



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

# **LAS CIUDADES INTELIGENTES Y EL OPEN DATA: VALORACIÓN DE LOS PORTALES DE DATOS DE LOS GRANDES AYUNTAMIENTOS ESPAÑOLES**

Autor: Gabriel Martín Hinojosa

Tutor: Enrique Díaz Plaza

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN:</b>	6
1.1 <i>Objetivos:</i>	6
1.2 <i>Metodología:</i>	7
1.3 <i>Estado de la cuestión:</i>	8
1.4 <i>Estructura del trabajo:</i>	8
<b>2. CIUDADES INTELIGENTES:</b>	9
2.1 <i>Definición y concepto de ciudad inteligente:</i>	9
2.2 <i>Características de una ciudad inteligente:</i>	11
2.3 <i>Áreas de impacto de una ciudad inteligente:</i>	12
2.4 <i>Algunas iniciativas españolas:</i>	15
<b>3. LA INICIATIVA OPEN DATA</b>	16
3.1 <i>Los datos como materia prima:</i>	16
3.2 <i>El concepto Open Data:</i>	17
3.3 <i>Beneficios del Open Data:</i>	18
3.4 <i>Mayores retos del Open Data:</i>	19
3.5 <i>Grupos de interés alrededor del Open Data:</i>	20
3.6 <i>Situación actual en España:</i>	21
3.6.1 <i>Iniciativa Aporta:</i>	21
3.6.2 <i>Comparación con el resto de los países europeos:</i>	23
<b>4. PROPIEDADES DE LOS PORTALES DE DATOS:</b>	24
4.1 <i>Descripción de los portales de datos:</i>	25
4.2 <i>Requisitos para una buena plataforma de publicación de datos abiertos:</i>	27
4.3 <i>La importancia de las APIs para impulsar nuevas aplicaciones:</i>	29
<b>5. SISTEMA DE VALORACIÓN:</b>	30
5.1 <i>Dimensiones de los portales de datos que serán calificados:</i>	31
5.2 <i>Sistema de puntuación:</i>	32
<b>6. PROCESO DE VALORACIÓN:</b>	32
6.1 <i>Análisis descriptivo de los portales Open Data:</i>	33
6.1.1 <i>Ciudad de Madrid:</i>	33
6.1.2 <i>Ciudad de Barcelona:</i>	33
6.1.3 <i>Ciudad de Valencia:</i>	34
6.1.4 <i>Ciudad de Sevilla:</i>	35
6.1.5 <i>Ciudad de Zaragoza:</i>	35
6.1.6 <i>Ciudad de Málaga:</i>	36

6.1.7 Ciudad de Murcia: .....	37
6.1.8 Ciudad de Palma: .....	37
6.1.9 Ciudad de Las Palmas de Gran Canaria .....	38
6.1.10 Ciudad de Bilbao: .....	38
6.2 Resumen del trabajo de campo: .....	39
6.3 Conclusiones generales: .....	40
6.4 Buenas prácticas y comentarios: .....	42
6.5 Comparación con portales de datos internacionales: Nueva York, Chicago y Toronto .....	44
6.5.1 Portal de datos abiertos de Toronto: .....	45
6.5.2 Portales de datos abiertos de Nueva York y Chicago: .....	46
<b>7. GRADO DE MADUREZ DE LOS PORTALES:</b> .....	47
7.1 Calificación global y ranking: .....	49
Tabla 3: Grado de madurez de los portales .....	49
<b>8. DEMOSTRACIONES PRÁCTICAS</b> .....	49
8.1 Demostración de consulta vía API: .....	49
8.2 Demostración de utilización de conjunto de datos: .....	51
<b>9. PROPUESTAS:</b> .....	55
<b>10. CONCLUSIÓN:</b> .....	56
<b>11. BIBLIOGRAFÍA:</b> .....	57
<b>12. ANEXO:</b> .....	60
12.1 Código RStudio: .....	60

## **Resumen:**

El presente trabajo analiza el grado de madurez de las plataformas Open Data, un elemento clave para avanzar hacia las ciudades inteligentes del futuro, mediante una valoración de los portales de los 10 municipios más poblados de España. Concluye que el grado de madurez de las distintas plataformas evaluadas es muy dispar, con plataformas Open Data muy desarrolladas como la de Barcelona y plataformas más bien primitivas como la de Palma. Es recomendable incorporar en la agenda estratégica de las autoridades locales un plan ambicioso que establezca medidas para aumentar tanto la cantidad como la calidad de los datos publicados, lo que facilitará su amplia reutilización por parte de terceros.

**Palabras Clave:** Open Data, ciudad inteligente, sostenibilidad, optimización, participación ciudadana, portal de datos

## **Abstract:**

The present document analyzes the level of maturity of Open Data platforms, a key element to advance towards the smart cities of the future, through a quantitative assessment of the 10 most populated municipalities in Spain. It concludes that the level of maturity of the different evaluated platforms varies widely, with highly developed Open Data platforms like Barcelona and rather primitive platforms like Palma. It is advisable to include in the strategic agenda of local administrations an ambitious plan that provides a roadmap to increase the quantity and quality of published data, leading to massive reuse by third parties.

**Key words:** Open Data, smart city, sustainability, optimization, citizen participation, data portal

## Términos y definiciones:

1. TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación.
2. IoT: Internet of Things. Internet de las cosas.
3. Base de datos:  
Una base de datos es una recopilación organizada de información o datos estructurados, que normalmente se almacena de forma electrónica en un sistema informático (Oracle, 2023).
4. DMS (o DBMS):  
(del inglés Data Management System o Database Management System) Sistema de gestión de bases de datos. Es una suite de software que proporciona la interfaz entre los usuarios, aplicaciones y una o más bases de datos (PowerData, 2023).
5. API:  
(del inglés Application Programming Interface) Interfaz de Programación de Aplicaciones. Una API, o *interfaz de programación de aplicaciones*, es un conjunto de reglas que definen cómo las aplicaciones o los dispositivos pueden conectarse y comunicarse entre sí (IBM, 2023).
6. REST:  
(del inglés REpresentational State Transfer) Transferencia de estado representacional. Una API REST es una API que cumple los principios de diseño del estilo de arquitectura REST o *transferencia de estado representacional* (IBM, 2023).
7. CKAN:  
(del inglés Comprehensive Knowledge Archive Network) Es una Plataforma de datos, de código abierto, que provee las herramientas para publicar, compartir, encontrar y usar los datos (incluyendo almacenamiento de datos y provisión de APIs de datos robustas) (CKAN, 2023).
8. middleware:  
El middleware es software que permite uno o más tipos de comunicación o conectividad entre aplicaciones o componentes de aplicaciones en una red distribuida (IBM, 2023).
9. RTOD:  
(del inglés Real Time Open Data) Es un middleware que se utiliza para servir distribuciones de datos con actualizaciones periódicas (Ayuntamiento de Valencia, 2023).
10. XLS, CSV, JSON, XML, RDF, ...:  
Son los acrónimos de los formatos habituales de datos o de especificaciones de descripción de recursos. En el portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid hay una página llamada “Formatos más habituales en datos abiertos” que los describe brevemente,  
<https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.3efdb29b813ad8241e830cc2a8a409a0/?vgnextoid=516904d4aab90410VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnextchannel=b07512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnnextfmt=default>.

## **1. INTRODUCCIÓN:**

### *1.1 Objetivos:*

El objetivo principal de este trabajo es evaluar y medir el grado de madurez y desarrollo de las plataformas Open Data en las ciudades españolas a través de un sistema de valoración. Además, se proveerá para analizar la importancia de los portales de datos abiertos en las ciudades inteligentes, pues serán la materia prima que transforman la forma de vivir en las áreas urbanas. Los portales de datos contienen una gran cantidad de información, que tratada correctamente, tiene la capacidad para mejorar considerablemente la calidad de vida de los ciudadanos, así como de fomentar un desarrollo económico sostenible.

Adicionalmente, se hará un diagnóstico sobre el estado actual de la iniciativa Open Data en España, así como un repaso de la literatura acerca de los requisitos y buenas prácticas que las instituciones han ido desarrollando estos últimos años para entender qué se considera un buen portal de datos abiertos. Esto es importante para contextualizar los criterios de valoración y el sistema de puntuación con el que se evaluará los portales abiertos seleccionados para este estudio.

Una vez obtenidos los resultados de la valoración, se propondrán iniciativas y cambios que, al ser implementados en las directrices de elaboración de las plataformas Open Data, contribuirán a mejorar significativamente la calidad, cantidad y capacidad de reutilización de los datos publicados por las administraciones.

Con la implementación de estas iniciativas y cambios, se busca impulsar una mayor transparencia y apertura de datos por parte de las administraciones, fomentando la participación ciudadana y promoviendo el uso efectivo de la información pública. Se pretende establecer recomendaciones que impulsen la calidad y accesibilidad de los datos, así como la adopción de estándares abiertos que faciliten el intercambio y reutilización de la información por parte de la comunidad. Con estas mejoras, se espera

avanzar en el desarrollo de las plataformas Open Data y utilizar de manera efectiva la información para beneficio de la sociedad en general.

### *1.2 Metodología:*

Para llevar a cabo los objetivos, se ha estimado el uso de la observación como la metodología más conveniente para poder sacar unas conclusiones más claras. Para ello, se ha realizado un trabajo de campo riguroso, intentado mantener la homogeneidad de criterio en el análisis de las distintas plataformas de datos utilizadas para el estudio. Hay que destacar, que esto supone un desafío ya que la estandarización es uno de los puntos débiles en el Open Data. La muestra se limitará a los 10 municipios más poblados de España, pues presumiblemente serán los más avanzados, y para facilitar una evaluación general del movimiento Open Data en España a nivel local, de forma práctica y asumible. A cierre de 2022 las ciudades más pobladas de España son: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Málaga, Murcia, Palma, Las Palmas de Gran Canaria y Bilbao.

La elección de esta muestra obedece al limitado tiempo que llevan implementándose este tipo de iniciativas que, por lo general, suelen ponerse en práctica antes en las grandes urbes y a nivel nacional que a nivel de un municipio pequeño. Las grandes ciudades ya han tenido tiempo, guías y recursos suficientes para desarrollar los portales Open Data como para poder hacer un diagnóstico certero acerca de su grado de madurez. Sin embargo, debido al tiempo limitado que este tipo de iniciativas llevan de las administraciones locales, muchos municipios de pequeño y medio tamaño apenas tendrán una plataforma que evaluar, por lo que parece razonable limitarlo a las grandes ciudades, y en este caso, a las 10 más pobladas por motivos pragmáticos.

De hecho, el nivel de desarrollo de las plataformas seleccionadas es inferior a otras equiparables. No se descarta que en municipios más pequeños el nivel de desarrollo sea mayor, sin embargo, establecer criterios para la muestra de una población tan grande, presentaba muchos desafíos.

Las variables y dimensiones que se evaluarán se presentarán más adelante en el trabajo. En términos generales, la valoración se centrará en el catálogo de datos ofrecidos, los distintos filtros disponibles por las plataformas para facilitar la búsqueda, de la

frecuencia de actualización de los datos y el nivel de información ofrecido por la página web en términos de descripción de los datos, disponibilidad o no de pequeños ejemplos de cómo aplicar los datos, etc.

### *1.3 Estado de la cuestión:*

Las plataformas Open Data se han vuelto una herramienta crucial para los fundamentos de las ciudades inteligentes del futuro. La publicación de datos por parte de las administraciones locales supone una revolución en términos de transparencia, gobernanza y rendición de cuentas, además de ser fundamentales para la optimización de los recursos y la mejora de los servicios. Los avances en tecnologías como el big data, la inteligencia artificial y el internet de las cosas, permite recopilar y procesar datos en mayores cantidades y con una calidad superior. Una ciudad gestionada, basada en la información extraída de los datos, tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de forma considerable.

No obstante, la publicación de los datos es sólo el primer paso para fomentar la creación y desarrollo de iniciativas que solucionen las necesidades y principales problemas de los ciudadanos. Numerosos ayuntamientos se unieron al movimiento, publicando masivamente datos, para darse cuenta de que, después de un tiempo, habían surgido muy pocas iniciativas. Problemas acerca de las licencias, la calidad de los datos y la falta de promoción de este tipo de iniciativas, están detrás de muchos de los fracasos. Por ello, es necesario analizar en qué estado están este tipo de plataformas en las ciudades más pobladas del Reino de España y sugerir una serie de cambios con los que llevar la capacidad de reutilización de los datos publicados a otro nivel, con su consecuente impacto en la vida de los ciudadanos.

### *1.4 Estructura del trabajo:*

Para poder cumplir con los objetivos propuestos, el trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

- En primer lugar repasaremos en qué consisten las ciudades inteligentes, profundizando en algunos de los beneficios más evidentes que tienen, sus características y algunas de las iniciativas que han surgido en España.
- En segundo lugar, estudiaremos el concepto Open Data, su importancia dentro del desarrollo de las ciudades inteligentes, los beneficios y retos más importantes que supone, los grupos de interés que conforman el ecosistema y la situación actual en España.
- En tercer lugar, presentaremos buenas prácticas y requisitos adecuados que debe tener un portal de datos abiertos. Se introducirá brevemente conceptos como el nivel de apertura siguiendo el modelo de las 5 estrellas de Berners-Lee y la utilización de las APIs.
- En cuarto lugar, presentaremos las dimensiones de los portales de datos que se tendrán en cuenta a la hora de valorarlos y el sistema de puntuación.
- En quinto lugar, se hará un análisis descriptivo de cada portal de datos, así como la redacción de las primeras conclusiones .
- En sexto lugar, se presentará la puntuación obtenida por el portal de datos de cada ciudad
- En séptimo lugar, se hará un par de demostraciones prácticas del potencial de reutilización que tienen los portales abiertos mediante la consulta vía API y el tratamiento de un conjunto de datos.
- Por último, se hará una serie de propuestas en base a los retos a los que se enfrentan los portales Open Data y la experiencia recopilada a través de este estudio.

## **2. CIUDADES INTELIGENTES:**

### *2.1 Definición y concepto de ciudad inteligente:*

El Planeta Tierra va camino de albergar a más de ocho mil millones de personas (ONU, 2023). De esos ocho mil millones, un 56% vive en ciudades y se espera que ese porcentaje escale hasta el 68% en 2050 (UNHabitat, 2022). Las ciudades, además de ser el lugar donde la mayoría de las personas habitan, son el centro neurálgico donde se produce la mayor parte de la actividad económica mundial, contribuyendo al 60% del PIB, y el lugar donde se emite la mayoría de las emisiones de efecto invernadero del

mundo con un 70% (ONU, 2023). El crecimiento de la población, junto a los desafíos del calentamiento global, han planteado un dilema crítico en relación con el consumo y la explotación masiva de los recursos por parte de las ciudades, dado que representan el 60% de dicho consumo. Como resultado, las ciudades del futuro deberán cumplir estándares más rigurosos en materia de sostenibilidad en comparación con las actuales.

