

# Datos abiertos en tiempo real: casos de uso en ciudades inteligentes



- 1. INTRODUCCIÓN**4
- 2. CONJUNTOS DE DATOS DE LAS CIUDADES EN TIEMPO REAL**9
  - 2.1. Conjunto de datos de aparcamientos públicos11
  - 2.2. Conjunto de datos de bicicletas públicas15
  - 2.3. Conjunto de datos de tráfico rodado19
  - 2.4. Conjunto de datos de transporte público23
  - 2.5. Conjunto de datos de calidad del aire26
  - 2.6. Conjunto de datos de contaminación acústica30
- 3. CONCLUSIONES**33
- 4. REFERENCIAS**35

## Contenido elaborado por Jose Luis Marín, experto en Transformación Digital y datos abiertos

Este documento ha sido elaborado en el marco de la Iniciativa Aporta (datos.gob.es), desarrollada por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital a través de la Entidad Pública Empresarial Red.es.

Aviso legal: Esta obra está sujeta a una licencia Atribución 4.0 de Creative Commons (CC BY 4.0). Está permitida su reproducción, distribución, comunicación pública y transformación para generar una obra derivada, sin ninguna restricción, siempre que se cite al titular de los derechos (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital a través de la Entidad Pública Empresarial Red.es). La licencia completa se puede consultar en:

**<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>**



## Objetivo:

El objetivo del presente informe es **estimular la publicación en las ciudades de conjuntos de datos susceptibles de ser reutilizados en tiempo real**. Para ello se han recopilado y descrito un conjunto de aplicaciones e iniciativas nacionales e internacionales en este campo, analizándose su impacto potencial para la ciudadanía y los desafíos que representa su despliegue junto con las tecnologías que los habilitan.

Para la elaboración de este informe se ha partido de los conjuntos de datos propuestos para ser publicados en tiempo real por la **Federación de Municipios y Provincias de España (FEMP)** en su informe "[Datos Abiertos 2019 - 40 conjuntos de datos a publicar por las Entidades Locales](#)". Esta publicación constituye una de las pocas referencias existentes en el mundo donde se recopilan y analizan de forma sistemática los conjuntos de datos más relevantes en el contexto de las competencias de una entidad local.



## Descripción de la estructura:

La **primera parte** del informe introduce los **desafíos actuales** a los que se enfrentan las ciudades y cómo estos pueden ser abordados con la utilización de conjuntos de datos abiertos en tiempo real.

En la **segunda parte** se presentan una **selección de casos de uso** relacionados con conjuntos de datos en tiempo real en los ámbitos del transporte y la movilidad, y el medio ambiente.

# 1. INTRODUCCIÓN

De [acuerdo con las Naciones Unidas](#) en torno a **la mitad de la humanidad ya desarrolla su vida en ciudades** y en los próximos años esta proporción no dejará de crecer. Algunas estimaciones sitúan al **70% de la población mundial residiendo en áreas urbanas en el año 2050**. Esta situación hace necesario un cambio en la concepción de las ciudades.

La **necesidad de un desarrollo sostenible** de las ciudades hace que las ciudades inteligentes o Smart Cities –y con ellas los datos abiertos- se conviertan en una de las principales respuestas a los grandes desafíos que supone esta tendencia. Los proyectos e iniciativas de ciudad inteligente, en cualquiera de sus expresiones, llevan más de una década considerando [los datos abiertos como uno de sus activos más valiosos](#) y una parte fundamental de sus estrategias de desarrollo de servicios y despliegue de infraestructuras.

## Los beneficios de abrir los datos sobre ciudades

El Comité Europeo de las Regiones ya reconoció en 2012 [la importancia de los datos abiertos a nivel regional y local por su potencial para convertirse en activos valiosos para la ciudadanía, empresas y autoridades públicas](#). Entre las principales ventajas de la explotación de los datos abiertos de las ciudades se encuentran las potenciales **mejoras en eficiencia de la movilidad urbana, la eficiencia energética o en las condiciones ambientales**.

### Beneficios de abrir los datos sobre ciudades inteligentes

 Mejoras en la movilidad urbana	 Eficiencia energética	 Mejora en las condiciones medioambientales
---	--	---

Informe “Datos abiertos en tiempo real: casos de uso en ciudades inteligentes”

Las aplicaciones en cada una de las diferentes áreas son numerosas y, como demuestran las diferentes evaluaciones de impacto que van publicándose, estas aplicaciones no dejan de crecer como consecuencia del círculo virtuoso que se inicia con la publicación de datos. Además, cada vez tenemos **una mejor comprensión de la aportación que pueden hacer los datos abiertos a la solución de los diferentes problemas** a los que se enfrentan las ciudades en ámbitos diversos.

Tomemos como ejemplo el caso de la [ciudad de Londres y la apertura de datos de transporte](#):

- Considerando solo los beneficios para la ciudadanía, la liberación de datos en tiempo real sobre el transporte público tiene **un impacto directo de ahorro económico y de tiempo, a la vez que incrementa su calidad de vida**. Las personas pueden planificar sus rutas de manera más eficiente, evitar atascos y contratiempos e integrar modelos alternativos de moverse en la ciudad, como la bicicleta o caminar.
- La segunda consecuencia de esta eficiencia está en el impacto que se consigue sobre el **medio ambiente y en la salud de la ciudadanía**, ya que casi el 50 % de las emisiones en las ciudades provienen del transporte.

Como vemos, la apertura de datos en tiempo real incide positivamente en diferentes ámbitos y facetas al mismo tiempo.

A lo largo del informe veremos más ejemplos de cómo las mejoras medioambientales tienen un gran impacto sobre la salud pública y en consecuencia sobre la calidad de vida de la ciudadanía, como por ejemplo, que las personas con algún tipo de afección cardíaca o respiratoria puedan planificar mejor su tiempo al aire libre. La disponibilidad de información pública y accesible permite que la ciudadanía pueda tomar consciencia sobre la contaminación existente, lo cual favorece una actitud participativa y crítica con las políticas públicas en este ámbito y un compartimento individual más respetuoso con el medio ambiente.

## Apertura de los datos abiertos de las ciudades

Actualmente **la gestión de los datos abiertos en las ciudades es mucho más compleja que hace unos años**. No es suficiente con la publicación de los conjuntos de datos, sino que también se requiere que las ciudades aborden temas como los estándares de licenciamiento, los formatos de publicación, las ontologías y vocabularios de cada dominio, la interoperabilidad con otras partes interesadas, las plataformas de publicación de los datos, las estrategias de recopilación de datos y los acuerdos de nivel de servicio sobre los datos publicados. Además, los desafíos que presenta la publicación de datos en tiempo real requiere de mecanismos más sofisticados que las APIs o los catálogos de datos actuales para gestionar eventos que se generan con gran densidad y frecuencia a partir de los sensores de las ciudades inteligentes.



Por otra parte, las **expectativas de la ciudadanía** respecto a la precisión de los servicios y los niveles de información que esperan de las ciudades también van en aumento. Esto supone una presión muy positiva para la publicación de datos abiertos útiles para solucionar los problemas que atañen directamente a la ciudadanía. Un estudio de [Ciudadanos Digitales](#) de 2016 muestra como las expectativas de los ciudadanos de los Estados Unidos con respecto a los servicios del gobierno digital han aumentado un 15 % desde 2014, y que la satisfacción con los servicios actuales se duplicó durante este mismo período.



No debemos olvidar que lograr un impacto significativo a través de datos abiertos requiere **cooperación entre las diferentes administraciones**. Las ciudades deben trabajar con otras ciudades y con los gobiernos regionales y nacionales para garantizar que sus esfuerzos en la apertura de datos coordinados sirvan para proporcionar soluciones más amplias y útiles.

En esta línea cabe destacar el **proyecto “[Ciudades Abiertas](#)”**, cuyo principal objetivo es el desarrollo pleno de las políticas de Gobierno Abierto en las ciudades, incluyendo por su puesto un impulso decidido a la publicación de datos abiertos. Se trata de un proyecto promovido por un consorcio formado por los Ayuntamientos de A Coruña, Madrid, Santiago de Compostela y Zaragoza junto con Red.es, y que está alineado con el [Plan Nacional de Ciudades Inteligentes](#). Entre las acciones del proyecto cabe destacar la que conducirá a la publicación de un catálogo de 11 vocabularios documentados con ejemplos de utilización y disponibles en varios lenguajes de representación. Entre estos vocabularios se encuentran tres que corresponden a los conjuntos de datos objeto de análisis en el presente informe: bicicleta pública, tráfico, contaminación acústica.

