efecto de la distancia respecto a las fuentes de contaminación: las aceras y carriles bici que discurren separados de la calzada o dentro de zonas de vegetación, presentan niveles más bajos en todos los contaminantes.

posiblemente asociado a chimeneas domésticas, ya que el tipo de construcción predominante en estas zonas son viviendas unifamiliares y adosadas.

A pequeña escala, se han observado diferencias consistentes en los niveles de contaminantes entre la calzada y las vías ciclistas o las aceras (figura 3): la circulación por la calzada supone un aumento de entre el 37 y el 54% de los NO_x con respecto a circular por el carril bici o la acera. El ozono cambia solo un 5% pero el aire de la acera tiene un 90% menos de material particulado PM_{10} y un 52% menos de $\text{PM}_{2.5}$.

que la calzada. Por otro lado, se ha observado que el CO aumenta un 27%.

Respecto al diseño de una App que permita planificar rutas saludables, se han tenido en cuenta no sólo los niveles de contaminación sino también el esfuerzo físico que supone para el ciclista recorrer una determinada ruta. Para cuantificar este último parámetro, se emplearon los registros de frecuencia cardíaca obtenidos para los voluntarios que circulaban con un pulsómetro. La frecuencia cardíaca se puede emplear como estimador indirecto del esfuerzo respiratorio de cada uno de los voluntarios. Además, este grupo de 40 voluntarios se sometieron a una espirometría que permitió obtener parámetros relacionados con el volumen respiratorio, valores que posteriormente sirvieron para estimar el volumen de aire movilizado durante los desplazamientos y la cantidad de contaminantes a la que están expuestos los ciclistas en sus recorridos.

Los resultados obtenidos muestran que el desplazamiento en bicicleta supone un esfuerzo notable, ya que los valores de frecuencia cardíaca media de todos los voluntarios alcanzó los 113 latidos/minuto. Esta media presenta grandes variaciones cuando se estudia cada voluntario por separado, lo que evidencia la heterogeneidad del grupo de voluntarios es aspectos tales como edad, sexo y distinto uso de la bicicleta (velocidad media, recorrido realizado...).

En cuanto a la vegetación urbana, se ha constatado que constituye un elemento importante en la gestión de la calidad del aire, aunque su eficacia depende de una serie de factores que deben ser tenidos en cuenta, como la selección de especies adecuadas, atendiendo a características como tamaño de copa, longevidad de hojas, superficie rugosa o con pelos o tasas de intercambio gaseoso, así como alergenicidad del polen o producción de

compuestos orgánicos volátiles, con el fin de evitar efectos perjudiciales en la calidad del aire. Por otro lado, el correcto mantenimiento de la vegetación y un adecuado diseño y estructura de las zonas verdes contribuirá a disminuir la exposición a la contaminación atmosférica de la población.

La divulgación ha sido una de las actividades más intensas realizadas a lo largo de este proyecto. Se prepararon una gran variedad de acciones de comunicación dirigidas a diversas comunidades como los voluntarios, los grupos ecológicamente sensibilizados, las instituciones y administraciones públicas, la comunidad científica y el público en general.

Estas acciones de comunicación organizadas han sido eventos presenciales, paneles informativos, folletos impresos, notas de prensa, vídeos publicados en YouTube (en castellano y euskera), documental (en castellano e inglés) programas de radio, informaciones publicadas en el sitio web del proyecto (en castellano, euskera, inglés y francés), notas en Facebook y Twitter, además del correo electrónico y *merchandising* (camisetas, accesorios de bicicleta, mochilas, etc.).

Estas acciones de comunicación organizadas han sido eventos presenciales, paneles informativos, folletos impresos, notas de prensa, vídeos publicados en YouTube (en castellano y euskera), documental (en castellano e inglés) programas de radio, informaciones publicadas en el sitio web del proyecto (en castellano, euskera, inglés y francés), notas en Facebook y Twitter, además del correo electrónico y *merchandising* (camisetas, accesorios de bicicleta, mochilas, etc.).

Finalmente, también se llevó a cabo un programa educativo sobre calidad del aire y movilidad sostenible, con el fin de sensibilizar a los jóvenes sobre la importancia de la calidad del aire urbano

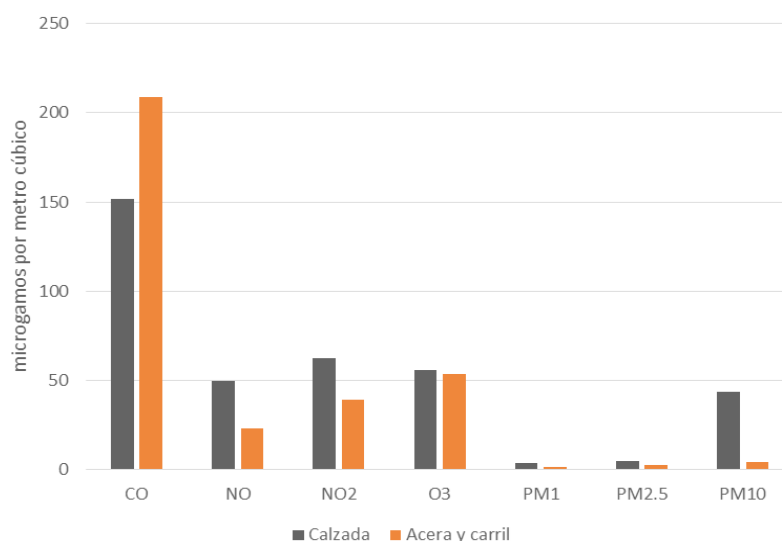


Figura 3. Comparación de los niveles de contaminantes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre la calzada y carril bici o la acera.

Figure 3. Comparison of contaminant levels (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) between the road and the bike path or the sidewalk.

y los factores de los que depende, así como para enseñarles a adquirir hábitos de movilidad sostenible y saludable.

Con este objetivo, se ha desarrollado un proyecto educativo RESPIRA titulado “Nuevos aires para una Ciudad Educadora, Saludable y Segura”, ofertado durante el curso 2016-17 a alumnos de educación secundaria obligatoria y de tercer ciclo de primaria residentes en Pamplona y su comarca. Este programa recibió el respaldo del Departamento de Educación de Gobierno de Navarra y del Consejo Escolar de Navarra, además de haberse contado con la colaboración de Mancoeduca, un prestigioso programa de educación ambiental creado hace 25 años por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, institución local responsable del transporte público.

Más de 2.000 alumnos pertenecientes a 31 centros educativos participaron en las 94 actividades programadas. Los profesores involucrados valoraron positivamente el programa educativo diseñado y ejecutado por LIFE + RESPIRA, en el que se incluyeron actividades relacionadas con los hábitos de movilidad de los alumnos, caracterización del entorno urbano, búsqueda de soluciones prácticas y creativas... y en algunos centros, desarrollaron un proyecto particular relacionado con el incremento de la seguridad y comodidad en trayectos peatonales y ciclistas, mejora de la señalización y diseño de los espacios públicos, limitación de su ocupación por parte de los vehículos privados, revegetación y embellecimiento del mobiliario urbano...