Las ciudades inteligentes son un concepto nuevo que ha venido desarrollándose durante el nuevo milenio con el que se busca dar respuesta a los retos comentados anteriormente. Su origen no está claro, pero algunos afirman que la primera iniciativa de este tipo se remonta a 1978, cuando la ciudad de Los Ángeles inició un proyecto llamado “*Los Angeles Community Service Bureau*”, en el que se recolectaban datos y se creaban visualizaciones para que los ciudadanos pudieran tomar decisiones políticas (Barrientos Herreros, 2020). De manera más oficial, en 2005, la empresa Cisco organizó la conferencia “*Connected Urban Development Programme*” (Programa de desarrollo urbano conectado), donde aparece por primera vez el concepto de smart city. En los últimos años su desarrollo se ha acelerado debido a los últimos avances tecnológicos en ámbitos como la inteligencia artificial y el big data y la urgencia en garantizar un desarrollo sostenible.

Debido a la falta de madurez de este concepto, no hay una definición oficial que explique el término de ciudad inteligente por parte de ninguna de las grandes instituciones internacionales como la ONU, el Banco Mundial o la Unión Internacional de Telecomunicaciones. De hecho, en la literatura que cubre este campo, se pueden encontrar más de 100 definiciones diferentes para definir el concepto de ciudad inteligente, pues aún no se ha logrado uniformidad en torno a la forma de enmarcar la idea. Dependiendo del objetivo del trabajo o publicación, la definición incorporará unos términos u otros.

En un ejercicio de síntesis, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR, 2016) llevó a cabo un análisis de las palabras más repetidas en las más de 100 definiciones para el concepto de ciudad inteligente y las combinó para definirlo. El resultado es el siguiente:

Una ciudad inteligente es una ciudad justa y equitativa centrada en el ciudadano que mejora continuamente su sostenibilidad y resiliencia aprovechando el conocimiento y los recursos disponibles, especialmente las Tecnologías de la

Información y Comunicación (TIC), para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de los servicios urbanos, la innovación y competitividad sin comprometer las necesidades futuras en aspectos económicos, de gobernanza, sociales y medioambientales.

Por otro lado, Repsol define la ciudad inteligente de la siguiente manera (Repsol, 2023): “Una smart city es aquella que utiliza el potencial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para promover de manera más eficiente un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.”

En resumen, el objetivo de las ciudades inteligentes es integrar las TIC para mejorar la eficiencia de los procesos municipales en el día a día. De esta manera, se busca una gestión óptima de los recursos disponibles, tanto materiales como humanos, en línea con los principios de desarrollo sostenible y mejora de la calidad de vida. Esto implica asignar los recursos necesarios a los lugares adecuados, satisfaciendo eficazmente las necesidades de los ciudadanos con un mínimo costo económico y ambiental.

## *2.2 Características de una ciudad inteligente:*

Las ciudades inteligentes deben aspirar a la consecución de un amplio número de objetivos entre los que están el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida. Además, las capacidades en el ámbito de la comunicación que aportan las TIC, permitirán a los ciudadanos participar de forma activa en el día a día de la gestión de la ciudad. Este principio es la base de todo, tal como reflejan los atributos que caracterizan a este tipo de ciudades. Se pueden destacar seis características de las ciudades inteligentes respecto al resto: economía inteligente, gobernanza inteligente, entorno inteligente, movilidad inteligente, sociedad y bienestar inteligentes (AENOR, 2016).

- **Economía inteligente:** una ciudad inteligente, no se limita solamente a gestionar de forma óptima los recursos, sino que impulsa nuevos modelos de negocio y servicios que fomenten el emprendimiento, la innovación y la eficiencia, asegurando un crecimiento económico sostenible que no comprometa los recursos futuros.
- **Gobernanza inteligente:** una ciudad inteligente está dotada de TIC que permite un alto grado de cooperación entre organizaciones públicas y privadas, que les faculta para compartir información, poniendo a disposición de los ciudadanos herramientas

que aseguran la transparencia y el buen gobierno, así como un sistema de rendición de cuentas. Los ciudadanos cuentan con instrumentos para tener un mayor grado de conocimiento de la ciudad, lo que les proporciona una mayor capacidad para la participación.

- **Entorno inteligente:** una ciudad inteligente busca el equilibrio entre el entorno natural, de donde extrae los recursos necesarios para su actividad, y las infraestructuras inteligentes necesarias para el buen funcionamiento de la ciudad. La optimización de los recursos proporciona a la metrópoli las capacidades necesarias para reducir el impacto medioambiental, conservando en buen estado el entorno natural.
- **Movilidad inteligente:** una ciudad inteligente está dotada de infraestructura de movilidad inteligente que proporciona a la ciudad sistemas de transporte más eficientes y sostenibles, logrando que los desplazamientos se hagan en menos tiempo, sean más ecológicos y reduzcan costes.
- **Sociedad inteligente:** una ciudad inteligente desarrolla el capital humano mediante la inversión en educación y la formación, de tal manera que forma a las personas en las herramientas de las TIC y garantiza el acceso a los servicios y recursos a todas las personas, independientemente de su condición social.
- **Bienestar inteligente:** una ciudad inteligente combina el bienestar ambiental y el bienestar social para aumentar la calidad de vida de los ciudadanos. El bienestar ambiental lo garantiza el conjunto de infraestructuras y servicios que ofrece la ciudad, mientras que, por otro lado, el bienestar social (fomentado desde el gobierno de la ciudad) ofrece actividades culturales y de ocio.

### *2.3 Áreas de impacto de una ciudad inteligente:*

Las ciudades inteligentes representan el futuro de los entornos urbanos, donde los principales beneficiarios serán los ciudadanos. Con la adopción de tecnologías avanzadas, se espera satisfacer de manera eficiente las necesidades de los ciudadanos en tiempos más reducidos. Las posibilidades y áreas de impacto de las ciudades inteligentes son vastas, y a continuación se mencionan algunas de las más relevantes en la actualidad.

- **Eficiencia energética:** Con el cambio climático, uno de los requisitos fundamentales que deben cumplir estas ciudades es el de la eficiencia energética. En este aspecto, las ciudades inteligentes tienen múltiples formas para llevarlo a cabo. Algunas de ellas incluyen medidas entorno al control de temperatura de edificios, financiación de flotas de vehículos eléctricos o inversión en energías renovables. Un caso muy práctico es el alumbrado público. Muchas veces se iluminan zonas por las que llevan sin pasar personas durante muchas horas. Con el uso de sensores de movimiento que detecten actividad, podría programarse un temporizador de tal manera que se apaguen las farolas correspondientes, en caso de no detectar actividad alguna durante un periodo de tiempo determinado. Su funcionamiento sería parecido al de la iluminación de algunos edificios que sólo se enciende con el paso de gente. Consecuentemente, se ahorraría en la factura de la luz, reduciendo el coste económico, y por ende, los impuestos a pagar por parte de los contribuyentes. También se reduce la demanda de luz, disminuyendo el impacto medio ambiental. Según Ninna Hedeager Olsen, Mayor of Copenhagen for technology and the environment, gracias al nuevo alumbrado de la ciudad se alcanza un ahorro de energía superior al 50% anual, que se corresponde con el consumo de 4500 hogares, además de conseguir una reducción significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Construction21, 2018).
- **Gestión del tráfico:** posiblemente el mayor reto al que se enfrentan las ciudades, especialmente las superpobladas, es el desplazamiento diario desde los hogares hasta el puesto de trabajo de millones de personas que ocasiona diariamente retenciones y tráfico. El tiempo perdido en un atasco, el impacto medioambiental y la siniestralidad, se traducen en pérdidas millonarias para la economía del país, que según algunos estudios, en España ronda el 2% del PIB nacional (AECOC, 2020), entre 15 y 24 mil millones de euros en cifras de 2020. Supone tiempo perdido que no se destina a tareas productivas. Además, los vehículos consumen más gasolina y contaminan más en un atasco que en caso de que el tráfico fuera fluido. Las iniciativas en este campo buscan recoger datos del estado de las carreteras en tiempo real y compartirlas con los usuarios para ayudarles a elegir la ruta óptima para llegar a su destino. Estos datos también se utilizan para una mejor planificación de la expansión de la ciudad o planificar las labores de mantenimiento de las carreteras, evitando las horas punta. La reducción de la congestión de tráfico en las ciudades tendría un gran impacto en términos productivos y medioambientales. Además, es

importante considerar que al reducir el tiempo de desplazamiento y llegar al lugar de trabajo de forma más temprana, las personas tendrían la oportunidad de invertir el tiempo que antes pasaban en congestiones viales en otras actividades, lo que contribuiría a mejorar su bienestar y calidad de vida. En ciudades como Madrid y Barcelona, los atascos suponen una pérdida de 129 horas y 147 horas respectivamente por persona al año (AECOC, 2020). El desafío en este aspecto es mayúsculo, pero su solución tendría un impacto muy positivo en el ámbito urbano.

- **Aparcamiento:** dentro de las herramientas que garantizan una movilidad inteligente, están las aplicaciones de parking que conectan los sitios libres con los conductores, reduciendo el tiempo de desplazamiento hasta destino. Estas aplicaciones también se utilizan para reflejar el estado de ocupación en tiempo real de los aparcamientos públicos (Ferrovial, 2023).
- **Tratamiento de residuos:** Una de las áreas más avanzadas y ampliamente implementadas en numerosas ciudades es la gestión de residuos. En muchas urbes, se han instalado sensores en los contenedores y papeleras de la ciudad, cuyo propósito es detectar el nivel de llenado, para gestionar la flota y personal de tratamiento de residuos de manera eficiente. Consecuentemente, se evita la recolección de contenedores o papeleras que tienen pocos residuos, y se prioriza aquellos lugares que comienzan a estar saturados. Esto evita que la flota de camiones de basura haga viajes innecesarios, al tiempo que se desplazan a aquellos lugares donde realmente se necesitan.
- **Reparaciones y mantenimiento:** Por último, la tecnología de la información y comunicación también es muy útil en el ámbito de reparaciones y mantenimiento. Por ejemplo, un sistema de tuberías de distribución de agua de una ciudad, en el caso de que una tubería reventara y empezara a expulsar agua en grandes cantidades, los sensores detectarían rápidamente la pérdida de presión, localizando la zona afectada. Esto permitiría cortar el agua en la zona para evitar un mayor desperdicio de agua y reparar la avería en tiempo récord. Según un informe de una prestigiosa consultora (Woetzel, y otros, 2018), en muchas de las ciudades de países emergentes, las fugas de agua son la principal fuente de malgasto de este recurso cuyas pérdidas, con una monitorización adecuada del sistema, se podrían reducir en un 25%.

#### 2.4 Algunas iniciativas españolas:

Las ciudades inteligentes ofrecen a sus ciudadanos ventajas significativas y capacidades superiores en comparación con las ciudades convencionales. Sin embargo, una limitación o desafío para su desarrollo radica en la necesidad de una inversión considerable para incorporar las tecnologías y herramientas necesarias que permitan el procesamiento de grandes volúmenes de datos. Por esta razón, la implementación de estas tecnologías se realiza de manera progresiva y gradual.

En el caso de España, algunas ciudades como Santander, Málaga o Barcelona ya han invertido una cantidad de recursos considerable:

- En el caso de **Santander**, se instalaron más de 12,000 sensores como parte del proyecto Smart Santander para recoger datos acerca de del nivel de contaminación, humedad, estado del tráfico y desarrollar herramientas para publicar información acerca del estado de las playas, plazas libres de aparcamiento y geolocalizar a los autobuses para informar acerca del tiempo de espera hasta la llegada del siguiente (De Torres, 2020).
- **Málaga** lanzó un proyecto que simulaba una ciudad inteligente a una escala de 11,000 habitantes donde también colaboraron industrias de la zona. Contó con un presupuesto de 31 millones de euros para invertir en la instalación de placas solares en edificios públicos, el desarrollo de sistemas mini y microeólicos (Ayuntamiento de Málaga, 2023). Su duración fue desde el 2009 hasta el 2013 y los resultados fueron más que satisfactorios. La inversión en energía renovable, sistemas de eficiencia energética y la monitorización y gestión de la demanda eléctrica, se tradujo en un ahorro energético del 25% en la zona donde se desarrolló la prueba piloto, además de evitar la emisión de más de 4,500 toneladas de CO<sub>2</sub>.
- **Barcelona** se considera una de las ciudades inteligentes más avanzadas del mundo. Entre sus herramientas cuenta con una aplicación llamada Smart AMB, una plataforma que se actualiza en tiempo real y cuya información ayuda a los gobiernos municipales a planificar la limpieza de playas, el mantenimiento de las vías urbanas o la gestión de residuos (Mendoza, 2022).

Las ciudades inteligentes necesitan de un elemento indispensable para asegurar su funcionalidad y operatividad. Los datos son la base de todo y lo que mejora la eficiencia

de todos los procesos. Muchas veces, la capacidad para procesar grandes magnitudes de datos se encuentra en entidades privadas en vez de las públicas. Debido a la necesidad de cooperar, surge la iniciativa Open Data para publicar y compartir los datos que recogen las administraciones públicas.

### **3. LA INICIATIVA OPEN DATA**

#### *3.1 Los datos como materia prima:*

Los datos se han convertido en la materia prima más valiosa de este siglo. Dependiendo de la capacidad y herramientas disponibles para extraer la información que guardan en su interior, una entidad podrá tomar mejores decisiones (o al menos con más contexto que otras), lo que le asegurará una ventaja respecto al resto de rivales. Primero con el surgimiento de internet y posteriormente con la revolución industrial 4.0, basada en una revolución digital, la utilización de los datos se ha ido incrementando. Además, con los avances en big data, inteligencia artificial y el surgimiento de tecnologías como el IoT, cada vez estamos dotados de más capacidades técnicas para recoger, registrar y procesar datos, permitiendo exprimir al máximo todo el valor añadido almacenado que contienen.

Hoy en día se utilizan para todo. En el mundo empresarial hace años que se dieron cuenta del potencial que tenía aplicar los datos a las decisiones, tanto estratégicas como operativas, de una compañía. Sus aplicaciones no tienen límites. Se pueden utilizar datos para la discriminación de precios, de tal manera que según el perfil del usuario y su elasticidad respecto al precio del producto o servicio, el precio variará para capturar el máximo de beneficio. Además, se emplean para la segmentación de estrategias de marketing con el objetivo de garantizar su máxima efectividad y el éxito de las campañas. Muchas empresas del sector de consumo, como puede ser Starbucks, han abierto sus establecimientos en ubicaciones estratégicas, en base a datos demográficos, geográficos y de tráfico (Castelan, 2022).