## El valor de los datos en tiempo real

Entre la multitud de conjuntos de datos abiertos que se publican en las ciudades existe un subconjunto que tiene unas particularidades que, por una parte los convierte en tremendamente valiosos, pero por otra hace que su gestión y publicación sea costosa y compleja. Se trata de aquellos datos cuya mayor utilidad se consigue cuando disponemos de ellos en **tiempo real**, esto es, con un **retardo mínimo desde que se capturan o generan**.

En el contexto de los datos abiertos, no existe una definición precisa de lo que significa que los datos estén disponibles en tiempo real aunque en general nos situamos en **frecuencias de actualización en el orden de los minutos**. Es difícil encontrar sistemas de publicación de datos abiertos que estén preparados para gestionar de forma solvente actualizaciones por debajo de los cinco minutos y la mayor parte de los casos son más fiables con las actualizaciones, diarias, semanales o mensuales.

Los sistemas necesarios para gestionar los conjuntos de datos en tiempo real son mucho más complejos que para conjuntos de datos donde no resulta crítica esa disponibilidad. Esto es así porque si se publicasen con un retardo mayor podrían perder su principal utilidad ya que



podrían haber sido sustituidos por otro nuevo valor más actualizado. Por ejemplo, si el sensor que comprueba la ocupación de una plaza de aparcamiento proporcionase datos sólo de forma diaria, lo normal que es que esta información no sea de utilidad para las personas usuarias que quieren saber si pueden utilizar esa plaza de aparcamiento en un momento determinado.

En ocasiones se identifica erróneamente datos en tiempo real con datos que se capturan en grandes cantidades y que se miden con frecuencias muy elevadas: datos de posición de vehículos, datos de concentración de partículas en el aire, etc. Aunque en muchos casos es así, sobre todo si pensamos en sensores que capturan eventos que cambian con mucha rapidez, **el atributo clave de los datos en tiempo real es su disponibilidad con un retardo mínimo desde que se capturan**. Y con esta consideración, el concepto de tiempo real se amplía sustancialmente, ya que se refiere a datos que aunque su actualización sea diaria o semanal, han de estar disponibles tan pronto como se generan.

En este contexto, la segunda parte del informe revisará los conjuntos de datos en tiempo real con los que las ciudades pueden conseguir un mayor impacto generando nuevos servicios para su ciudadanía y visitantes en las áreas de transporte y movilidad, y medio ambiente.

## 2. CONJUNTOS DE DATOS DE LAS CIUDADES EN TIEMPO REAL

En este capítulo se analizan una serie de conjuntos de datos cuya publicación en tiempo real está aportando soluciones valiosas a los retos a los que se enfrentan las ciudades. Para seleccionar los conjuntos de datos se ha tomado como punto de partida el informe “[Datos Abiertos 2019 - 40 conjuntos de datos a publicar por las Entidades Locales](#)” publicado por el grupo de datos abiertos de la Red de Entidades Locales por la Transparencia y la Participación Ciudadana de la [Federación Española de Municipios y Provincias \(FEMP\)](#).

El documento recoge 40 conjuntos de datos de recomendada publicación por las entidades locales en sus catálogos de datos abiertos para fomentar la reutilización y generar valor. El documento se orienta principalmente a ciudades de tamaño mediano-grande pero su ambición es fijar un marco de conocimiento que pueda ser utilizado por municipios más pequeños.

Entre estos 40 conjuntos de datos hay 6 para los que se propone una **frecuencia de actualización mínima en tiempo real**, esto es, que los datos estén disponibles en el mismo momento en el que se generan o con el mínimo retardo posible. Nos fijamos en estos 6 conjuntos porque tienen un especial potencial para generar soluciones que mejoren la calidad de vida de la población de las ciudades.



De los seis conjuntos de datos, cuatro pertenecen a la categoría de [Transporte](#) y los otros dos a la de [Medio Ambiente](#). Ambos son dos de los cinco **dominios de datos** que la [Comisión Europea](#) ha identificado como **de alto valor y mayor demanda** por parte de la ciudadanía y empresas y se encuentran entre los más reutilizados del [Portal Europeo de Datos Abiertos](#).

Para cada uno de estos 6 conjuntos de datos se incluye una ficha donde se recoge el resultado del análisis realizado y que se presenta con la siguiente estructura:

Conjunto de datos
1. Descripción
2. Partes interesadas y estándares de publicación
3. Posibles aplicaciones en tiempo real
4. Impacto potencial de las posibles aplicaciones
5. Ejemplos de utilización del dataset (nacionales o internacionales)
6. Tecnologías y datos implicados
7. Desafíos

## 2.1. Conjunto de datos de aparcamientos públicos



### Descripción

La **disponibilidad en tiempo real de los datos del estado de la ocupación de los aparcamientos en las ciudades** abre la posibilidad de resolver o introducir una mayor eficiencia en la movilidad de la ciudadanía y en el impacto en el medio ambiente de dicha movilidad.

En una primera etapa, las ciudades liberaron los datos de ubicación de los aparcamientos públicos y se desarrollaron aplicaciones para localizarlos, aunque en general, estas primeras versiones no incluían información sobre la ocupación de sus plazas. Los datos de ubicación de los parkings públicos también están integrados en todas las aplicaciones comerciales de navegación.

Las **soluciones de parking inteligente** (Smart Parking) van un paso más allá y pretenden resolver el desafío de aparcar un vehículo en una ciudad mediante la gestión de información en tiempo real, incluyendo no solo la ubicación del aparcamiento sino el estado de ocupación de cada una de sus plazas. Para ello es necesario contar en muchos casos con datos públicos y otros que provienen de sensores que son propiedad de las diferentes empresas que operan los aparcamientos públicos.



En los casos más avanzados de parking inteligente se propone no sólo trabajar con los aparcamientos públicos sino que se considera el problema de forma global, incluyendo el aparcamiento en superficie en cualquier punto de la ciudad y su relación con el transporte público por otros medios.



### Partes interesadas y estándares de publicación

Los casos de uso más avanzados surgen de la colaboración entre las ciudades, los proveedores de equipamiento para aparcamientos, los proveedores de soluciones de pago para aparcamientos, los operadores de los aparcamientos, los propios fabricantes de coches e incluso, proveedores especializados de datos de aparcamiento en tiempo real.

La necesidad de avanzar en los esquemas de cooperación entre partes interesadas ha llevado a la fundación de la **Alianza para Estándares de Datos de Estacionamiento (APDS)** formada por el Instituto Internacional de Estacionamiento y Movilidad (IPI) junto con la **Asociación Británica de Parkings (BPA)**, y la **Asociación Europea de Parkings (EPA)**. La APDS tiene la misión de desarrollar, promover y mantener un estándar global que permita a las organizaciones compartir datos de estacionamiento en plataformas de todo el mundo. La versión 2.0 de la documentación generada (modelo de datos, casos de uso y diccionario de datos) está disponible desde junio de 2019 e incluye el borrador del estándar para los

	<p>dominios de datos, lugar de estacionamiento, tarifa, ocupación, derecho, sesión y observación)</p> <p>El conjunto de datos también está recogido en la <a href="#">Norma UNE 1798301:2015</a> Smart Cities Open Data.</p>
 <p><b>Posibles aplicaciones en tiempo real</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mapeo de las plazas libres de los aparcamientos públicos:</b> el ahorro de tiempo y combustible por parte de las personas que se desplazan en vehículos, y la reducción de las emisiones son algunos de los principales beneficios derivados de una mayor eficiencia en el estacionamiento de vehículos.</li> <li>• <b>Cálculo del precio de estacionamiento de forma dinámica:</b> con un precio calculado en función de la demanda, las ciudades pueden optimizar los ingresos que obtienen por las plazas de aparcamiento que gestionan y mejorar el estado del tráfico.</li> <li>• <b>Mejora de la multimodalidad en el transporte urbano:</b> optimizar la forma en la que las personas usuarias aparcen sus vehículos permite que puedan trazarse rutas combinadas con otros sistemas de transporte público (autobús, metro, tranvía o bicicletas públicas) o formas alternativas de movilidad en la ciudad (caminar, bicicleta, etc.)</li> </ul>
 <p><b>Impacto potencial de las posibles aplicaciones</b></p>	<p>Según un <a href="#">estudio publicado por Nrix</a>, <b>la búsqueda de estacionamiento es la componente principal del coste de desplazarse en un vehículo.</b> Según este estudio, el combustible y el tiempo perdido en busca de un lugar para aparcar tuvo un coste medio en 2017 de unos 1.400 € para cada conductor alemán y de 1.200 € para cada conductor del Reino Unido.</p> <p>En <a href="#">Madrid</a>, de media, <b>una persona pierde veinte minutos cada vez que busca aparcamiento y el 32 % de las multas que se imponen son por estacionamiento incorrecto.</b> Además, sólo el 27 % de los edificios residenciales de Madrid tienen parquin y el 30 % del tráfico y embotellamientos urbanos se atribuye a las personas que buscan un sitio donde aparcar su coche.</p> <p>Existe por tanto, un <b>gran impacto potencial</b>, tanto <b>económico</b> como sobre la <b>calidad de vida</b> de la ciudadanía, si se reduce el tiempo que se tarda en estacionar un vehículo una vez que se ha llegado al destino.</p> <p>Adicionalmente, todo el tiempo que los vehículos circulan en busca de aparcamiento contribuyen al cambio climático. Ya en 2007 <a href="#">Donald Shoup</a>, autor de <a href="#">“The High Cost of Free Parking”</a>, calculó que sólo en un área de 15 manzanas en Los Ángeles, el exceso de kilómetros realizados para buscar aparcamiento produjo en un solo año más 730 toneladas de CO2.</p>

	<p>A nivel global, el impacto potencial para el medio ambiente derivado de reducir estas emisiones a través de una búsqueda más eficiente de aparcamiento es de proporciones enormes.</p>
<div data-bbox="306 481 392 591" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="245 604 450 723" data-label="Section-Header"> <h3>Ejemplos de utilización del dataset</h3> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p><b>Málaga:</b> La ciudad publica en tiempo real los datos de ocupación de sus <a href="#">14 aparcamientos públicos</a>. Existe un proyecto en el que no sólo se ofrece la representación de la ocupación actual de cada aparcamiento, sino que calcula una predicción de ocupación con hasta <a href="#">siete días de antelación</a>. Este proyecto, ganador del primer concurso de datos abiertos de la ciudad de Málaga, presta el mismo servicio con datos de ciudades como Zaragoza, Valencia, Glasgow o Birmingham. Podemos encontrar ejemplos similares en numerosas ciudades de tamaño medio y en prácticamente todas las grandes ciudades del mundo.</p> </li> <li> <p><b>San Francisco:</b> La ciudad de San Francisco ha puesto en marcha un sistema de tarificación de los <a href="#">espacios de aparcamiento de la ciudad</a> basado en la demanda y que afecta a los 28.000 espacios de estacionamiento disponibles en calles públicas y catorce párquines operados por la ciudad. Esto significa que los precios pueden fluctuar según la manzana, la franja horaria o el día de la semana. Las tarifas basadas en la demanda tienen el objetivo de sacar a los vehículos de la circulación para que estacionen lo más rápido posible, con el fin de mejorar el estado del tráfico, la experiencia de conducción y reducir las emisiones. Grandes ciudades como <a href="#">Nueva York</a> o <a href="#">Los Ángeles</a> también tienen iniciativas similares.</p> </li> <li> <p><b>Parkopedia:</b> La mayoría de los sistemas de información de aparcamiento cubren el ámbito de una ciudad en concreto. Este servicio, sin embargo, agrega datos de aparcamiento en 15.000 ciudades de ochenta y nueve países. Ofrece a las personas usuarias información de estacionamiento en tiempo real sobre más de setenta millones de espacios de estacionamiento en todo el mundo. Utiliza <a href="#">datos abiertos</a>, incluidos datos de empresas que operan las instalaciones de estacionamiento. Proporciona servicios a las personas usuarias a través de apps y a proveedores de sistemas de navegación y empresas automovilísticas.</p> </li> </ul>
<div data-bbox="316 1615 384 1697" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="228 1709 469 1792" data-label="Section-Header"> <h3>Tecnologías y datos implicados</h3> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p><b>Sensores de ocupación:</b> La sensorización de los espacios de aparcamiento es una de las aproximaciones para conocer con exactitud el estado de la ocupación de las plazas.</p> </li> <li> <p><b>Cámaras:</b> Las imágenes capturadas por cámaras digitales proporcionan una información más rica que los sensores, pero esta información tiene un coste de procesamiento más elevado.</p> </li> </ul>

- **Visión computacional:** Las técnicas de inteligencia artificial que se aplican en visión computacional son la base de la extracción de datos de imágenes capturadas por las cámaras: reconocimiento de matrículas, ocupación de espacios, etc.
- **Software Big Data:** Capturar, almacenar y procesar todos los datos relevantes para proporcionar información de estacionamiento en tiempo real requiere de plataformas especializadas capaces de trabajar con grandes y muy variadas cantidades de información.
- **Métodos de pago online:** El estacionamiento en aparcamientos públicos está asociado al pago por tiempo de ocupación del espacio, por lo que la automatización de los sistemas de pago son otra fuente de eficiencia.
- **Sistemas de navegación GPS:** Los datos de posicionamiento del vehículo junto con los datos de las posiciones de aparcamiento permiten trazar rutas hasta el lugar en que se encuentra la plaza libre.
- **Otros conjuntos de datos relacionados:** horarios de apertura, disponibilidad de cargadores eléctricos, tarifas de estacionamiento, accesibilidad para personas de movilidad reducida, etc.



## Desafíos

- **Coches autónomos:** el aumento inminente de los vehículos autónomos puede llevar a que el estacionamiento se convierta en un problema cada vez menos importante en el futuro para los ciudadanos. Sin embargo resultará esencial para que los vehículos no realicen trayectos innecesarios.
- **Colaboración entre poblaciones cercanas:** muchas de las soluciones actuales están restringidas al ámbito de una ciudad y el usuario debe manejar diferentes soluciones para diferentes poblaciones. En muchos casos, para ser verdaderamente útiles las soluciones de estacionamiento deberían tener un alcance de un área geográfica superior, que englobe poblaciones cercanas y para lo que resulta imprescindible la colaboración entre diferentes autoridades.
- **Sistemas predictivos:** Las soluciones que sólo ofrecen información en tiempo real no son suficientemente precisas ya que el estacionamiento es tan variable que, incluso en el tiempo que se tarda en llegar a un lugar, puede que deje de estar disponible. En este escenario la incorporación de los sistemas predictivos contribuye a mejorar la utilidad estos sistemas.



## 2.2. Conjunto de datos de bicicletas públicas



### Descripción

En muchas ciudades del mundo, el ciclismo está considerado como un medio de transporte eficiente en la movilidad diaria para reducir la contaminación del aire, las congestiones del tráfico y las emisiones de carbono. Sólo en España, en 2018 había [52 sistemas activos](#), y [más de 1600 en todo el mundo](#).

Los **sistemas públicos de bicicletas compartidas** no son algo nuevo pero gracias a los avances tecnológicos de las últimas décadas han experimentado un despliegue e implantación mayor, mejorando los modelos de negocio aplicables y la experiencia de las personas usuarias.

Además, la **posibilidad de recopilar y analizar datos en tiempo real acerca del uso** de los sistemas ha permitido resolver algunos escollos que los hacían poco atractivos para las personas usuarias, como la posibilidad de conocer de antemano si había una bicicleta disponible en un punto determinado.

En la mayor parte de las ciudades donde se han implantado sistemas de bicicleta compartida se han liberado como datos abiertos los conjuntos de datos con el **posicionamiento de las estaciones**. Sin embargo, aún son una minoría las ciudades que comparten datos en tiempo real acerca de la **disponibilidad de las bicicletas o de los puntos libres** en las estaciones. Esta información sólo suele estar disponible para su utilización en las apps oficiales.

Las ciudades más avanzadas, como Oslo o Nueva York, sin embargo, publican datos acerca de los trayectos realizados por las personas usuarias, incluyendo incluso datos demográficos de las mismas.