Al igual que los datos se pueden utilizar en el mundo empresarial, en el caso de las ciudades inteligentes tienen el potencial de tener un impacto considerable en la mejora

de la calidad de vida y la optimización de los recursos y servicios. Para ello, el desarrollo de plataformas Open Data es fundamental.

### *3.2 El concepto Open Data:*

El Open Data es un concepto que surge con la necesidad de compartir y publicar la gran cantidad de datos que recogen las administraciones públicas en una plataforma, para su potencial reutilización por parte de terceros para “examinar y utilizar la información pública de forma más transparente, colaborativa, eficaz y productiva” (Iglesias, 2021). Es importante señalar que los portales de datos se pueden desarrollar a diferentes niveles en la administración de un país. Por los objetivos planteados, el trabajo se centrará en el Open Data a nivel local, pero en España también hay portales de datos a nivel nacional y autonómico.

Según (European Commission, 2023):

- Los datos abiertos son datos a los que cualquier persona puede acceder, utilizar y compartir.
- Los datos abiertos son utilizables cuando se encuentran disponibles en un formato común, legible por las máquinas.
- Para ello se necesita una licencia. Esta licencia debe permitir que las personas puedan utilizarlos de la forma que deseen, además de su transformación, combinación y uso compartido con otros, incluso con fines comerciales.

El uso del Open Data democratiza el acceso a la información, lo cual a su vez permite el desarrollo de soluciones que optimizan los procesos de gestión en una ciudad. Esto es especialmente relevante en el ámbito local, donde los portales Open Data municipales desempeñan un papel fundamental. Por primera vez, no es estrictamente necesario que las instituciones públicas lideren el desarrollo de soluciones y avances, sino que puede surgir dentro del ecosistema Open Data por parte de entidades no vinculadas a las instituciones públicas (Iniciativa Aporta, 2014). Aun así, la colaboración público-privada seguirá siendo vital para desarrollar los programas Open Data.

El Open Data consiste en crear una plataforma que contenga un amplio número de bases de datos, de todos los ámbitos de la administración y que puedan resultar útiles para su

reutilización. Sin embargo, como se verá más adelante, la simple publicación de datos en los portales de Open Data no garantiza obtener los beneficios esperados. Se requiere una planificación detallada y una adecuada dotación de recursos para que la iniciativa prospere. Una vez que prospera, los beneficios para la ciudad son considerables.

### *3.3 Beneficios del Open Data:*

Muchos de los beneficios y atributos que caracterizan a las ciudades inteligentes, vienen de movimientos e iniciativas como el Open Data. A continuación algunos de ellos:

- **Transparencia:** la publicación de la información referente a la gestión de la corporación municipal permite a los usuarios y a las partes interesadas analizar las políticas que se está llevando a cabo con los impuestos de los contribuyentes. Como resultado, esto otorga a los ciudadanos la posibilidad de exigir responsabilidad a las autoridades en caso de un mal uso de los recursos públicos. De hecho, se espera que el uso de datos abiertos (Open Data) también contribuya en la lucha contra la corrupción.
- **Emprendimiento:** la publicación de todos estos datos supone un sin fin de oportunidades para start-ups o expertos en reutilización de datos para el desarrollo de apps y soluciones, que a su vez tienen el potencial de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.
- **Optimización:** Estas plataformas permiten el acceso a una gran cantidad de información y datos que pueden ser utilizados por iniciativas y soluciones provenientes del sector privado. Al tener acceso a datos abiertos, las empresas y organizaciones pueden analizar y utilizar esta información para buscar formas más eficientes de gestionar recursos, reducir costes y minimizar el impacto medioambiental.
- **Participación ciudadana:** muchos de los portales Open Data tienen secciones en las que se pueden hacer peticiones personalizadas y dar una opinión acerca de la efectividad de la página web. Esto puede ser clave a la hora de publicar datos que sean del interés de los ciudadanos.

### *3.4 Mayores retos del Open Data:*

No obstante, los beneficios listados anteriormente no son fáciles de obtener y requieren tiempo, estrategia y recursos para que el portal reporte ese nivel utilidad.

- **Reutilización de datos:** uno de los principales retos a los que se enfrenta el movimiento Open Data es la tentación de únicamente publicar los datos y esperar que los beneficios y las iniciativas surjan con el tiempo. Inicialmente, muchas administraciones consideraban que la mera publicación de datos era suficiente para lograr el éxito de las plataformas y fomentar la reutilización masiva de los mismos. Sin embargo, a medida que ha transcurrido el tiempo, se ha evidenciado que esto no es adecuado y que se requiere una estrategia más completa por parte de la administración. Esta estrategia implica asignar los recursos económicos y humanos necesarios para catalogar y publicar los datos de manera sistemática, promover iniciativas relacionadas y establecer una comunicación fluida con las partes interesadas.
- **Extensión a nivel local:** por otra parte, las iniciativas Open Data se han dado principalmente en las grandes ciudades y a nivel nacional. Sería interesante extender su uso y desarrollo a las zonas rurales, teniendo en cuenta la cercanía de las administraciones locales a las necesidades y preocupaciones de los ciudadanos, además de que cuentan con datos de mayor interés para los ciudadanos que otros con los que cuente la administración nacional. Aunque las grandes ciudades sí han implementado de forma mayoritaria el Open Data, una mayoría de municipios más pequeños no, excluyendo a multitud de ciudadanos de información útil y las ventajas que trae consigo este movimiento.
- **Estandarización y normalización:** uno de los pilares en cuanto a base de datos se refiere, es su estandarización y normalización. La forma de presentar los conjuntos de datos en un mismo portal debería seguir el mismo criterio siempre. La disparidad en cuanto a la información proporcionada acerca de los conjuntos de datos debería ser reducida al mínimo.
- **Legislación, licencias y derechos de autor:** es fundamental dotar de seguridad jurídica y de un marco legal de protección, al proceso de reutilización de los datos. La administración debe hacerse cargo de que los datos publicados no son sensibles y que su reutilización siga las reglas establecidas de transparencia y buena fe.

- **Participación:** Como se ha mencionado previamente, la participación ciudadana desempeña un papel fundamental en el éxito del movimiento Open Data. Simplemente publicar datos de forma unilateral por parte de la administración sin tener en cuenta las demandas de los ciudadanos resulta poco efectivo para fomentar la reutilización de estos. Es esencial desarrollar herramientas que permitan analizar las demandas y peticiones de la población, ya que esto juega un papel clave en el éxito de las iniciativas de Open Data. Incluso si una plataforma Open Data ofrece un amplio catálogo de datos y se invierten considerables recursos, esto no garantiza necesariamente un mayor número de descargas de las bases de datos publicadas. En la sección de propuestas más adelante en este trabajo, se presentará el caso de Berlín como un modelo a seguir en este aspecto.
- **Formación:** es imprescindible proporcionar capacitación a la población en el manejo de las TIC para estimular su adopción. Publicar los datos para que sólo un pequeño grupo de expertos pueda verdaderamente utilizar y fiscalizar la gestión de las administraciones locales, va en contra del principio de democratizar la información y dar acceso a todo el mundo. Como sigue siendo una tecnología en fase de desarrollo, el grado de adopción sigue siendo bajo, pero según se hagan avances y la población empiece a notar los efectos positivos de la gobernanza basada en datos, la formación respecto a este campo será fundamental para maximizar los beneficios del movimiento Open Data. Por ejemplo, la Junta de Andalucía incluye en su portal de datos abiertos cómo realizar los primeros pasos de un proyecto de reutilización de datos y una serie de tutoriales técnicos asociados (Junta de Andalucía, 2023). Este tipo de plataformas son muy importantes a la hora de fomentar la reutilización de los datos.

### *3.5 Grupos de interés alrededor del Open Data:*

La interacción y la conexión entre los diversos actores involucrados en el ecosistema del Open Data son fundamentales para el triunfo de estas plataformas. A continuación, se presentan los principales grupos de interés que desempeñan un papel crucial en este sentido:

- **Administración pública:** es la encargada de sentar las bases y dar los primeros pasos respecto a los portales Open Data. Es uno de los principales beneficiados ya

que liberaliza los avances entorno a las ciudades inteligentes (en el caso de los portales de datos locales), fomentado soluciones provenientes de la iniciativa privada. Estas soluciones se aplicarían posteriormente a la gestión del día a día de la ciudad, alcanzado los objetivos de optimización de los recursos para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y garantizar un desarrollo sostenible. El coste de la adopción de las soluciones inteligentes procedentes del ámbito privado será mínimo para el gobierno municipal, mientras que los beneficios y el potencial ahorro de costes serán considerables.

- **Ciudadanos:** están llamados a ser el centro de las ciudades inteligentes. Supondrá para ellos mayor capacidad para fiscalizar la gestión gubernamental y una mejora en los servicios e infraestructuras.
- **Profesionales y empresas:** es el grupo de interés encargado de liderar e idear las soluciones a partir de los datos publicados en las plataformas Open Data. Se benefician mediante la monetización de las herramientas creadas. Además, las soluciones que surjan por parte de este colectivo, no sólo servirán para una gestión eficiente de la ciudad, sino que también contribuirán a un desarrollo económico con nuevos modelos de negocio que incentiven la innovación.
- **Universidades y centros de formación:** La adecuada capacitación de los ciudadanos en un entorno altamente conectado será de vital importancia para que puedan aprovechar al máximo los beneficios que conlleva. El ámbito educativo desempeñará un papel fundamental, tanto en la formación de la población en general, como en la preparación de expertos que puedan utilizar de manera efectiva las plataformas Open Data para desarrollar soluciones innovadoras.

### *3.6 Situación actual en España:*

#### *3.6.1 Iniciativa Aporta:*

El movimiento Open Data goza del apoyo inequívoco de las administraciones públicas en España. Promovida por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital y la Entidad Pública Empresarial Red.es, la Iniciativa Aporta arrancó en 2009 con el fin de promocionar la apertura de la información pública y el desarrollo de servicios avanzados basados en datos (Secretaría de Estado de Digitalización e

Inteligencia Artificial, 2023). Su objetivo principal es la armonización y el aprovechamiento eficiente de las sinergias entre los proyectos de datos ya en marcha.

Esta iniciativa se desarrolla en torno a siete líneas de actuación: sensibilización, análisis y estadísticas, regulación, cooperación nacional, cooperación internacional, Catálogo Nacional y soporte, e Innovación. Estas líneas de actuación tienen su reflejo en [datos.gob.es](https://datos.gob.es), plataforma que se presenta como punto de encuentro entre las administraciones, las empresas y los ciudadanos que forman parte del ecosistema de los datos abiertos en España.

La plataforma [datos.gob.es](https://datos.gob.es) contempla distintas dimensiones que incluyen:

- **Información** sobre la iniciativa Aporta
- **Catálogo de datos:** publica 69.204 conjuntos de datos de los distintos niveles de la administración y entidades públicas, que se detallan en el punto siguiente.

Las consultas se pueden realizar también a través de APIs.

- **Impacto:**
  - Empresas reutilizadoras: presenta un inventario de 88 empresas y organismos que han creado soluciones que usan datos abiertos de las Administraciones Públicas
  - Aplicaciones: muestra ejemplos de 428 aplicaciones y soluciones que reutilizan datos abiertos
  - Mapa de iniciativas: presenta 314 iniciativas de datos abiertos:
    - 232 de Administraciones Locales: de las cuales 202 son ayuntamientos y 12 diputaciones y cabildos.
    - 45 de la Administración del Estado: 12 ministerios e instituciones públicas dependientes como Agencia Tributaria, Instituto Nacional de Estadística, Centro de Investigaciones Sociológicas, Servicio Público de Empleo Estatal, Agencia Estatal de Meteorología, Autoridades Portuarias, etc.
    - 19 de Administraciones Autonómicas
    - 17 de Universidades
    - 1 de Otras Instituciones
  - Cuadro de mando: que ofrece una visión general de la actividad de [datos.gob.es](https://datos.gob.es)

- **Sectores:** presenta las iniciativas clasificadas por sectores de actividad: Medio Ambiente, Cultura y Ocio, Educación, Transporte, Salud y Bienestar, Turismo, Justicia y Sociedad, etc.
- **Actualidad:** presenta noticias, eventos, entrevistas y boletines.
- **Innovación:** blog informativo y ediciones de los Desafíos Aporta, que tienen la finalidad de identificar y reconocer nuevas ideas y prototipos que mejoren la eficiencia en un determinado sector de actividad con soluciones basadas en el uso de datos.
- **Interactúa:** ofrece asesoramiento y soporte, documentación, solicitudes de disponibilidad de datos y envío de sugerencias y mejoras.

### *3.6.2 Comparación con el resto de los países europeos:*

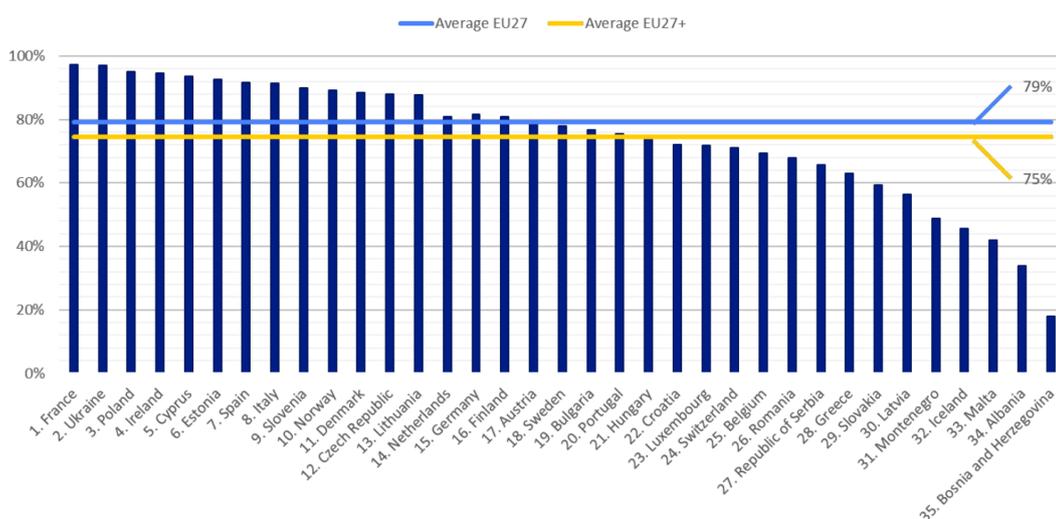
Después de presentar la Iniciativa Aporta y antes de entrar en la valoración de los portales de datos abiertos de las ciudades seleccionadas, es un momento oportuno para comentar cuál es el estado general de la iniciativa de datos abiertos en España, comparada con las de otros países.

La Comisión Europea, a través de su Portal oficial de datos europeos, <https://data.europa.eu>, publica anualmente un estudio de madurez de los datos abiertos (Comisión Europea, 2022), que analiza el desarrollo alcanzado en el campo de los datos abiertos en cada país, evaluando el grado de madurez en cuatro ámbitos: políticas, portal, impacto y calidad.

El estudio asigna a cada país una calificación global de madurez de datos abiertos y los clasifica en cuatro grandes grupos según su grado de madurez. Empezando por los más maduros, los grupos son: creadores de tendencias, dinamizadores, seguidores y principiantes.

En su último Informe sobre Madurez de los Datos Abiertos 2022 (Comisión Europea, 2022), publicado en diciembre de 2022, España alcanza una calificación global de 92%, frente al 79% de media de los 27 de la Unión Europea, y aparece en el 7º lugar del ranking, en el grupo de creadores de tendencias.

Gráfico 1: Madurez de los países europeos en el ámbito de los datos abiertos en 2022



Fuente: (Comisión Europea, 2022)

De los cuatro ámbitos, España consigue puntuaciones más altas en los tres primeros – política, portal e impacto –, siendo en la calidad el área en la que necesita mejorar más.

#### **4. PROPIEDADES DE LOS PORTALES DE DATOS:**

En el apartado anterior se ha presentado la motivación de las iniciativas de datos abiertos y su objetivo principal: compartir la mayor cantidad de datos y permitir su reutilización por ciudadanos, empresas e instituciones, siempre y cuando se cumplan los requisitos de privacidad y seguridad adecuados (Iniciativa Aporta, 2016).

Para alcanzar este objetivo, podría pensarse que basta con publicar los datos en portales accesibles a todos, sin necesidad de hacer mayor esfuerzo. Un sencillo análisis nos indica que no es suficiente. ¿Porqué? Porque el objetivo último es la reutilización de los datos por parte de terceros, no sólo su disponibilidad. Si los datos no están disponibles en formatos abiertos o si no existe la información descriptiva adecuada sobre los datos (lo que normalmente se denomina “metadatos”), su reutilización por parte de terceros es prácticamente imposible.

Los datos disponibles en las administraciones locales son el resultado de la evolución histórica de los servicios que proporcionan a sus comunidades, en áreas tan diversas como las infraestructuras, el transporte, la seguridad, la cultura, etc. Han ido

aumentando, normalmente de forma aislada, ligados a aplicaciones de gestión específicas y en formatos propietarios. Desafortunadamente, el camino hacia los datos abiertos, conectados y reutilizables es más largo de lo deseable.

#### *4.1 Descripción de los portales de datos:*

Cuando leemos un informe publicado en una página web, sobre cualquier asunto, se nos presenta mucha información a través de gráficos y figuras, que facilitan la comprensión de la misma. Los datos con los que se han elaborado quizá se presentan de forma explícita, pero ¿son reutilizables? No de forma inmediata, porque frecuentemente no están disponibles en un formato legible y tratable de forma automatizada (Iniciativa Aporta, 2015). Si queremos utilizarlos, tenemos que hacer el esfuerzo de introducirlos de nuevo, en la aplicación oportuna para obtener la información que queremos.

El ejemplo anterior es sólo el primer paso. ¿Qué sucede si los datos están disponibles, pero en un formato desconocido o que no sabemos utilizar? ¿O si no tenemos la descripción del tipo de datos y su significado (los metadatos)? De nuevo, su reutilización se convertirá más en un reto que una posibilidad.

Para evitar los inconvenientes anteriores y promocionar la reutilización de los datos abiertos, desde el inicio de estas iniciativas se han publicado innumerables recomendaciones sobre las propiedades de los datos, así como de las características de las plataformas de publicación de datos.

Como indican las consideraciones del Comité Europeo, incluidas en el apartado 3.2, el concepto de datos abiertos, no se refiere sólo al ámbito tecnológico (formato), sino que también engloba aspectos de accesibilidad y legales (licencia de uso). El proceso de apertura de datos es, en consecuencia, un proceso complejo que exige una estrategia a medio y largo plazo bien definida. Este proceso requiere completar una serie de etapas y actividades, que han sido objeto de numerosas recomendaciones.

Por ejemplo, la propia Iniciativa Aporta, recomienda en (Iniciativa Aporta, 2015) y (Iniciativa Aporta, 2016):

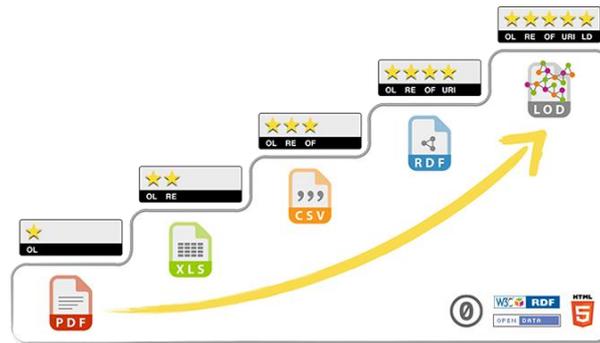
1. La realización previa de un inventario y análisis de los datos existentes, que permita conocer la situación inicial.

2. Llevar a cabo un trabajo de normalización y armonización de los datos, que incluye la adecuada definición de los metadatos y permita la identificación, descripción y referencia de los datos.
3. El punto anterior se completa con la definición de una infraestructura de datos sostenible que permita realizar su publicación de forma automatizada, fundamentalmente a través de:
  - a. catálogos de datos abiertos,
  - b. mejora progresiva de los formatos, pasando a formatos libres y estructurados,
  - c. enriquecimiento semántico de los datos, enlazándolos y
  - d. dotación de licencias de uso abiertas
4. Y, por último, gestionando la participación y colaboración de la comunidad de usuarios.

Los elementos del punto 3 se recogen en el modelo de las cinco estrellas de Berners-Lee (5 ★ OPEN DATA, 2015) que además permite medir la calidad de los datos abiertos en base a la facilidad para su reutilización. (Oficina del dato y datos.gob.es, 2018) hace un excelente resumen de los niveles del modelo:

- **Una estrella:** es suficiente la mera publicación de los datos, normalmente no estructurados, p.e. documentos PDF, imágenes, videos, ...
- **Dos estrellas:** los datos tienen ya un formato estructurado, pero utilizando un software propietario, p.e. hojas Excel
- **Tres estrellas:** con datos abiertos estructurados que ya no utilizan un software o formato propietario, p.e. ficheros CSV
- **Cuatro estrellas:** los datos, además de ser abiertos y estructurados, tienen una descripción conceptual de sus recursos (es decir, metadatos), utilizando URIs (del inglés Uniform Resource Identifiers) con el estándar RDF, lo que facilita la interoperabilidad.
- **Cinco estrellas:** es el mayor nivel, en el que los datos cumplen todos los requisitos anteriores y se enlazan con otros datos similares, constituyendo LODs. Facilita la reutilización al máximo, ya que en vez de limitarse a servir páginas web para los lectores humanos, las extiende para compartir información que puede ser leída automáticamente por ordenadores.

Figura 1: Los niveles de apertura de datos del modelo 5 estrellas de Bernes-Lee:



Fuente: (5 ★ OPEN DATA, 2015)

#### 4.2 Requisitos para una buena plataforma de publicación de datos abiertos:

Una vez revisadas las propiedades de los datos abiertos, es importante revisar también las características deseables en las plataformas de publicación de datos abiertos. Su misión fundamental es mantener los catálogos de datos, incluyendo los sistemas que habiliten la catalogación y actualización automatizada de los mismos y sus metadatos. Adicionalmente, las plataformas deben realizar otras funciones complementarias que faciliten el uso de los portales de datos y la interacción con los distintos tipos de usuarios (Iniciativa Aporta, 2015).

Para conseguirlo, existen dos alternativas que han evolucionado en paralelo. La primera es el desarrollo de plataformas personalizadas a partir de componentes existentes, propia de organizaciones grandes que requieren dicha personalización y tienen los recursos para llevarla a cabo. La segunda es la utilización de productos empaquetados, disponibles en el mercado para su uso inmediato, que suele ser la alternativa de organizaciones con menos recursos y que sacrifican capacidad de personalización por una mayor economía de medios.

En cualquiera de las alternativas anteriores, (Iniciativa Aporta, 2015) define cuáles son los mínimos que deben cumplir las plataformas:

- Como Catálogo de datos:
  - Soporte para metadatos, en formatos legibles y tratables de forma automatizada
  - Compatibilidad con estándares, que faciliten la interoperabilidad
  - Soporte avanzado para LOD, que permita ampliar de forma gradual la capacidad de la plataforma
- Como Servicio de datos, debe permitir:
  - El acceso directo a los datos:
    - Mediante descargas que permitan replicar localmente los datos disponibles en la plataforma, o
    - Mediante APIs que permitan a las aplicaciones acceder directamente a los datos alojados en la plataforma, sin la necesidad de replicarlos previamente. O bien
    - Mediante servicios de Suscripción, que envíen las actualizaciones de los datos cuando se producen.
  - La búsqueda y clasificación (o filtrado) de los conjuntos de datos. En general, los mínimos considerados permiten clasificar por:
    - Dominios, categorías, temas, sectores o conceptos similares
    - Frecuencia de actualización de los datos
    - Formatos disponibles
  - La actualización de los conjuntos de datos a lo largo de su vida, garantizando su compatibilidad con versiones anteriores y su trazabilidad, mediante los sistemas de versionado adecuados.
  - Capacidades básicas de visualización, geolocalización o comparación de los datos, que los hagan más comprensibles.
  - Acceso a la biblioteca de aplicaciones, propias o de terceros, que se han desarrollado para explotar los datos.
- Servicios informativos y de soporte a la comunidad, que incluyan:
  - La descripción de la iniciativa, noticias, novedades y actualizaciones
  - Documentación y ayuda con manuales, guías y ejemplos que ilustren las mejores prácticas.
  - Términos y licencias de uso de los datos
  - Estadísticas de utilización, tanto de la plataforma como de los conjuntos de datos (descargas, ...)

- Recoger de los usuarios solicitudes de nuevos conjuntos de datos, comentarios y sugerencias.

#### *4.3 La importancia de las APIs para impulsar nuevas aplicaciones:*

Por la importancia que tienen las APIs para el desarrollo de nuevas aplicaciones de reutilización de datos, se explica a continuación con algo más de detalle en qué consisten.

El acceso a los datos es un aspecto clave en una iniciativa de datos abiertos. El Congreso de los Diputados aprobó en diciembre de 2021 el Decreto-Ley 24/2021, que incluía la transposición de la Directiva de la Unión Europea 2019/1024 relativa a los datos abiertos y la reutilización de información del sector público (Iniciativa aporta, 2022). Esta directiva incluye, entre otros requisitos, facilitar el acceso a los datos de alto valor. Este tipo de datos:

...se pondrán a disposición para su reutilización en un formato legible por máquina, a través de interfaces de programación de aplicaciones adecuadas y, cuando proceda, en forma de descarga masiva.

Una interfaz de programación de aplicaciones o API es un conjunto de definiciones y protocolos que permite el intercambio de información entre sistemas. Las APIs son una alternativa frente a la descarga de ficheros de información, ya que permiten automatizar el consumo de datos a través de aplicaciones, al mismo tiempo que optimizarlo, al posibilitar su filtrado y ordenación (IBM, 2023).

Las APIs no son, ni mucho menos, exclusivas de los entornos de datos abiertos. Se han desarrollado a lo largo de la evolución de los Sistemas de Información, cada vez que era necesario acceder a datos almacenados en un sistema desde otros sistemas. Hay muchos tipos distintos en función de su arquitectura, protocolo de comunicaciones y sistemas interconectados.

En los portales de datos abiertos normalmente se hace referencia a API REST, API implementada por CKAN o la API ofrecida por RTOD. A continuación, se explica brevemente cada uno de ellos:

- **API REST** (del inglés REpresentational State Transfer, Transferencia de Estado Representacional), definida por el Dr. Roy Fielding en el año 2000, cumple los seis principios de diseño REST y proporcionan un nivel alto de flexibilidad y libertad a los desarrolladores porque se pueden desarrollar utilizando cualquier lenguaje de programación y soportan una gran variedad de formatos de datos. Las API REST se comunican a través de solicitudes HTTP para ejecutar funciones de base de datos estándar como, por ejemplo, crear, leer, actualizar y suprimir registros dentro de un recurso (IBM, 2023).
- **CKAN** (del inglés Comprehensive Knowledge Archive Network) es una plataforma de datos, de código abierto, que provee las herramientas para publicar, compartir, encontrar y usar los datos (incluyendo almacenamiento de datos y provisión de APIs de datos robustas). Es una “solución completa” de software, lista para utilizar. Así, una API implementada por CKAN es, en realidad, una API REST proporcionada por una plataforma CKAN.
- **RTOD** (del inglés Real Time Open Data, Datos Abiertos en Tiempo Real) es un middleware (software entre el sistema operativo y la aplicación) que se utiliza para servir distribuciones de datos con actualizaciones periódicas. Así, análogamente al punto anterior, una API implementada por RTOD es, de nuevo, una API REST que permite acceder tanto al listado de las distribuciones disponibles, como a los datos de las mismas.

## **5. SISTEMA DE VALORACIÓN:**

De forma análoga a la determinación de las propiedades y requisitos que deben cumplir los datos, las bases de datos abiertas y los portales que las publican, desde el inicio de estas iniciativas se han ido desarrollando los criterios para valorar la bondad de sus implementaciones por parte de las distintas administraciones. Estos criterios están íntimamente ligados al cumplimiento de estándares y recomendaciones presentados en el apartado anterior, pero también deben incorporar otros aspectos, como la facilidad de su uso o participación ciudadana, porque como se afirma en (Iniciativa Aporta, 2016) “El Open Data no es algo tan sencillo como publicar ciertos datos a través de una web y esperar a que los beneficios se materialicen de forma inmediata.”

Por este motivo, todas las actuaciones dentro de una iniciativa de datos abiertos deben estar claramente especificadas a través de una planificación estratégica adecuada con el correspondiente plan de acción. A la hora de elaborar dicha estrategia, se tendrán en cuenta también el resto de los planes e iniciativas relacionadas dentro de la ciudad, como pueden ser proyectos de gobierno abierto y transparencia; innovación urbana; participación urbana; emprendimiento; etc.