### Partes interesadas y estándares de publicación

En los casos de uso más habituales están implicadas las ciudades, sus autoridades de transporte público y los proveedores de los sistemas de bicicleta compartida. También es frecuente que los programas de smart city incluyan el desarrollo del transporte en bicicleta como parte de sus actividades relacionadas con la mejora de la intermodalidad y de la movilidad en general.

La [General Bikeshare Feed Specification \(GBFS\)](#), promovida por la [NABSA](#), es el estándar de datos abiertos para compartir públicamente datos de sistemas de bicicleta compartida en tiempo real. Desde su publicación ha sido adoptado por más de doscientos treinta sistemas de bicicleta o patinete compartido en todo el mundo.



### Posibles aplicaciones en tiempo real

- **Mapeo y predicción de las posiciones libres de las estaciones de bicicletas:** El uso y expansión de estos sistemas está muy relacionado con la experiencia de las personas usuarias. Cuanto más exacta es la información de disponibilidad, más personas adoptarán el sistema y realizarán trayectos.
- **Cálculo de itinerarios intermodales:** Las aplicaciones que calculan las mejores rutas para un trayecto pueden integrar los datos de disponibilidad y posición de los sistemas públicos de bicicletas junto con otros medios de transporte público o privado para ofrecer las mejores alternativas posibles, teniendo en cuenta todas las posibilidades.
- **Estudio de los datos de trayectos realizados:** la ampliación del sistema, la inversión en construcción de nuevos carriles bici, el equilibrado de las estaciones, etc. se ven muy beneficiados por el análisis de los datos de uso de los sistemas. Estos estudios muchas veces son realizados por investigadores profesionales, pero también es frecuente encontrar trabajos realizados por ciudadanas y ciudadanos aficionados.



### Impacto potencial de las posibles aplicaciones

Según un estudio realizado por [investigadores del IESE](#) por cada euro invertido en estos sistemas existe un retorno de entre 1,37 y 1,72 euros. Han llegado a esta conclusión tras valorar los ingresos, la creación de puestos de trabajo, los efectos en los sectores locales relacionados y el aumento de la demanda de los hogares que se benefician de dicha creación de empleo. Si bien el impacto económico por sí solo no cubre el coste de los sistemas en todas las ciudades (el retorno oscila entre 0,79 y 1,14 euros por cada euro invertido), su combinación con los beneficios para la salud los hace plenamente rentables, tal y como muestran los resultados finales del informe.

El estudio no calcula el **impacto potencial para el medio ambiente** debido a la reducción de emisiones como consecuencia de la no realización de los trayectos en otros medios de transporte. Algunos estudios no lo consideran relevante debido a que las personas usuarias de estos sistemas no provienen del transporte privado, sino de otros medios de transporte público y por ello el efecto sobre las emisiones sería menor.



### Ejemplos de utilización del dataset

- **[Hangzhou, China:](#)** La ciudad de Hangzhou, con una población de alrededor de siete millones de habitantes, cuenta con el programa de bicicletas compartidas más grande del mundo con mucha diferencia. Hay entre 66.500 y 78.000 bicicletas, repartidas en alrededor de 2.700 estaciones. El programa utiliza el concepto de última milla para asegurarse de que las personas usuarias puedan llegar fácilmente desde las paradas de transporte público a sus destinos en bicicleta para completar su viaje en las mejores condiciones. [El análisis de los datos](#)

[ha jugado un papel clave en la rápida expansión del programa](#) hasta alcanzar su impresionante tamaño actual.

- **Oslo y Nueva York:** En aras de la transparencia, ciudades como Oslo y Nueva York publican una API y datos históricos sobre cómo se han utilizado sus bicicletas. Esto ha dado lugar a numerosos estudios (como este de [Todd W. Schneider](#) o el de [Jon Olav H. Eikenes](#)) realizados en ocasiones por personas independientes que han contribuido a la mejora de los sistemas.
- **Google:** Google Maps permite localizar estaciones de bicicletas compartidas y determinar cuántas bicicletas hay disponibles en veinticuatro ciudades de dieciséis países, incluidas Madrid y Barcelona. También permite averiguar si hay un espacio vacío en una estación cerca del destino para que la persona usuaria pueda dejar su bicicleta.



### Tecnologías y datos implicados

- **Receptores de posicionamiento GPS:** para enviar coordenadas de posicionamiento a la red. Hoy, esta información se usa para identificar y localizar bicicletas bloqueadas. Es previsible que las compañías de bicicletas compartidas comiencen a usarlo para recopilar datos de los viajes para los perfiles de usuario o para ofrecer servicios adicionales, como promociones comerciales en ruta.
- **Sistemas para prevenir el robo:** Existen varios enfoques para prevenir el robo de bicicletas y todos incorporan una variedad de circuitos integrados: MCU de 32 bits para coordinar y administrar el procesamiento, SoC Bluetooth (sistemas en chips) y etiquetas NFC para identificación y comunicación, y MEMS (sistemas microelectromecánicos) para detectar la manipulación. Juntos, estos componentes permiten a las personas usuarias bloquear y dejar la bicicleta al final de su recorrido para la siguiente persona.
- **Paneles solares y otros componentes electrónicos:** estos dispositivos permiten optimizar la energía producida con el movimiento, se trata por ejemplo de baterías para almacenar esta energía y alimentar los controladores para el bloqueo automático para bicicletas.
- **Métodos de pago online:** El uso de bicicletas públicas está asociado al pago por tiempo de uso o por periodos de suscripción en los que pueden utilizarse las bicicletas con ciertas restricciones. La automatización de los sistemas de pago es una fuente de eficiencia.
- **Otros conjuntos de datos relacionados:** datos de los trayectos realizados por las personas usuarias, cálculo de la previsión de disponibilidad, etc.



## Desafíos

- **Redistribución de las bicicletas:** La necesidad de redistribuir las bicicletas entre las estaciones supone un lastre para la sostenibilidad de los sistemas. En Londres, a pesar de que el sistema tiene casi ocho años, TfL sigue subsidiando el sistema con más de tres millones de libras al año.

En Nueva York se ha encontrado una solución gracias a los datos abiertos que consiste en incentivar a las propias personas usuarias para que hagan la distribución. Con el programa de "[Bike Angels](#)" se recompensa a las personas que contribuyen a reequilibrar el sistema. El programa se diseñó basándose en [una investigación](#) realizada por la Universidad Cornell.

- **Sistemas sin estación (Dockless):** Estos innovadores sistemas son potencialmente más cómodos para las personas usuarios, ya que no se ven obligados a empezar y acabar sus trayectos en las estaciones prefijada. Sin embargo, la logística de la redistribución de las bicicletas es más compleja, pueden existir problemas de fiabilidad y hay dudas acerca de la sostenibilidad financiera del propio modelo de negocio.

## 2.3. Conjunto de datos de tráfico rodado



### Descripción

Los datos del tráfico en las ciudades son de los más **complejos de gestionar** por las múltiples dimensiones que se ven afectadas. Incluye no sólo el **tránsito de los vehículos** por las vías sino información tan variada como las **ubicaciones de baches o semáforos que no funcionan**.

Problemas como la **congestión del tráfico**, muy grave en muchas ciudades del mundo, y los **accidentes de tráfico**, que suponen una de las principales causas de mortalidad en muchos países del mundo, afectan enormemente a la vida de la población de las ciudades. El estudio de la información del tráfico rodado ayuda entre otras cosas a **comprender mejor los problemas de movilidad en las ciudades**.

En general, encontramos que los diferentes problemas se abordan con una mezcla de **datos que provienen del sector público junto con datos recogidos por la propia ciudadanía o empresas** que disponen de flotas de vehículos circulando por las ciudades.

Merecen especial mención los datos recogidos por los taxis y otros sistemas de movilidad personal como los de la TLC de la [ciudad de Nueva York](#). Estos datos tienen la particularidad de que tienen la doble utilidad de contribuir a la comprensión y mejora de los sistemas de transporte público, a la vez que registran datos sobre el estado del tráfico rodado. Empresas como Uber, a través de su [iniciativa "movimiento"](#), también proporcionan datos y herramientas para que las ciudades comprendan y aborden más profundamente los desafíos del transporte urbano.