En consecuencia, aunque el catálogo de datos constituya el núcleo de la valoración, ésta debe incorporar también criterios como la accesibilidad y la participación ciudadana

### *5.1 Dimensiones de los portales de datos que serán calificados:*

Para analizar los portales de datos abiertos de los ayuntamientos seleccionados, se ha valorado un conjunto de criterios similares a los propuestos por (Royo-Montañés & Benítez-Gómez, 2019) con algunas modificaciones para alinearlos a las características de las plataformas expuestas en el apartado anterior. La lista está organizada en tres dimensiones:

1. Catálogo de datos, que tiene en cuenta:
  - a. el número de conjuntos de datos,
  - b. sus frecuencias de actualización, y
  - c. sus formatos disponibles
2. Contenido del portal como plataforma de servicio de datos, que valora los contenidos adicionales a los propios datos que facilitan su accesibilidad o visualización. Incluye:
  - a. acceso mediante APIs y servicios de suscripción
  - b. búsqueda y filtrado de los conjuntos de datos
  - c. capacidades de visualización y geolocalización
  - d. biblioteca de aplicaciones ejemplo
3. Servicios de información y soporte:
  - a. documentación, ayuda, guías, ...
  - b. participación ciudadana: solicitudes, sugerencias, ...

## 5.2 Sistema de puntuación:

La valoración asigna un peso mayor al catálogo de datos y a los servicios de datos de la plataforma, con un 85% del total, puntuando en primer lugar que la funcionalidad esté disponible y después la riqueza o variedad de la implementación, según la característica de que se trate. El resto de aspectos de información y soporte completan el 15% restante.

En la tabla siguiente se presentan los rangos de puntuación asignados a los dominios que se valoran para los portales de las distintas ciudades:

Tabla 1: Sistema de puntuación para la valoración de portales

Dimensión	Ítem	Puntuación	Puntuación Acumulada
Catálogo de datos:	Número de conjuntos de datos	0-5	5
	Frecuencias de actualización	0-3	8
	Formatos disponibles	0-5	13
Servicio de datos:	APIs disponibles	0-3	16
	Búsqueda y filtrado:	0-5	21
	Visualización y geolocalización	0-2	23
	Biblioteca de aplicaciones	0-2	25
Servicios de información y soporte:	Documentación, guías, ejemplos	0-3	28
	Participación ciudadana	0-1	29

Fuente: Elaboración propia

## 6. PROCESO DE VALORACIÓN:

Con los criterios expuestos en el apartado anterior, se han analizado los distintos dominios de los portales de datos abiertos de las diez primeras ciudades españolas por población: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Málaga, Murcia, Palma, Las Palmas de Gran Canaria y Bilbao.

## 6.1 Análisis descriptivo de los portales Open Data:

### 6.1.1 Ciudad de Madrid:

- Portal de datos abiertos: <https://datos.madrid.es/portal/site/egob>  
Adicionalmente hay que considerar el portal de la Empresa Municipal de Transportes (EMT): <https://opendata.emtmadrid.es/Home> y del Metro de Madrid en el portal del Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM): <https://data-crtm.opendata.arcgis.com/>

Los datos a continuación se refieren sólo al primer portal.

- Catálogo de datos:
  - 568 conjuntos de datos disponibles
  - Catálogo descargable en formatos RDF (DCAT) y CSV
  - Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por Sector, Frecuencia de actualización y Formato
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos
  - APIs: disponible API REST
- Visualizaciones: disponibles 21 portales de visualización por temas (accidentes, aparcamientos, avisos, bibliotecas, ...) y un portal de visualizaciones “Visualiza Madrid con Datos Abiertos” que aglutina 9 de ellos.
- Aplicaciones: disponibles 35 aplicaciones de re-utilización de datos, desarrolladas en su mayor parte por terceros.
- Participación ciudadana: disponible

### 6.1.2 Ciudad de Barcelona

- Portal de datos abiertos: <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/es>  
Adicionalmente hay que considerar el portal de la Transports Metropolitans de Barcelona (TMB): <https://www.tmb.cat/es/sobre-tmb/herramientas-para-desarrolladores/datos-tiempo-real>

Los datos a continuación se refieren sólo al primer portal.

- Catálogo de datos:

- 568 conjuntos de datos disponibles
- Catálogo descargable en formatos RDF, JSON y CSV
- Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por Temas / Etiquetas, Frecuencias de actualización, Formatos y otros conceptos adicionales: Licencias, Geolocalización, API, ...
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos, CSV y JSON en su mayor parte
  - APIs: disponible API implementada por CKAN para 480 conjuntos de datos
- Visualizaciones: disponibles portales de visualización por temas, desarrollados en su mayor parte por terceros
- Aplicaciones: disponibles 6 aplicaciones de re-utilización de datos, desarrolladas por terceros
- Participación ciudadana: disponible

### 6.1.3 Ciudad de Valencia:

- Portal de datos abiertos: <https://valencia.opendatasoft.com/pages/home/?flg=es>
- Catálogo de datos:
  - 271 conjuntos de datos disponibles
  - Catálogo descargable en formatos Fuente RSS, RDF/XML (DCAT), CSV y XLSX (Excel).
  - Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por palabra Clave / Tema
  - No disponibles por Frecuencias de actualización ni Formatos.
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos Excel, CSV, JSON, ...
  - APIs: disponibles API implementada por CKAN y RTOD y API para Datos Georreferenciados

- Visualizaciones: disponibles como ejemplo para re-utilizadores a través del “Cuadro de Indicadores”, panel o mural gráfico que presenta 8 temas ... pero no es evidente cómo funcionan
- Aplicaciones: disponibles 5 aplicaciones y webs del Ayuntamiento de Valencia, 6 estudios de la Universitat Politècnica de València y 1 aplicación de terceros de re-utilización de datos.
- Participación ciudadana: disponible

#### 6.1.4 Ciudad de Sevilla

- Portal de datos abiertos: <http://datosabiertos.sevilla.org/>
- Catálogo de datos:
  - 521 conjuntos de datos disponibles
  - Catálogo descargable en formato RDF-DCAT
  - Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por Etiquetas / Sectores / Organizaciones, Frecuencias de actualización, Formatos y Grado de apertura (¡muy interesante!)
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos, CSV y XML en su mayor parte
  - APIs: disponible API implementada por CKAN para el catálogo de datos y para obtener conjuntos de datos
- Visualizaciones: disponible un portal de visualizaciones muy básicas
- Aplicaciones: disponibles 2 aplicaciones ejemplo desarrolladas por terceros
- Participación ciudadana: disponible

#### 6.1.5 Ciudad de Zaragoza:

- Portal de datos abiertos: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/datos-abiertos/>
- Catálogo de datos:
  - 215 conjuntos de datos disponibles

- Catálogo descargable en formato CSV, JSON y XML
- Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por palabras Clave / Temas, Frecuencia de actualización y Formato
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos, sobre todo CSV, JSON y XML
  - APIs: disponible API REST para el catálogo y los conjuntos de datos y SPARQL y SQLR, lenguajes de consulta para RDF.
- Visualizaciones: disponibles en el portal “Zaragoza al instante”
- Aplicaciones: disponibles 55 aplicaciones de ejemplo, desarrolladas en su mayor parte por terceros
- Participación ciudadana: disponible

#### 6.1.6 Ciudad de Málaga:

- Portal de datos abiertos: <https://datosabiertos.malaga.eu/>
- Catálogo de datos:
  - 1114 conjuntos de datos disponibles
  - Catálogo descargable en formato RDF
  - Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por Etiquetas / Organizaciones / Grupos y Formatos
  - No disponibles por Frecuencias de actualización
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos, sobre todo CSV, PDF, SHP, XLSX (Excel), GeoJSON y KML
  - APIs: disponible API implementada por CKAN
- Visualizaciones: disponibles en el portal “Buscador de webs Temáticas”
- Aplicaciones: disponibles 7 aplicaciones de ejemplo, 6 aplicaciones web y 2 chatbots de re-utilización de datos

#### 6.1.7 Ciudad de Murcia:

- Portal de datos abiertos: el Ayuntamiento de Murcia no tiene un portal de datos abiertos. Está englobado en el de la Comunidad Autónoma Región de Murcia: <https://datosabiertos.regiondemurcia.es/>
- Catálogo de datos: no encontrado o no disponible
- Metadatos: no disponibles
- Filtros:
  - Disponible por ámbitos
  - No disponible por frecuencias de actualización y formatos
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en CSV y HTML
  - API: no disponible
- Visualizaciones: disponibles
- Aplicaciones: no disponibles

#### 6.1.8 Ciudad de Palma:

- Portal de datos abiertos: [https://old-smartoffice.palma.cat/portal/PALMA/smartoffice/contenedor1.jsp?seccion=s\\_fdes\\_d4\\_v1.jsp&contenido=78515&tipo=6&nivel=1400&codResi=1&language=es](https://old-smartoffice.palma.cat/portal/PALMA/smartoffice/contenedor1.jsp?seccion=s_fdes_d4_v1.jsp&contenido=78515&tipo=6&nivel=1400&codResi=1&language=es)
- Catálogo de datos: no disponible
- Metadatos: no disponibles
- Filtros: no disponibles
- Acceso:
  - Descargas: no documentadas
  - APIs: no documentadas
- Visualizaciones: disponibles en el portal “Recursos Smart City”
- Aplicaciones: disponibles

### 6.1.9 Ciudad de Las Palmas de Gran Canaria

- Portal de datos abiertos: <http://datosabiertos.laspalmasgc.es/>
- Catálogo de datos:
  - 171 conjuntos de datos disponibles
  - Catálogo descargable en formato RDF-DCAT
  - Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por Etiquetas / Sectores, Frecuencias de actualización, Formatos y Grado de apertura (¡muy interesante!, utiliza la escala de 5 estrellas de Berners-Lee)
- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos
  - APIs: disponibles API implementada por CKAN para el catálogo y conjuntos de datos y API ofrecida por RTOD para distribuciones con actualizaciones periódicas.
- Visualizaciones: disponible el portal “Demostrador” con visualizaciones ejemplo.
- Aplicaciones: disponibles 3 aplicaciones de re-utilización de datos, desarrolladas por terceros.
- Participación ciudadana: disponible

### 6.1.10 Ciudad de Bilbao:

- Portal de datos abiertos: <https://www.bilbao.eus/opendata/es/inicio>
- Catálogo de datos:
  - 315 conjuntos de datos disponibles
  - Catálogo descargable en formato XLS y RDF y suscripción RSS disponible
  - Metadatos: disponibles
- Filtros:
  - Disponibles por Temas, Frecuencias de actualización y Formatos

- Acceso:
  - Descargas: disponibles en distintos formatos
  - APIs: no documentadas
- Visualizaciones: no documentadas por separado de las aplicaciones
- Aplicaciones: disponibles 4 aplicaciones de ejemplos de re-utilización de datos desarrolladas por el Ayuntamiento de Bilbao
- Participación ciudadana: disponible

## 6.2 Resumen del trabajo de campo:

A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados observados:

Tabla 2: Resumen de datos obtenidos

	<b>Madrid</b>	<b>Barcelona</b>	<b>Valencia</b>	<b>Sevilla</b>	<b>Zaragoza</b>	<b>Málaga</b>	<b>Las Palmas</b>	<b>Bilbao</b>
<b>Catálogo de datos:</b>								
# de conjuntos de datos	568	568	271	521	214	1114	171	315
Catálogo descargable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Metadatos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Frecuencia de actualización:</b>	✓	✓	✓×	✓	✓	✓×	✓	✓
Tiempo real / Inmediata	21	11		122	40		14	
Diaria	23	12		1	7		21	117
Semanal	7	126			1		10	
Mensual	96	64		218	6		21	
Trimestral	70	10		11	3		2	1
Semestral	25	4		1			6	
Anual	155	171		133	95		97	179
Sin definir / No especificada	82			36				18
<b>Formatos:</b>	✓	✓	✓×	✓	✓	✓	✓	✓
PDF	1				2	298		
Excel	362	3			49	177	98	
CSV	386	486		511	167	621	167	241
JSON	78	126			161		159	46
XML	107	83		471	80		159	43
KML	15	3		26		129		2
RDF	72	2		1	27		43	
<b>Filtros:</b>								
Etiquetas / Temas / Sectores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Frecuencia actualización	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓
Formatos	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Grado de apertura	×	×	×	✓	×	×	✓	×
Otros	×	✓	×	×	✓	✓	×	×
<b>Acceso:</b>								
Descargas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
APIs:								

	<b>Madrid</b>	<b>Barcelona</b>	<b>Valencia</b>	<b>Sevilla</b>	<b>Zaragoza</b>	<b>Málaga</b>	<b>Las Palmas</b>	<b>Bilbao</b>
Tipo # de conjuntos de datos	REST 84	CKAN 480	CKAN	CKAN	REST 75	CKAN	CKAN	?
<b>Visualizaciones:</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Aplicaciones:</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Participación ciudadana:</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se ha excluido Murcia y Palma debido a que no se han podido recoger datos suficientes para su análisis.

### 6.3 Conclusiones generales:

Los portales de datos de las ciudades seleccionadas coinciden en cuanto a las áreas que cubren - presentación del catálogo de datos, frecuencias de actualización y formatos, disponibilidad de APIs, ejemplos de visualizaciones y aplicaciones y posibilidad de participación ciudadana -, si bien sus diseños son diferentes.

El número de conjuntos de datos del catálogo no es fácil de comparar. En algunas ciudades – lo he podido comprobar en los catálogos de Sevilla, Málaga, Las Palmas de Gran Canaria y Bilbao – el mismo concepto da lugar a múltiples conjuntos de datos para años diferentes. Creo que sería un mejor diseño, de cara a la reutilización de los datos, que el año se integrara en el conjunto de datos como un campo más. Podría agilizar comparaciones interanuales de partidas concretas, sin tener que descargar múltiples conjuntos de datos.

Aunque las etiquetas o temas asignados a los conjuntos de datos no siguen un estándar y difieren de unos portales a otros, la asignación por sectores sí tiene un estándar que establece una clasificación en 22 dominios:

1. Ciencia y tecnología
2. Comercio
3. Cultura y ocio
4. Demografía
5. Deporte

6. Economía
7. Educación
8. Empleo
9. Energía
10. Hacienda
11. Industria
12. Legislación y justicia
13. Medio ambiente
14. Medio rural y pesca
15. Salud
16. Sector Público
17. Seguridad
18. Sociedad y bienestar
19. Transporte
20. Turismo
21. Urbanismo e infraestructuras
22. Vivienda

si bien no todos los portales utilizan todos los dominios.

En general, las frecuencias de actualización de los conjuntos de datos forman parte de su descripción, aunque hay excepciones en los catálogos de Valencia y Málaga, que tampoco facilitan la búsqueda de conjuntos de datos por este concepto.

Aunque el porcentaje sobre el total es bajo, hay algunos conjuntos de datos con actualizaciones en tiempo real, fundamentalmente en los dominios de Medio ambiente (meteorología, indicadores de calidad del aire) y Transporte (estado del tráfico, localización de autobuses, disponibilidad de bicicletas y aparcamientos).

Como se puede apreciar en la Tabla resumen, CSV es el formato en el que están disponibles más conjuntos de datos, disminuyendo significativamente la proporción de formatos más avanzados (XML, N3, Turtle), por lo que se puede concluir que en la escala de 5 estrellas de Berners-Lee, el grado de apertura medio se sitúa entre 3 y 4 estrellas.

También sigue un patrón común la participación ciudadana para realizar solicitudes de nuevos conjuntos de datos o de reutilización o para enviar comentarios y sugerencias.

Las secciones de Visualizaciones y Aplicaciones dependen esencialmente del número de ellas disponibles y se aprecia claramente, en cantidad y/o calidad, cuándo el propio ayuntamiento o alguna otra entidad ha asumido el liderazgo de su desarrollo, por ejemplo Madrid en Visualizaciones, Bilbao en Aplicaciones y Valencia en reutilización en general con los Proyectos y Estudios realizados por la UPV (Universidad Politécnica de Valencia).

#### *6.4 Buenas prácticas y comentarios:*

Tras el análisis de los portales de datos de las diez ciudades seleccionadas, se destacan algunas “mejores prácticas” respecto a las dimensiones evaluadas:

- Catálogo de datos: no destaca y es, posiblemente, el area que necesita un mayor esfuerzo de normalización, como veremos posteriormente al compararlo con los catálogos de ciudades como Nueva York, Chicago o Toronto
- Filtros:
  - La mayoría de los portales cumplen con los mínimos y ofrecen la posibilidad de realizar búsquedas o filtrar por Etiquetas / Categorías / Sectores y también por Frecuencias de actualización y Formatos.
  - El portal de Barcelona ofrece además otros criterios adicionales (licencias, geolocalización, APIs, ...), siendo el más completo según este criterio.
  - Los portales de Sevilla y Las Palmas de Gran Canaria ofrecen también el filtrado por **Grado de apertura** de los datos, en la escala de 5 estrellas de Berners-Lee, que es un criterio muy interesante.
- Acceso:
  - Todos los portales permiten la descarga directa de los ficheros de datos.
  - Los portales de Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza y Las Palmas de Gran Canaria ofrecen una gran facilidad para el uso de APIs con la plataforma CKAN. Obtener el catálogo de datos mediante una solicitud de API es inmediato. Además incluyen documentación básica y ejemplos de solicitudes a la API implementada por CKAN y enlaces la documentación completa muy informativos. A continuación se presenta la documentación del portal de Sevilla, muy similar a la de Valencia y Las Palmas de Gran Canaria, con la que es inmediato empezar a experimentar:

Figura 2: Información sobre acceso a través de API del portal de Sevilla

### Información API

Ayuntamiento de Sevilla a través de **OGooV**, ofrece un API REST para acceder al catálogo de datos, así como para obtener directamente toda la información de un conjunto de datos y a sus distribuciones.

Esta API es la que implementa **CKAN**. En la siguiente lista incluimos algunos ejemplos de utilización del API:

- Catálogo de datos simple:: [http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/package\\_list](http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/package_list)
- Catálogo de datos ampliado: [http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/package\\_search](http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/package_search)
- Listado de grupos (sectores): [http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/group\\_list](http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/group_list)
- Listado de etiquetas: [http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/tag\\_list](http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/tag_list)
- Toda la información de un conjunto de datos: [http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/package\\_show?id=\[id\\_distribucion\]](http://apicalatogo.sevilla.org/api/3/action/package_show?id=[id_distribucion])

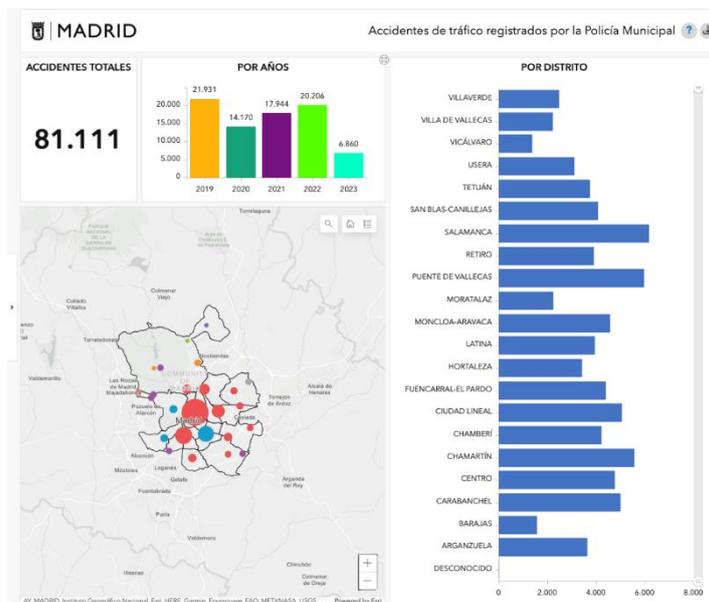
Toda la documentación del API REST de CKAN está disponible en la siguiente dirección: <http://docs.ckan.org/en/latest/api/index.html>

Fuente: (Ayuntamiento de Sevilla, 2023)

Madrid, Málaga y Bilbao tienen también la posibilidad de utilización de APIs, pero no resulta tan inmediata ni documentada como en los anteriores.

- Visualización:
  - En este apartado destacan los portales de Madrid y Zaragoza, que presentan los cuadros de indicadores más completos a partir de la reutilización de sus datos abiertos disponibles. Como ejemplo incluyo el panel de información sobre Accidentes de Madrid.

Figura 3: Visualiza Madrid con Datos Abiertos: Accidentes de Tráfico



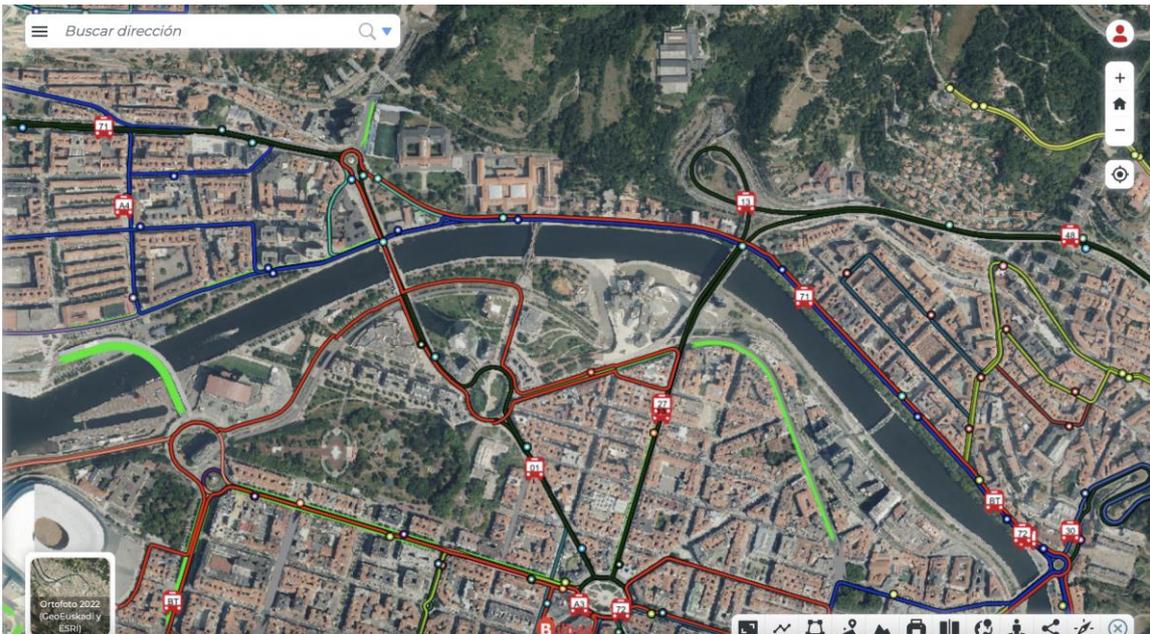
Fuente: (Ayuntamiento de Madrid, 2023)

- Aplicaciones:

- El portal de Bilbao tiene sólo 4 aplicaciones pero una de ellas es un ejemplo extraordinario de reutilización de datos geolocalizados con actualización en tiempo real que los presenta en capas superpuestas sobre el mapa de la ciudad.

A continuación se incluye una captura de pantalla con dos capas superpuestas: el estado de tráfico (calzada verde) y las líneas regulares de autobús (con la situación de los autobuses).

Figura 4: GeoBilbao es un Geoportal con capas específicas de información



Fuente: (Ayuntamiento de Bilbao, 2023)

### *6.5 Comparación con portales de datos internacionales: Nueva York, Chicago y Toronto*

Tras presentar el análisis de los portales de datos de las mayores ciudades españolas, cabe preguntarse cómo se comparan con los de otras ciudades en el mundo. Para realizar la comparación se han seleccionado los portales de datos abiertos de Nueva York, Chicago y Toronto como ciudades líderes en el desarrollo de estrategias de datos abiertos.

### 6.5.1 Portal de datos abiertos de Toronto:

Portal de Toronto: <https://open.toronto.ca>

Comienzo por el portal de Toronto que es bastante similar a los de las ciudades españolas, aunque más evolucionado y completo desde el punto de vista del catálogo de datos y la información de cada conjunto de datos.

El catálogo de datos contiene 448 conjuntos de datos, cada uno con:

- su información de detalle que incluye la frecuencia de actualización, tipo de dato y organización que lo publica,
- una explicación resumida de su contenido, y
- cinco secciones comunes a todos:
  - una previsualización (mapa, tabla, ...) que depende del tipo de datos
  - una descripción de los metadatos
  - las alternativas de descarga con sus correspondientes formatos
  - la posibilidad de explorar los datos sin descargarlos a través de la API que implementa CKAN
  - información para desarrolladores que incluye fragmentos de código y documentación

Como se puede apreciar, la información de los conjuntos de datos es estándar y más completa y, en consecuencia, su reutilización más inmediata.

El portal permite filtrar por temas, dominios, organizaciones responsables, frecuencias de actualización, tipos de visualización y formatos de datos. Salvo el de tipos de visualización – documentos, mapas, tablas o sitios web – el resto son ya conocidos.

Incorpora una sección de Centro de Conocimiento que presenta noticias, casos de uso, formación y herramientas, y otras. También, como es habitual, secciones de Aplicaciones y Participación ciudadana.

En resumen, el de Toronto es un portal de datos parecido a los de las ciudades españolas, pero con un tratamiento más riguroso del catálogo de datos y más amigable para los desarrolladores.

### 6.5.2 Portales de datos abiertos de Nueva York y Chicago:

Portales de Nueva York y Chicago: <https://opendata.cityofnewyork.us> y <https://data.cityofchicago.org>

El catálogo del portal de datos abiertos de Nueva York dobla en tamaño al de Chicago, pero en otros aspectos los portales son similares entre sí. Son similares al de Toronto en el tratamiento riguroso del catálogo de datos, pero difieren en las capacidades de búsqueda y filtrado.

Nueva York tiene 3527 y Chicago 1711 conjuntos de datos, con una estructura estándar, como los de Toronto:

- Información de detalle, incluyendo la frecuencia de actualización y la organización responsable de su publicación
- Tamaño del conjunto de datos
- Descripción de los metadatos
- Una previsualización
- Descarga con sus formatos disponibles
- API: acceso a través de SODA (Socrata Open Data API). Socrata es una compañía que ha desarrollado una plataforma para gestionar repositorios de datos abiertos, similar a CKAN

Como en el caso de Toronto, el conjunto de datos es autocontenido y más amigable para los desarrolladores.

La diferencia fundamental con Toronto y las ciudades españolas está en las capacidades de búsqueda y filtrado: las frecuencias de actualización y formatos de datos desaparecen. Permanecen las categorías u organizaciones responsables y los tipos de visualización: Calendarios, Charts, páginas Data Lens, Tablas, Ficheros y documentos, Formularios y Mapas.

Incorporan también las secciones habituales de Noticias, Documentación/Guías, Aplicaciones y Participación ciudadana.

En resumen, presentan un formato más evolucionado hacia el uso del dato, en vez de su origen, y muy orientado a desarrolladores.

## 7. GRADO DE MADUREZ DE LOS PORTALES:

La comparación de los portales y la consecuente valoración de los mismos no es una tarea fácil ni, desde luego, completamente objetiva. Lo primero porque, como se ha comentado en 6.3 Conclusiones generales, la comparación del número de conjuntos de datos disponibles se complica por la repetición del mismo conjunto para distintos años. En esos casos, se hace necesario reducir el número de los catálogos que repiten conjuntos frente a los que no lo hacen. Lo segundo porque, dependiendo de lo intuitiva y fácil que resulte la navegación en el portal, se condiciona la percepción del mismo y su valoración. También en ocasiones, hay elementos que no funcionan o, al menos, no de la forma que cabía esperar (por ejemplo el Cuadro de Indicadores del portal de datos abiertos de Valencia), lo que evidentemente reduce su valoración.

Con estas consideraciones previas, comento a continuación la valoración de los distintos dominios:

- Catálogo de datos:
  - Número de conjuntos de datos: siguiendo a (Royo-Montañés & Benítez-Gómez, 2019) se considera que las ciudades de mayor población deben ofrecer más conjuntos de datos (aunque no 100 por cada 100.000 habitantes como hacen algunos autores) que las ciudades pequeñas. Si hay muchos conjuntos de datos que sólo varían por el año, se reduce la puntuación, tal y como se ha comentado anteriormente.
  - Frecuencias de actualización: se valora que la frecuencia de actualización esté informada en todos los conjuntos de datos (en algún catálogo, por ejemplo Valencia, no es así), su variedad y la disponibilidad de datos con actualización en tiempo real.
  - Formatos de datos: se valora la proporción de los formatos con mayor grado de apertura frente al total. Como se ha visto en las conclusiones generales y en la tabla resumen, el formato dominante es CSV en todos los portales evaluados, pero algunos presentan mayor disponibilidad de formatos más reutilizables de la especificación RDF (como XML, N3, o Turtle), lo que mejora la valoración.
- Servicio de datos:
  - APIs disponibles: el acceso a través de APIs para conjuntos de datos seleccionados es posible en todos los portales analizados, por eso la diferente

valoración es por la facilidad de acceso y prueba de funcionamiento a través de solicitudes HTTP.

Esto es inmediato en los portales cuyos APIs implementa la plataforma CKAN, no tanto en otros casos , como Madrid y Zaragoza, y no hay ninguna referencia en Bilbao.

- Búsqueda y filtrado: se valora la posibilidad de buscar, al menos, por dominio (sector), frecuencia de actualización y formato de datos. La valoración mejora si además se contempla la búsqueda por grado de apertura u otros conceptos (API, licencias, ...).
- Visualización y geolocalización: se valoran los cuadros de indicadores, cuadros de mando o portales de visualización en su número y variedad de dominios, utilización / presentación de datos geolocalizados y, desde luego, su funcionamiento.
- Biblioteca de aplicaciones: se valora el número y calidad de aplicaciones disponibles.
- Servicios de información y soporte:
  - Documentación, guías y ejemplos: se valora la inclusión en los portales de enlaces a documentación o ejemplos. En los portales analizados destacan los que utilizan la plataforma CKAN, porque la propia plataforma ofrece una documentación suficientemente detallada.
  - Participación ciudadana: se valora la posibilidad de enviar solicitudes de nuevos conjuntos de datos o de reutilización y de enviar comentarios o sugerencias.