### Partes interesadas y estándares de publicación

En el complejo ecosistema de los datos de tráfico encontramos multitud de partes interesadas. Desde las propias ciudades y los fabricantes de equipamiento hasta las empresas de transporte de pasajeros, alquiler de vehículos o logística. Incluso dentro de las propias ciudades son múltiples los departamentos o agencias que contribuyen o utilizan estos datos.

El lenguaje electrónico utilizado en Europa para el intercambio de información y datos de tráfico es [Datex II](#), financiado en parte por la Comisión Europea. La información de tráfico y la información de gestión de tráfico se distribuyen de una manera que no depende del idioma y el formato de presentación.

El conjunto de datos también está recogido en la **Norma UNE 1798301:2015 Smart Cities Open Data**.



### Posibles aplicaciones en tiempo real

- **Visualización de la situación del tráfico:** La visualización en tiempo real de la situación del tráfico y de los eventos que pueden ocurrir en una vía tiene una gran importancia para la ciudadanía.
- **Estudios sobre transporte por carretera:** Con los diferentes conjuntos de datos disponibles, empresas privadas, investigadores y ciudadanía, están realizando interesantes estudios para comprender diferentes aspectos del tráfico rodado como la comparación del tiempo de transporte [entre diferentes medios](#) y en diferentes situaciones de tráfico.
- **Predicción de accidentes de tráfico o atascos:** Existen numerosas investigaciones que tratan de crear modelos predictivos sobre diferentes eventos relacionados con el tráfico, por ejemplo, para calcular [el riesgo de que ocurra un accidente en un lugar y una hora determinada](#) o para calcular el [riesgo de congestión de tráfico](#). Sin embargo, estos problemas se ven afectados por numerosos factores y varían según los entornos espaciales y temporales, lo que dificulta el modelado y la predicción.



### Impacto potencial de las posibles aplicaciones



La congestión del tráfico es un problema cada vez más importante para muchas áreas metropolitanas. Por ejemplo, [el Banco Mundial estimó en 60 millones de dólares el coste diario para la economía de los atascos](#) que se producen en la ciudad de Manila. La empresa INRIX calculó en 2018 que la ciudad de **Los Ángeles pierde más de 9.000 millones de dólares al año**. Con estas cifras cualquier pequeña mejora en las decisiones de planificación urbana o de la forma en la que la ciudadanía organiza su transporte tiene un gran retorno, tanto económico como en mejora de la calidad de vida de las personas.

Los accidentes automovilísticos son otro gran problema relacionado con el tráfico rodado. Según ASIRT, [casi 1,3 millones de personas mueren en el mundo cada año a causa de accidentes automovilísticos y hasta 50 millones de personas resultan heridas](#). Sólo en Europa las estadísticas indican que cada minuto se registran 50 muertes en carretera (datos del año 2017). Cada accidente que se evita tiene un grandísimo retorno para la sociedad.



### Ejemplos de utilización del dataset

- [Administración de Transporte de Suecia:](#) Recopila información de tráfico las 24 horas del día, durante todo el año y proporciona la información a aquellos que desean suscribirse de forma gratuita para crear sus propios servicios. Toda la información de tráfico está en formato XML a través de un estándar europeo Datex II.
- [Open Transport Partnership:](#) Tres compañías de transporte de viajeros que en conjunto cubren más de treinta países y millones de clientes, están trabajando con el Banco Mundial y otros socios para poner a disposición del público los datos de tráfico recogidos por las transmisiones GPS de

	<p>sus conductores a través de una licencia de datos abiertos. El objetivo es ayudar a las agencias de transporte de países con recursos limitados para tomar mejores decisiones basadas en datos que antes estaban fuera de su alcance.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Here:</b> La compañía here comercializa productos para conductores que analizan, predicen y mapean el tráfico en tiempo real. Sus datos se agregan desde múltiples fuentes, que incluyen datos de sensores de vehículos de alta calidad, registros de tráfico históricos y datos abiertos que provienen de fuentes gubernamentales</li> </ul>
 <p><b>Tecnologías y datos implicados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistemas de adquisición de datos de tráfico:</b> Existe una gran variedad de tecnologías que se utilizan para adquirir datos y que incluyen: espiras magnéticas, sensores piezo-eléctricos de fibra óptica o magnéticos, radares de microondas, sensores acústicos, sensores ultrasónicos, etc. La directiva 2010/40/EU sobre sistemas de transporte inteligente proporciona el marco de referencia en el que se utilizan la información de estos sistemas en la Unión Europea.</li> <li>• <b>Cámaras:</b> Las cámaras con sensor de tráfico se usan para diferentes propósitos como medir el flujo del tráfico y determinar el tiempo del semáforo de forma dinámica y vigilar infracciones del código de circulación.</li> <li>• <b>Drones:</b> Cada vez es más habitual complementar los sistemas de vigilancia del tráfico con drones equipados con cámaras de alta resolución para la monitorización del estado del tráfico.</li> <li>• <b>Otros conjuntos de datos relacionados:</b> datos de ubicación de accidentes de tráfico, datos de ubicación de estado de las vías, ubicación de radares y cámaras de vigilancia, datos meteorológicos, etc.</li> </ul>
 <p><b>Desafíos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Abaratar el coste de recoger la información:</b> Los métodos tradicionales de recopilación de datos de tráfico dependen del trabajo de campo, intensivo en mano de obra; o de redes de datos de sensores, intensivos en capital. El primero es lento y da como resultado datos de baja calidad, y el segundo requiere desembolsos sustanciales de capital y mantenimiento, mientras que solo cubre una pequeña porción de un área metropolitana. Procesar y consolidar los datos que provienen de sistemas de adquisición heterogéneos también tiene un elevado coste.</li> <li>• <b>Mejorar las redes de comunicaciones:</b> La gran extensión de muchas zonas metropolitanas hace que sea inviable económicamente comunicar por fibra óptica todos los elementos de monitorización del tráfico. La conectividad que viene con una conexión de fibra permite que el equipo de mantenimiento de señales de tráfico realice cambios casi en tiempo real a los elementos de señalización desde un centro de control de tráfico,</li> </ul>



mientras que donde no existe este tipo de conectividad el despliegue de los cambios es mucho más lento. La llegada de las redes 5G contribuirá a la mejora de todos estos sistemas donde, en muchos casos, se depende incluso de que la ciudadanía informe de los fallos en los sistemas.

- **Proteger la privacidad de la ciudadanía:** La gran cantidad de datos e imágenes recogidas sobre la movilidad de las personas presenta importantes desafíos éticos y de protección de la privacidad. Incluso cuando están perfectamente anonimizados los datos que recogen la creciente cantidad de sistemas de adquisición de información del tráfico deben estar sujetos a importantes medidas de seguridad de la información.

## 2.4. Conjunto de datos de transporte público



### Descripción

Los datos de transporte son probablemente el tipo de datos abiertos **más solicitado por emprendedores, activistas y ciudadanía**. En la última década los datos de transporte público en tiempo real se han convertido en una parte esencial de la vida urbana. Desde las pantallas con información sobre la llegada de trenes o autobuses, hasta las aplicaciones para teléfonos inteligentes que ayudan a la ciudadanía a planificar trayectos, los datos abiertos están contribuyendo a numerosas soluciones que mejoran la movilidad urbana.

No se trata de publicar un único conjunto de datos, sino de implementar complejas y costosas estrategias que abarcan **hasta 80 conjuntos de datos** (más del 75% a través de APIs) en el caso de la ciudad de Londres. Estas estrategias incluyen información operativa y corporativa en todos los medios de transporte, los horarios, el estado del servicio y la información sobre interrupciones.

Los beneficios principales de la publicación de estos conjuntos de datos, recogidos en [numerosos estudios](#), incluyen tiempos de espera más reducidos (usan una aplicación para optimizar su desplazamiento hasta una parada o estación), un tiempo de viaje más reducido (la ciudadanos ajustan sus itinerarios de viaje) y un mayor uso del transporte público.

En el largo plazo se espera que el impacto sea aún mayor con la visión de un futuro donde los datos integrados en tiempo real de todas las opciones de transporte permitan un verdadero sistema de movilidad urbana que sea más cómodo que el uso del automóvil privado.





### Partes interesadas y estándares de publicación

El ecosistema de partes interesadas es amplio e incluye a las autoridades de transporte público, a los proveedores de servicios relacionados con el proceso de transporte de pasajeros (planificación, operación e información), a los proveedores de productos de software de los diferentes procesos y equipos de consultoría y especialistas que actúan en el campo del transporte público en el sentido más amplio.