## 7.1 Calificación global y ranking:

Tabla 3: Grado de madurez de los portales

	<b>Madrid</b>	<b>Barcelona</b>	<b>Valencia</b>	<b>Sevilla</b>	<b>Zaragoza</b>	<b>Málaga</b>	<b>Las Palmas</b>	<b>Bilbao</b>
<b>Catálogo de datos:</b>								
# de conjuntos de datos	4	4	3	4	3	5	2	4
Frecuencias de actualización	3	3	1	3	2	1	2	2
Formatos	4	3	1	3	4	3	4	3
<b>Servicio de datos:</b>								
APIs disponibles	2	3	3	3	2	3	3	1
Búsqueda y filtrado	3	5	1	4	3	2	4	3
Visualización y geolocalización	2	2	0	1	2	1	1	2
Biblioteca de aplicaciones	2	2	2	1	2	2	1	2
<b>Servicios de información y soporte:</b>								
Documentación, guías, ejemplos	2	2	3	3	1	3	3	1
Participación ciudadana	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL:</b>	23	25	15	23	20	21	21	19
Ranking	2	1	8	2	6	4	4	7

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla, Barcelona lidera el ranking, seguida de cerca por Madrid y Sevilla, con pequeñas diferencias en los servicios de datos. Después Málaga y Las Palmas de Gran Canaria, con menos funcionalidad en sus catálogos. Siguen Zaragoza y Bilbao, menos completas en general, y cierra Valencia con menos flexibilidad en todos los dominios.

La utilización de la plataforma CKAN parece ayudar a mantener el foco en la calidad, eliminando complejidad en el desarrollo de la plataforma.

## 8. DEMOSTRACIONES PRÁCTICAS

### 8.1 Demostración de consulta vía API:

A continuación, vamos a ver un ejemplo sencillo de las grandes posibilidades que abre el uso de APIs, previamente explicado, para la reutilización de datos abiertos desde aplicaciones web o móviles. Supongamos que quiero obtener la lista de conjuntos de datos abiertos que ofrece el Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria.

En primer lugar, puedo descargar el catálogo de datos como fichero. En este caso, está disponible en formato RDF-DCAT.

Una segunda alternativa, que presenta como ejemplo la documentación de la API del portal, es realizar la siguiente solicitud HTTP desde nuestro navegador

[http://apidatosabiertos.laspalmasgc.es/api/3/action/package\\_list](http://apidatosabiertos.laspalmasgc.es/api/3/action/package_list), cuya respuesta es el listado del catálogo de datos en nuestro navegador, en un formato legible aunque poco amigable:

```
{"help": "http://ckan.laspalmasgc.es/api/3/action/help_show?name=package_list",
"success": true, "result": ["actividades-adultos-curso-2013-14", "actividades-adultos-
curso-2014-15", "aforos-vehiculos", "albergues", "aparcamientos-publicos",
"apartamentos", "atestados-policia-local-2014", "atestados-policia-local-de-las-palmas-
de-gran-canaria-1998", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-1999",
"atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2000", "atestados-policia-local-
de-las-palmas-de-gran-canaria-2001", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-
canaria-2002", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2003", "atestados-
policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2004", "atestados-policia-local-de-las-
palmas-de-gran-canaria-2005", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-
2006", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2007", "atestados-policia-
local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2008", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-
gran-canaria-2009", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2010",
"atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2011", "atestados-policia-local-
de-las-palmas-de-gran-canaria-2012", "atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-
[...]
[...]
```

La siguiente alternativa es invocar la solicitud HTTP desde una aplicación, lo que permite almacenar la respuesta para su posterior procesamiento y, por ejemplo, presentarla de una forma más amigable. Basta un sencillo programa en Python (incluido como ejemplo en la documentación de CKAN) para conseguirlo:

```
#!/usr/bin/env python
from urllib.request import urlopen
import json
import pprint

# Make the HTTP request.
url = 'http://apidatosabiertos.laspalmasgc.es/api/3/action/package_list'
response = urlopen(url)
assert response.code == 200

# Use the json module to load CKAN's response into a dictionary.
response_dict = json.loads(response.read())

# Check the contents of the response.
assert response_dict['success'] is True
result = response_dict['result']
pprint.pprint(result)
```

Su ejecución almacena la lista y permite una mejor presentación, como se puede apreciar a continuación en la salida por consola del programa:

```
runfile('/Users/gamh00/Library/Documents/ckan_1.py',
wdir='/Users/gamh00/Library/Documents/')
['actividades-adultos-curso-2013-14',
'actividades-adultos-curso-2014-15',
'aforos-vehiculos',
'albergues',
'aparcamientos-publicos',
'apartamentos',
'atestados-policia-local-2014',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-1998',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-1999',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2000',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2001',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2002',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2003',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2004',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2005',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2006',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2007',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2008',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2009',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2010',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2011',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2012',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2013',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2015',
'atestados-policia-local-de-las-palmas-de-gran-canaria-2016',
'atractivos',
'bares-y-clubs',
'beacons',
'bienestar-social-citas-2008-actualidad',
'bienestar-social-demandas',
'bienestar-social-expedientes-2008-actualidad',
'buceo',
[...]
```

La lista queda almacenada dentro de la aplicación, lo que permite realizar búsquedas, clasificaciones o filtrados.

## 8.2 Demostración de utilización de conjunto de datos:

Además de la utilización de APIs, los portales permiten la descarga de conjuntos de datos para manipularlos de la forma que uno quiera. En este caso, analizamos con RStudio un conjunto de datos acerca de los accidentes de bicicleta en la ciudad de Madrid. El objetivo es crear una matriz de correlación para poder observar qué factores afectan (o no) a los accidentes de bicicleta. A continuación, se explica el proceso que se ha llevado a cabo para crear la matriz de correlación.

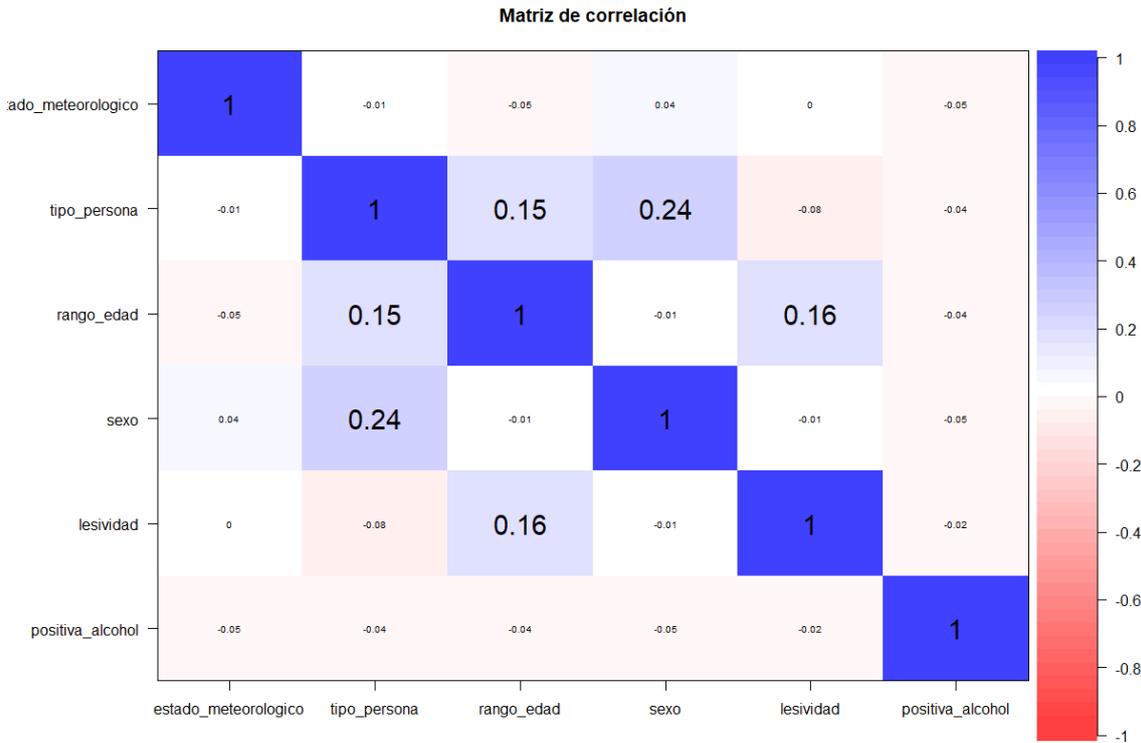
El tratamiento del conjunto de datos es complicado debido a que la mayoría de las variables son de tipo categórica, lo que requiere de transformaciones previas para poder utilizarlas. Además, previamente se han eliminado todas las tildes y las ñ del conjunto de datos ya que Rstudio no reconoce estos caracteres y puede suponer un problema a la

hora de programar. Una vez realizado este primer paso, hay que limpiar el conjunto de datos de todas aquellas variables que no queramos utilizar. El conjunto de datos tiene hasta 21 columnas (la mayoría de tipo categórica), pero las variables que utilizaremos serán las siguientes:

- **Estado meteorológico:** transformaremos la variable categórica en una numérica ordinal en la que 1 represente despejada y 4 lluvia intensa, dando el máximo valor al estado meteorológico más adverso. Los valores de NULL y Se desconoce se eliminarán ya que no aportan información.
- **Tipo de persona:** indica si el herido es el conductor o un peatón. La transformaremos en una dicotómica en la que 0 será el conductor y 1 el peatón.
- **Rango de edad:** transformamos la variable en una numérica ordinal de tal manera que el 0 represente el rango de edad más joven y el 10 el más mayor.
- **Sexo:** la transformaremos en una variable dicotómica en el que 0 sea hombre y 1 mujer.
- **Lesividad:** transformaremos la variable en una numérica ordinal. Llama la atención que en el código de lesividad, otra variable que incluye el conjunto de datos, la magnitud de los números no se corresponde con la gravedad de la lesión, por lo que, pese a ser una variable numérica, la columna simplemente sigue una forma administrativa de catalogar sin seguir ningún tipo de escala de gravedad sanitaria.
- **Positividad por alcohol:** transformaremos la variable en una dicotómica, de tal manera que 0 sea negativo y 1 positivo en alcohol.

Una vez transformadas todas estas variables en numéricas, creamos la matriz de correlación.

Figura 5: Matriz de correlación del conjunto de datos

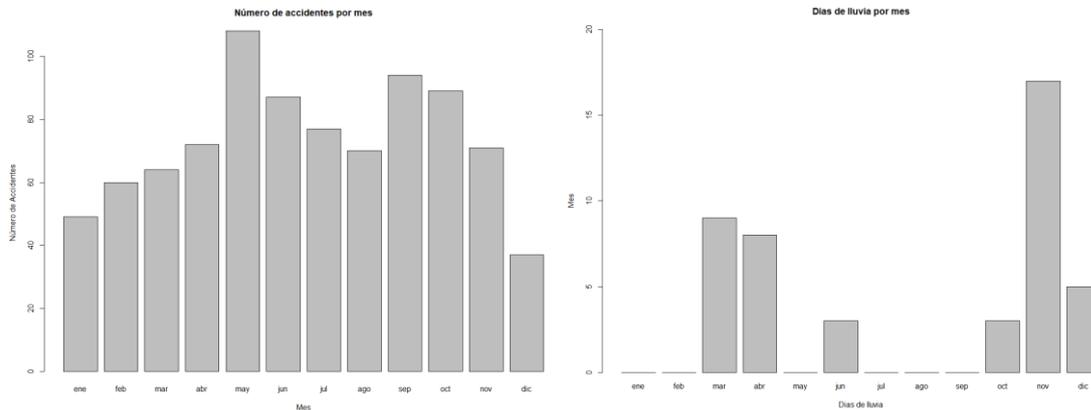


Fuente: Elaboración propia

A partir de datos procedentes del portal Open Data de Madrid

Como se puede observar en la matriz de correlaciones, las causas de los accidentes en bicicleta no están conectadas. No hay ninguna variable que esté fuertemente correlacionada con otra. Por ejemplo, uno podría pensar que un día con estado meteorológico adverso podría suponer un mayor riesgo de que el accidente fuera más grave. Sin embargo, su correlación con la lesividad es del 0%. Además, se puede inferir de manera lógica que a medida que la edad de la persona accidentada aumenta, existe un mayor riesgo de sufrir lesiones más graves. En este caso hay una ligerísima correlación. No obstante, sigue siendo muy débil, por debajo de 0.3.

## Gráfico 2: Comparación entre número de accidentes en bicicleta al mes vs días de lluvia



Fuente: Elaboración propia

A partir de datos procedentes del portal Open Data de Madrid

Adicionalmente, se presentan dos gráficos de barras: el de la izquierda presenta el número de accidentes por mes y el de la derecha el número de días de lluvia débil al mes. Al contrario de lo que se podría pensar, los meses de lluvia como el de noviembre tiene menos accidentes que octubre y viendo que mayo es el mes con más accidentes sin tener un solo día lluvioso, la explicación lógica es que cuanto peor tiempo hace, menos personas se mueven en bicicleta y por lo tanto, menos riesgo de que ocurra un accidente con este tipo de vehículo involucrado.

En cuanto a la facilidad de reutilización del conjunto de datos, se presentan desafíos que van más allá del procesamiento de los datos que es habitual en este tipo de casos.

Primero, hay valores de ciertas variables que no aportan valor, más allá de los valores NULL, que por cierto, son más del 15% (138 observaciones del conjunto de datos de 878) del conjunto de datos. Por ejemplo, el valor “se desconoce” en estado meteorológico no tiene valor. La combinación de ambos valores reduce significativamente el número de observaciones útiles para el estudio. Además, muchos lenguajes de programación como Python o R, no reconocen algunos de los caracteres españoles como las tildes o la ñ. Convendría eliminar las tildes y las ñ de los conjuntos de datos para evitar tener que hacer pasos adicionales. Por último, sería interesante incluir variables numéricas ordinales para aquellas variables categóricas cuyos valores reflejen algún tipo de graduación, como por ejemplo se ha hecho con el estado

meteorológico, rango de edad y lesividad. Las variables numéricas son mucho más fáciles de tratar y de extraer información que las categóricas.

## **9. PROPUESTAS:**

Excepto en los casos de Palma y Murcia, los portales de datos de los diez municipios más poblados de España muestran un nivel de madurez elevado. Estos portales cuentan con un amplio catálogo de datos, herramientas de filtrado y opciones de descarga en diversos formatos, entre otras características. A pesar de esto, existen algunas medidas que podrían impulsar aún más el desarrollo de estos portales de datos.