El formato [GTFS \(General Transit Feed Specification\)](#), inicialmente propuesto por un empleado de Google en 2005, permite publicar tanto la información de programación estática como la información en tiempo real basada en la ubicación del vehículo y el cambio del servicio sobre la marcha.

El **Comité Europeo de Estandarización (CEN)**, por su parte, mantiene la **especificación Service Interface for Real Time Information (SIRI)** que es un protocolo XML que permite intercambiar información en tiempo real

	<p>sobre los servicios y vehículos de transporte público de forma distribuida. Del mismo modo CEN mantiene <a href="#">NeTEx</a> que es un estándar técnico para el intercambio de horarios de transporte público y datos relacionados. SIRI y NetTEx cumplen con el modelo <a href="#">CEN Transmodel</a>, que es el Modelo de datos de referencia europeo para el transporte público.</p> <p>El conjunto de datos también está recogido en la Norma UNE 1798301:2015 Smart Cities Open Data.</p>
 <p><b>Posibles aplicaciones en tiempo real</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comprobar la llegada del próximo tren/autobús:</b> Multitud de apps se han implementado en las ciudades donde se ha liberado este conjunto de datos con el fin de que los viajeros puedan decidir cuándo deben salir hacia la estación de tren o autobús.</li> <li>• <b>Optimización de las rutas:</b> Desde que comenzaron a liberarse los conjuntos de datos de transporte público se han conocido numerosos casos en los que personas a título individual y organizaciones han propuesto a las autoridades de transporte rutas alternativas para mejorar el servicio.</li> </ul>
 <p><b>Impacto potencial de las posibles aplicaciones</b></p>	<p>Uno de los casos mejor estudiados es el de la ciudad de Londres, que comenzó a publicar datos en tiempo real hace diez años siendo una de las ciudades pioneras a nivel mundial. De acuerdo con un <a href="#">estudio</a> realizado por Deloitte para la autoridad de transporte de Londres (TfL) en 2017, la publicación de datos abiertos de forma gratuita y en tiempo real sobre transporte público <b>aporta a la economía de la ciudad alrededor de 130 millones de libras al año</b>. El coste estimado de la publicación es 1 millón de libras al año.</p> <p>Los beneficios observados, que pueden ser aplicables a otras grandes ciudades, incluyen la <b>creación de puestos de trabajo, creación de startups de alto valor, ahorro de tiempo para la ciudadanía o ahorro en la creación de nuevas apps</b>. Adicionalmente, TfL intercambia datos en áreas tales como la información de tráfico con otros partners privados.</p>
 <p><b>Ejemplos de utilización del dataset</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Bus Turnaround Coalition</a>: está utilizando datos abiertos para crear conciencia sobre el estado del sistema de autobuses de la ciudad de Nueva York, donde casi 2.5 millones de pasajeros utilizan el autobús cada día. Ha asignado a cada ruta de autobús un boletín de calificaciones que reflejan la velocidad, la precisión y el volumen de pasajeros entre otros factores.</li> <li>• <a href="#">Transfermuga</a>: se trata de un portal de información de pasajeros transfronterizo, multimodal y multilingüe para la movilidad transfronteriza</li> </ul>

	<p>entre Francia y España, en concreto entre las regiones de Aquitania-Euskadi-Navarra, que utiliza datos abiertos para facilitar el transporte interurbano en bicicleta, barco, automóvil, taxi, autobús, tren y avión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Moovit:</b> es una aplicación que permite a los usuarios ver opciones de transporte público, como horarios de llegada de autobuses, mapas y horarios de trenes en todo el mundo. La compañía agrega datos de diferentes modos de transporte de países de todo el mundo. Estos datos incluyen horarios, paradas y estaciones de autobuses y trenes.</li> </ul> <p>Otras compañías que utilizan datos abiertos de transporte público son <a href="#">Waze</a>, <a href="#">Google</a>, <a href="#">Citymapper</a>, <a href="#">Bus Checker</a>, o <a href="#">Mapway</a>.</p>
 <p><b>Tecnologías y datos implicados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistemas de localización de vehículos (AVL):</b> Los sistemas para determinar y transmitir automáticamente la ubicación geográfica de un vehículo son un elemento esencial para disponer de los conjuntos de datos de transporte público. Representan una parte importante de la inversión necesaria en redes de autobuses.</li> <li>• <b>Sistemas de transporte inteligente:</b> Un sistema de transporte inteligente (ITS) es una aplicación avanzada que tiene como objetivo proporcionar servicios innovadores relacionados con diferentes modos de transporte y permitir a los usuarios estar mejor informados y hacer un uso de redes de transporte más seguro, coordinado e inteligente.</li> </ul>
 <p><b>Desafíos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Colaboración entre ciudades y entre países:</b> En numerosas zonas la actividad económica trasciende el ámbito de una ciudad. Conseguir un transporte público eficiente y coordinado entre núcleos de población que pueden estar en diferentes regiones e incluso en diferentes países es un reto importante donde los datos abiertos facilitan la necesaria coordinación entre autoridades.</li> <li>• <b>Coste de distribución de los datos:</b> Para los datos en tiempo real existen costes importantes para operar un modelo de distribución de datos con una calidad de servicio adecuada para la reutilización. Por lo tanto, se convierte en un problema de gasto público para el que deben desarrollarse soluciones como los sistemas de distribución escalable a través de agregadores.</li> </ul>

## 2.5. Conjunto de datos de calidad del aire



### Descripción

La preocupación de la ciudadanía por la **calidad del aire que respiramos** va en aumento. Algunas personas hablan ya del nuevo clima. Esto es comprensible teniendo en cuenta que los niveles de contaminación afectan a la salud y al bienestar de las personas, especialmente a los menores y personas enfermas con afecciones cardíacas o pulmonares, pero también a cualquier persona que pase tiempo al aire libre.

Este creciente interés junto con el abaratamiento de los sensores está consiguiendo que los **datos ambientales estén cada vez más disponibles y accesibles a través de fuentes confiables**. Y no sólo como datos estadísticos agregados como el conocido [AirBase](#) de la Agencia Europea del Medio Ambiente, sino también **en tiempo real a través de fuentes públicas y privadas**. La aportación adicional de datos que provienen de personas que instalan sus propios sensores y proporcionan sus datos a la comunidad, se suma a los que provienen de las administraciones públicas responsables de la monitorización de la calidad del aire, ampliando la disponibilidad de datos y la capacidad de acumular grandes cantidades de datos ambientales.

Los datos de calidad del aire son promovidos y utilizados por las ciudades de diferentes formas. La información de calidad del aire sirve para desarrollar **políticas de salud pública**, pero también para la **toma de decisiones en otras áreas como la planificación urbana**, por ejemplo, para determinar dónde es mejor construir una escuela o un hospital en función de la calidad del aire. Estos datos son importantes también para otro tipo de administraciones públicas como las agencias encargadas de la **política agrícola**, puesto que la calidad del aire impacta en el desarrollo de los cultivos; o las **agencias de energía** ya que el espesor óptico de la atmósfera, que es un factor importante para las fuentes de energía renovables, se ve afectado por la calidad del aire.

Este conjunto de datos es uno de los quince que analiza el [Open Data Index](#).



### Partes interesadas y estándares de publicación

Existe una gran cantidad de partes interesadas en la creación y utilización de los conjuntos de datos relacionados con la calidad el aire. Además de las agencias medioambientales, energéticas, de salud pública o las propias ciudades, encontramos un ecosistema muy activo de investigadores, activistas y ciudadanía que están contribuyendo a comprender mejor la naturaleza, el impacto y el estado de la calidad del aire.

Un gran ejemplo es la [plataforma abierta OpenAQ](#) que agrega datos históricos y en tiempo real sobre calidad del aire que provienen de

gobiernos e instituciones de investigación y que ofrece todos sus recursos en forma de código abierto.

Otro ejemplo de portal global es [World Air Quality Index](#) que proporciona métricas de calidad del aire a nivel de ciudad y país en tiempo real de más de setenta países, incluidos datos de nueve mil estaciones en ochocientas ciudades.

La [lista de los contaminantes clave](#) que se monitorizan la define la Organización Mundial de la Salud. Aunque no existe aún un estándar para la publicación del conjunto de datos, uno de los formatos comúnmente aceptados es el que ha propuesto la [plataforma OpenAQ](#).

El conjunto de datos también está recogido en la Norma UNE 1798301:2015 Smart Cities Open Data.



### Posibles aplicaciones en tiempo real

- **Predecir la calidad del aire:** De forma similar a la predicción del clima, existen modelos para predecir tanto los niveles de contaminación del aire como su calidad. Hay muchos modelos predictivos que son incluso más complejos que los que se utilizan para predecir las condiciones climatológicas. Estos modelos son simulaciones matemáticas de cómo se dispersan los contaminantes en el aire y si están asociados a la ubicación contribuyen a que la ciudadanía pueda tomar mejores decisiones sobre cómo pasan su tiempo en interiores o exteriores, en función del estado esperado de la atmósfera, disminuyendo así los efectos adversos sobre su salud y los costes asociados.
- **Aumentar la conciencia contra la contaminación:** La publicación de datos abiertos sobre calidad del aire son esenciales para involucrar a ciudadanos voluntarios en la lucha contra la contaminación del aire. La celebración de eventos como el [#AirHack](#) de Leeds contribuye a que aumente la conciencia y a que numerosas personas voluntarias exploraren cómo podrían utilizarse los datos abiertos para abordar desafíos tales como aumentar la participación de la ciudadanía en los problemas de calidad del aire.



### Impacto potencial de las posibles aplicaciones

La predicción de la contaminación del aire es una **inversión que tiene impacto en múltiples niveles: individual, comunitario, nacional y global**. Si las personas son conscientes de las variaciones en la calidad del aire que respiran y el efecto de los contaminantes en su salud existe una mayor probabilidad de motivar cambios tanto en el comportamiento individual como en las políticas públicas.

Los gobiernos también hacen uso de las predicciones para establecer **procedimientos para reducir la severidad** de los niveles locales de

contaminación. Una mayor conciencia global tiene el potencial de conseguir un ambiente más limpio y una población más saludable.

El informe "[The cost of Air Pollution](#)" del Banco Mundial estimó que **el coste global total de muertes prematuras y enfermedades debidas a la contaminación del aire es de 5 billones de dólares**, incluyendo la pérdida de 225.000 millones anuales en costes laborales. El informe también muestra que si bien el aire en los países de altos ingresos se ha vuelto más limpio, las condiciones han empeorado en los países de ingresos bajos y medianos, incluido un grave deterioro en algunos países como Bangladesh e India.

La falta de acceso fácil a datos sobre la calidad del aire también tiene impacto en la **desigualdad en el acceso al aire limpio**, que es **responsable de una de cada 8 muertes en el mundo** ya que impide a las comunidades trabajar en la mejora de su aire. Según la OMS, **el 92% de la población mundial** vive en áreas que tienen niveles de contaminación del aire que son poco saludables, y la contaminación del aire se considera "un asesino silencioso", que **mata a 7 millones de personas al año** en todo el mundo.



### Ejemplos de utilización del dataset

- **AeroState:** Es una startup que proporciona predicciones y análisis de calidad del aire en todo el mundo. La información proporcionada alcanza al nivel de detalle de la manzana en la ciudad y sus productos están enfocados en ayudar a las ciudades. Como ejemplo, en su web se puede visualizar en mapas las estaciones que miden la concentración de la calidad del aire de diferentes tipos de contaminación como NO2 y O3. En estas estaciones, utilizando datos que provienen de la plataforma OpenAQ, se muestran los diagramas con las mediciones más relevantes realizadas junto con un pronóstico de veinticuatro horas obtenido de AeroState API.
- **In the air, Madrid:** Es una visualización que tiene como objetivo hacer visibles los agentes microscópicos del aire de Madrid (gases, partículas, polen, enfermedades, etc.), para ver cómo se desenvuelven, reaccionan e interactúan con el resto de la ciudad. El proyecto propone una plataforma para la toma de decisiones y la conciencia individual y colectiva.



### Tecnologías y datos implicados

- **Sensores de bajo coste:** Los dispositivos de medición portátiles y de bajo coste conectados a través de redes WiFi están disponibles hoy a una fracción del coste que solían tener los sistemas fijos convencionales. Esto permite a las localidades ampliar enormemente el número de puntos de medición e incluso su movilidad.





## Desafíos

- **Otros conjuntos de datos relacionados:** datos meteorológicos, datos de contaminación acústica, etc.
- **Aumentar la red de puntos de medición:** el despliegue y mantenimiento de las redes de sensores de las ciudades supone una inversión considerable. Sin embargo resulta fundamental para trabajar en la mejora de las condiciones ambientales en las que desarrollamos nuestras vidas.
- **Mejorar la calidad de la medición:** Los sensores de calidad del aire de bajo coste ayudan a crear conciencia sobre la necesidad real de monitorizar la calidad del aire, pero en muchas ocasiones carecen de tecnología avanzada para proporcionar mediciones precisas de las condiciones ambientales. Dado que la calidad del aire fluctúa a un ritmo más rápido que el clima durante el transcurso del día, la calibración y aseguramiento de la calidad de las mediciones es fundamental para poder tomar decisiones acertadas en base a estos datos.

## 2.6. Conjunto de datos de contaminación acústica



### Descripción

La contaminación acústica puede definirse como la **presencia de sonidos intrusivos e innecesarios que pueden influir seriamente en la salud mental y física humana.**

Diferentes personas pueden responder de manera diferente al mismo nivel de ruido, pero por encima de ciertos niveles, el ruido afecta a todo el mundo.

Las fuentes típicas de contaminación acústica en las ciudades son el **transporte**, debido al tráfico por carretera, ferroviario y aéreo; la **construcción y la industria**; y los **locales** como tiendas, restaurantes y bares.

La contaminación acústica a menudo se cita como uno de los principales factores en la reducción de la calidad de vida en las grandes ciudades. Por ejemplo en Nueva York se registraron más de [420.000 quejas por ruido en 2016](#), más del doble que cinco años antes.

El ruido es una amenaza en general subestimada que puede causar una serie de **problemas de salud** a corto y largo plazo, como por ejemplo trastornos del sueño, daños cardiovasculares, peor desempeño laboral y escolar, discapacidad auditiva, depresión, estrés, diabetes, etc.

Se ha definido como un "contaminante ignorado" que no se ha tomado suficientemente en serio frente a otras amenazas ambientales y ello también se aprecia en el menor desarrollo de iniciativas para recoger y explotar datos abiertos relacionados con la contaminación acústica.



### Partes interesadas y estándares de publicación

Entre las partes interesadas encontramos a las ciudades y sus agencias medioambientales, los fabricantes de equipamiento de medición y software de gestión y procesamiento y las agencias responsables de la salud pública.

No se ha localizado un estándar de intercambio de los datos capturados por las estaciones de medición. Los umbrales y valores de medición provienen de fuentes legislativas, que en el caso de la Unión Europea están armonizadas por la [Directiva 2002/49/EC](#).



### Posibles aplicaciones en tiempo real

- **Mapas de ruido actualizados:** los mapas de ruido de las ciudades podrían construirse de forma más dinámica y actualizada, sustituyendo a la actual forma de elaborarlos en base a estudios estáticos.
- **Actuaciones de las autoridades:** disponer de datos en tiempo real permitiría diseñar actuaciones reactivas frente a situaciones no previstas como exceso de tráfico, eventos no autorizados etc.



### Impacto potencial de las posibles aplicaciones

Según la OMS, [466 millones de personas en todo el mundo tienen pérdida auditiva incapacitante](#), y 34 millones de ellos son menores. La exposición al ruido excesivo es una de las causas adquiridas que pueden ser prevenidas para evitar una parte de estos casos. Según la OMS, en menores de 15 años el 60% de la pérdida auditiva es atribuible a causas que se pueden prevenir.



Solo en la Unión Europea (UE) [alrededor del 40% de la población está expuesta al ruido del tráfico rodado a niveles superiores a 55 db \(A\)](#); el 20% está expuesto a niveles superiores a 65 dB (A) durante el día; y más del 30% está expuesto a niveles superiores a 55 dB (A) por la noche.

El impacto potencial de la reducción de los niveles de contaminación acústica en la salud pública y en la calidad de vida de la ciudadanía es muy grande, sobre todo en grandes ciudades o en ciudades que crecen a gran velocidad.



### Ejemplos de utilización del dataset

- **Madrid (España) y otras ciudades:** El uso más frecuente del conjunto de datos es la visualización de los datos de los niveles de ruido capturados por las estaciones de medición junto con la evolución en el tiempo. Estos datos resultan de gran importancia para la elaboración de instrumentos de evaluación y gestión del ruido ambiental y para la definición de políticas y normas en materia de ruido. En el caso de Madrid, el [Mapa Estratégico del Ruido 2016](#), contiene mapas que sirven entre otras cosas, para realizar una valoración global de la exposición de la ciudadanía al ruido ambiental, para la realización de predicciones globales, o para posibilitar la adopción fundada en datos de planes de acción en materia de contaminación acústica que contengan las medidas correctoras más adecuadas.
- **Dublín (Irlanda):** mide la contaminación acústica durante el día y la noche en las carreteras y utiliza estos datos para la revisión de [mapas de ruido y planes estratégicos de acción](#). La agencia encargada de la gestión del ruido ambiental publica [mapas](#) con las ubicaciones de sus estaciones permanentes de monitorización de nivel de sonido. En cada estación se muestra el dato de la última medición y para ver la evolución

	<p>del nivel de ruido, permite acceder a los datos de las medias horarias que además se muestran representadas en un gráfico.</p>
 <p><b>Tecnologías y datos implicados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estaciones de medición:</b> suelen estar compuestas por micrófonos de intemperie, omnidireccionales, antipájaros y con pantallas contra el viento que recogen los datos conectados a un analizador estadístico de ruido que envían datos a través de la red de comunicaciones disponible.</li> <li>• <b>Otros conjuntos de datos relacionados:</b> datos de quejas por ruido, datos de las fuentes que son causa de la <b>contaminación</b> acústica (tráfico, transporte público, etc).</li> </ul>
 <p><b>Desafíos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Recoger más datos y más precisos:</b> el despliegue de estaciones de medición es costoso tanto por la inversión necesaria como por el mantenimiento que requiere. La necesidad de un mayor número de puntos de medición que recojan datos <b>precisos</b> que puedan utilizarse para la toma de decisiones es un desafío que puede resolverse con el desarrollo de instrumental de bajo coste.</li> <li>• <b>Diseñar actuaciones efectivas:</b> si lo comparamos con otros conjuntos de datos, existe aún un gran potencial sin explotar para diseñar soluciones que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos.</li> </ul>

### 3. CONCLUSIONES

En la última década los datos abiertos se han convertido en un tema cada vez más popular entre las autoridades públicas y el personal técnico de las entidades locales, del mismo modo que han aumentado las expectativas de la ciudadanía que es cada vez más consciente de su potencial para mejorar la calidad de vida en las ciudades.

Las iniciativas de ciudades inteligentes también contribuyen a que las ciudades establezcan iniciativas de datos abiertos más ambiciosas debido a que la gestión de los datos constituye uno de los grandes desafíos que afrontan. Tener una estrategia de Datos Abiertos establecida es uno de los aspectos más importantes para conseguir impacto real en la vida de la ciudadanía. El medio ambiente y el transporte son las dos áreas en los que mayor impacto potencial tienen las políticas de datos abiertos en tiempo real de las ciudades.

Cuando se trata de datos en tiempo real, una estrategia bien definida es aún más importante, ya que la **publicación y gestión de datos abiertos en tiempo real supone un desafío económico, técnico y organizativo de gran magnitud**. En general, la mayor parte de los portales de datos abiertos no están preparados para ofrecer datos en tiempo real y **son una minoría las entidades locales que los publican**. También se detecta la necesidad de desarrollar mejores sistemas que superen las habituales APIs y los catálogos de datos.

El elevado coste que en general tiene el despliegue de redes de medición basadas en estaciones fijas o móviles, así como su conexión a redes de comunicación de alta velocidad suponen un freno para el avance de muchas iniciativas de captura y puesta a disposición de datos en tiempo real. Esta dificultad está siendo abordada con el despliegue de dispositivos de bajo coste y complementando la adquisición de datos con acuerdos de intercambio de datos con compañías privadas. En ocasiones, también se está utilizando la recogida de datos llevada a cabo por personas que aportan su propio equipamiento de medición o ponen a disposición su tiempo, enviando datos a través de apps específicas instaladas en sus dispositivos móviles.

La publicación de datos en tiempo sobre el transporte público, la calidad del aire o el tráfico rodado tiene un **gran interés para la ciudadanía y genera círculos virtuosos con los que las ciudades y sus habitantes obtienen grandes retornos** que no sólo son económicos. La mejora de la salud, el ahorro de tiempo o de la calidad del descanso son difíciles de cuantificar pero tienen un gran efecto en la satisfacción y la calidad de vida de la ciudadanía.

El impacto que se consigue con la publicación de datos en tiempo real, en general, no es exclusivo de su propio ámbito sino que suele tener efectos sobre otras áreas relacionadas. Por ejemplo, el impacto de las mejoras derivadas de la publicación de datos en tiempo real sobre tráfico no genera sólo mejoras en los desplazamientos por carretera sino que tiene impacto también sobre el medio ambiente o la salud pública.

Por último, el desafío de utilizar datos en tiempo real para mejorar diferentes aspectos de la vida en las ciudades no es exclusivo de grandes urbes sino que afecta también a poblaciones de tamaño medio. Los problemas que preocupan a la ciudadanía son compartidos aunque la escala sea diferente. Aunque encontramos un mayor desarrollo en ciudades grandes que tratan de resolver grandes problemas y que a su vez cuenta con mayores recursos para hacerlo; existen muchas iniciativas en pequeñas y medianas ciudades que han comenzado con pequeños pasos y que han conseguido importantes resultados con menores recursos.

**Retos a superar en la publicación de datos en tiempo real en las ciudades**



**Una estrategia de datos abiertos consolidada**



**Infraestructuras modernas para la captura y procesamiento de datos**



**Sistemas de publicación capaces de exponer datos en tiempo real**

Todo ello para impulsar círculos virtuosos que generen retornos económicos y sociales para sus habitantes.

**Informe “Datos abiertos en tiempo real: casos de uso en ciudades inteligentes”**

## 4. REFERENCIAS

- Documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Rio+20. (2012). ONU: [https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1\\_spanish.pdf.pdf](https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1_spanish.pdf.pdf)
- Dictamen del Comité de las Regiones — Revisión de la Directiva relativa a la reutilización de la información del sector público y los datos abiertos – (2012) Comité de las Regiones: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012AR0626>
- “Assessing the value of TfL’s open data and digital partnerships” (2017) Deloitte: <http://content.tfl.gov.uk/deloitte-report-tfl-open-data.pdf>
- “DATOS ABIERTOS FEMP 2019 40 conjuntos de datos a publicar por las Entidades Locales” (2019) FEMP: <http://femp.femp.es/files/3580-1937-fichero/DATOS%20ABIERTOS%20FEMP%202019.pdf>
- “¿Son rentables los sistemas de bicicletas compartidas?” (2019) IESE - <https://www.iese.edu/es/noticias/son-rentables-los-sistemas-de-bicicletas-compartidas/>
- “China’s Hangzhou Public Bicycle Understanding Early Adoption and Behavioral Response to Bikesharing” - Journal of the Transportation Research Board, No. 2247, Susan A. Shaheen, Hua Zhang, Elliot Martin, Stacey Guzman (2011): <https://journals.sagepub.com/doi/10.3141/2247-05>
- “Congestion Prediction for Urban Areas by Spatiotemporal Data Mining”, LiHua Wang, Zijun Zhou (2017) IEEE: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8250372>
- “A literature review of the passenger benefits of real-time transit information” Candace Brakewood & Kari Watkins, Transport reviews volume 39 (2019): <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2018.1472147>
- “Air quality guidelines - global update 2005” Organización Mundial de la Salud: [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)
- “The Cost of Air Pollution”, Banco Mundial (2016): <http://documents.worldbank.org/curated/en/781521473177013155/pdf/108141-REVISED-Cost-of-PollutionWebCORRECTEDfile.pdf>
- “Deafness and hearing loss” - Organización Mundial de la Salud (2019): <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- “Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental”: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0049>
- “Noise in Europe 2014” - Agencia Europea del Medio Ambiente: <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>