Primero, hay muchos conjuntos de datos que no se utilizan porque no son relevantes para los ciudadanos. Previamente, las instituciones deberían llevar a cabo una investigación acerca de qué es lo que más concita el interés de las personas a las que gobiernan. La preferencia por los datos a publicar no será igual a nivel nacional, autonómico, a nivel local o incluso dependiendo del tamaño de cada municipio. Además, también se pueden esperar cambios en las preferencias según la zona geográfica, el clima, y las principales actividades económicas de la zona. Para ello, los portales deberían contar con herramientas que midan el nivel de demanda de los conjuntos de datos, registrando y analizando el interés ciudadano. Por ejemplo, según el número de descargas y reutilización de un conjunto de datos, el portal debería preguntarse, ¿puedo añadir más variables relevantes al conjunto de datos?, ¿tengo más datos disponibles que no están publicados que estén relacionados con dicho conjunto de datos?, ¿puedo recoger más datos en este ámbito y, en caso de no tenerlos, necesito una gran inversión para poder recogerlos? De esta manera, el portal se aseguraría destinar los recursos a los temas más importantes para los ciudadanos.

Segundo, ya se ha explicado la importancia de la ciudadanía respecto a las ciudades inteligentes y el Open Data. En el caso de algunas capitales europeas como Berlín, han llevado el grado de participación al siguiente nivel (Iniciativa Aporta, 2014). El ayuntamiento decidió poner en marcha una serie de encuestas online con el propósito de entender las preferencias de los ciudadanos antes de iniciar la publicación de datos sin referencia alguna. La encuesta reveló que los ciudadanos se decantaban por la publicación de datos sobre temas como la planificación de la ciudad, su administración y el medioambiente, muy distinto a las temáticas publicadas por otras ciudades en

Alemania. Esto permitió a Berlín tener un punto de partida y la garantía de que los datos eran relevantes.

Por último, la forma de catalogar los datos y presentarlos en el portal es muy variada. Sin embargo, como se ha podido comprobar en el caso de Toronto, Chicago y Nueva York, todos los conjuntos de datos contaban con el mismo formato estándar de presentación que incluye una explicación de los metadatos, un ejemplo de previsualización y acceso a los datos mediante descarga o a través de API. En el caso de los ayuntamientos españoles, no es tan sistemático. La presentación de los conjuntos de datos variará según la información disponible. Una apuesta fuerte por la estandarización contribuiría a una reutilización de los datos más fácil.

## **10. CONCLUSIÓN:**

Los portales Open Data se han venido desarrollando en nuestro país en la última década. Con la proliferación de iniciativas, ya sea a nivel nacional, autonómico, a nivel de diputaciones o municipal, el número de portales Open Data supera los 310 (Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, 2023). Es una noticia positiva, dado que su potencial impacto en la administración y gobierno de las ciudades inteligentes del futuro es significativa.

No obstante, la apertura masiva de estos portales y la publicación de datos no tiene por qué traducirse en su reutilización. Requiere de una planificación estratégica, la dotación de recursos, una colaboración estrecha y la opinión de la ciudadanía. Acciones como Iniciativa Aporta son importantes a la hora de marcar una guía para el correcto desarrollo de los portales abiertos.

En este trabajo se ha valorado los portales de datos de los 10 municipios españoles más poblados. Aunque algunos presenten un grado de madurez muy alto, hay otros que tienen un largo camino por delante. Barcelona, Madrid y Sevilla destacan por un amplio catálogo de datos con un grado de apertura alto. Otros como Palma o Murcia, cuentan con una plataforma muy básica en la que la navegación, o simplemente la descarga de un conjunto de datos, se hace difícil. La disparidad en el desarrollo es patente. Si lo llevamos al plano internacional, los portales de datos en España no salen mal parados. La principal diferencia con ciudades como Toronto, Nueva York y Chicago es el mayor

nivel de estandarización y una clara orientación para facilitar el trabajo de los desarrolladores.

Es por ello que se recomienda seguir tomando medidas para fomentar la reutilización de los datos. Esto se puede conseguir atendiendo la demanda de los ciudadanos, ya sea mediante la elaboración de encuestas o con las estadísticas de descargas de aquellos conjuntos de datos más populares. También garantizando la estandarización con la que cuentan portales como Toronto, Chicago o Nueva York.

En resumen, el movimiento Open Data goza de buena salud en nuestro país con ayuntamientos con un portal de datos amigable y que fomenta su reutilización. No obstante, otros apenas han llegado a publicar datos o en caso de haberlo hecho, la difícil navegación y el nulo contexto de los conjuntos de datos hace muy difícil que salgan buenas soluciones de ahí. Se recomienda seguir impulsando este tipo de iniciativas mejorando el marco regulatorio, la calidad de los datos y la operatividad de los portales.

## 11. BIBLIOGRAFÍA:

- 5 ★ OPEN DATA. (31 de Agosto de 2015). 5 ★ OPEN DATA. Obtenido de 5stardata.info:  
<https://5stardata.info/en/>
- AENOR. (2016). *Ciudades inteligentes: Definición, atributos y requisitos*. Madrid: AENOR.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2023). *Aplicaciones: GeoBilbao*. Obtenido de [www.bilbao.eus](http://www.bilbao.eus):  
<https://www.bilbao.eus/opendata/es/aplicaciones/app-geobilbao>
- Ayuntamiento de Madrid. (2023). *Visualiza Madrid con Datos abiertos: ACCIDENTES DE TRÁFICO*. Obtenido de [visualizadatos.madrid.es](http://visualizadatos.madrid.es):  
<https://visualizadatos.madrid.es/pages/accidentes-de-traffic>
- Ayuntamiento de Málaga. (2023). *Smartcity Málaga*. Obtenido de Ayuntamiento de Málaga:  
<https://malagasmart.malaga.eu/es/habitat-sostenible-y-seguro/energia/smartcity-malaga/>
- Ayuntamiento de Sevilla. (2023). *Información API*. Obtenido de [datosabiertos.sevilla.org](http://datosabiertos.sevilla.org):  
<http://datosabiertos.sevilla.org/info-api/>
- Ayuntamiento de Valencia. (2023). *APIS DISPONIBLES*. Obtenido de [valencia.opendatasoft.com](http://valencia.opendatasoft.com):  
[https://valencia.opendatasoft.com/pages/apis\\_disponibles/](https://valencia.opendatasoft.com/pages/apis_disponibles/)
- Barrientos Herreros, N. (2020). *De las ciudades inteligentes a los territorios humanos*. León Startup.

- Castelan, J. (2022). *Casos de éxito de Big Data: el auge de los datos en las mejores empresas del mundo*. Obtenido de Crehana: <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/big-data-casos-de-exito/>
- CKAN. (2023). *Acerca de CKAN*. Obtenido de ckan.org: <https://demo.ckan.org/es/about>
- Comisión Europea. (2022). *Madurez de los Datos Abiertos*. Obtenido de data.europa.eu: <https://data.europa.eu/es/publications/open-data-maturity>
- Comisión Europea. (Diciembre de 2022). *Open Data Maturity Report 2022*. Obtenido de data.europa.eu: [https://data.europa.eu/sites/default/files/landscaping\\_insight\\_report\\_n8\\_2022.pdf](https://data.europa.eu/sites/default/files/landscaping_insight_report_n8_2022.pdf)
- Construction21. (29 de Mayo de 2018). *Smart, sustainable and economical lighting in Copenhagen*. Obtenido de [www.construction21.org](http://www.construction21.org): <https://www.construction21.org/infrastructure/h/smart-sustainable-and-economical-lighting-in-copenhagen.html>
- De Torres, A. (2020). *Qué es una smart city y ejemplos en España*. Obtenido de ESIC: <https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/smart-cities-espana>
- European Commission. (2023). *¿Qué son los datos abiertos?* Obtenido de data.europa.eu: <https://data.europa.eu/elearning/es/module1/#/id/co-01>
- Ferrovial. (2023). *¿Qué es una smart city?* Obtenido de [www.ferrovial.com](http://www.ferrovial.com): <https://www.ferrovial.com/es/recursos/smart-city/>
- García, M. (Abril de 2015). *NEW BUSINESSES AROUND OPEN DATA, SMART CITIES AND FIWARE*. Obtenido de data.europa.eu: [https://data.europa.eu/sites/default/files/report/2015\\_new\\_businesses\\_around\\_open\\_data\\_smart\\_cities\\_and\\_fiware.pdf](https://data.europa.eu/sites/default/files/report/2015_new_businesses_around_open_data_smart_cities_and_fiware.pdf)
- IBM. (2023). *¿Qué es el middleware?* Obtenido de [www.ibm.com](http://www.ibm.com): <https://www.ibm.com/es-es/topics/middleware>
- IBM. (2023). *¿Qué es una API REST?* Obtenido de [ibm.com](http://ibm.com): <https://www.ibm.com/es-es/topics/rest-apis>
- Iglesias, C. (2021). *El futuro de los datos abiertos*. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.
- Iniciativa Aporta. (Septiembre de 2014). *OPEN DATA COMO HERRAMIENTA PARA LAS SMART CITIES*. Obtenido de [datos.gob.es](http://datos.gob.es): [https://datos.gob.es/sites/default/files/infomeopendatasmartcities\\_0.pdf](https://datos.gob.es/sites/default/files/infomeopendatasmartcities_0.pdf)
- Iniciativa Aporta. (Febrero de 2015). *PLATAFORMAS DE PUBLICACIÓN DE DATOS ABIERTOS*. Obtenido de [datos.gob.es](http://datos.gob.es): <https://datos.gob.es/sites/default/files/informe-herramientas-publicacion.pdf>
- Iniciativa Aporta. (Diciembre de 2016). *Open Data como herramienta para las Smart Cities*. Obtenido de [datos.gob.es](http://datos.gob.es): [https://datos.gob.es/sites/default/files/doc/file/actualizacion\\_informe\\_opendata\\_smartcities\\_vf.pdf](https://datos.gob.es/sites/default/files/doc/file/actualizacion_informe_opendata_smartcities_vf.pdf)

- Iniciativa aporta. (31 de Enero de 2022). *APIs para el acceso a datos abiertos*. Obtenido de datos.gob.es: <https://datos.gob.es/es/blog/apis-para-el-acceso-datos-abiertos>
- Junta de Andalucía. (2023). *Primeros pasos - Tutoriales*. Obtenido de [www.juntadeandalucia.es](https://www.juntadeandalucia.es/datosabiertos/portal/): <https://www.juntadeandalucia.es/datosabiertos/portal/>
- La Asociación de Fabricantes y Distribuidores (AECOC). (7 de Junio de 2020). *Los impactos nocivos del transporte urbano en España suponen un coste económico del 2% sobre el PIB*. Obtenido de AECOC: <https://www.aecoc.es/noticias/los-impactos-nocivos-del-transporte-urbano-en-espana-suponen-un-coste-economico-del-2-sobre-el-pib/>
- Mendoza, I. (28 de Noviembre de 2022). *Qué son las 'smart cities': el ejemplo de las ciudades españolas que ya viven en el futuro*. Obtenido de [www.motorpasion.com](https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/que-smart-cities-ejemplo-ciudades-espanolas-que-viven-futuro): <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/que-smart-cities-ejemplo-ciudades-espanolas-que-viven-futuro>
- Oficina del dato y datos.gob.es. (12 de Junio de 2018). *¿Cuál es el nivel de madurez de los datos abiertos en España?* Obtenido de datos.gob.es: <https://datos.gob.es/es/noticia/cual-es-el-nivel-de-madurez-de-los-datos-abiertos-en-espana#:~:text=En%202010%2C%20Tim%20Berners%2DLee,reutilización%20de%20los%20datos%20publicados.>
- Oficina del Dato y datos.gob.es. (2023). *Acerca de la iniciativa Aporta*. Obtenido de datos.gob.es: <https://datos.gob.es/es/acerca-de-la-iniciativa-aporta>
- Oracle. (2023). *¿Qué es una base de datos?* Obtenido de [www.oracle.com](https://www.oracle.com/es/database/what-is-database/): <https://www.oracle.com/es/database/what-is-database/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). *Paz, dignidad e igualdad en un plante sano*. Obtenido de UN (United Nations) official website: <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2023). *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*. Obtenido de UN (United Nations) página web oficial: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- PowerData. (2023). *¿Qué es un Data Management system?* Obtenido de [powerdata.es](https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/bid/400407/qu-es-un-data-management-system): <https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/bid/400407/qu-es-un-data-management-system>
- Repsol. (2023). *¿Qué son las smart cities?: Las ciudades inteligentes son ya una realidad*. Obtenido de Repsol: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/smart-cities/index.cshtml#:~:text=Otras%20%3%A1reas%20estrat%3%A9gicas%20que%20la,brecha%20digital%20entre%20su%20poblaci%3%B3n.>
- Royo-Montañés, S., & Benítez-Gómez, A. (Diciembre de 2019). *Portales de datos abiertos. Metodología de análisis y aplicación a municipios españoles*. Obtenido de [revista.profesionaldelainformacion.com](https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/67655): <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/67655>

Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial. (2023). *Acerca de la iniciativa Aporta*. Obtenido de datos.gob.es: <https://datos.gob.es/es/acerca-de-la-iniciativa-aporta>

United Nations (UN) Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the Future of Cities*. ONU (Naciones Unidas).

Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., Sinha, S., Strube, G., . . . von der Tann, V. (2018). *Smart cities: Digital solutions for a more livable future*. McKinsey. Obtenido de Mckinsey.

## 12. ANEXO:

### 12.1 Código RStudio:

```
setwd(dirname(rstudioapi::getActiveDocumentContext()$path))
getwd()

install.packages("rlang")
install.packages("schoolmath")
install.packages("ggplot2")
install.packages("factoextra")
install.packages("dplyr")
install.packages("reshape2")
install.packages("cluster")
install.packages("lifecycle")
install.packages("usethis")
install.packages("devtools")
install.packages("psych")
install.packages("plyr")

library(rlang)
library(readxl)
library(ggplot2)
library(factoextra)
library(dplyr)
library(reshape2)
library(cluster)
library(lifecycle)
library(usethis)
library(devtools)
library(psych)
library(plyr)

datos <- read.csv("AccidentesBicicletas_2022_v2.csv", header = TRUE, sep = ";")

View(datos)
summary(datos)

sapply(datos, anyNA)

datos2 <- select(datos, c(2, 3, 9, 11, 12, 13, 15, 18))

View(datos2)

datos_num <- select(datos2, -c(1, 2))

datos_num2 <- datos_num[!(datos_num$estado_meteorologico=="NULL" |
datos_num$estado_meteorologico=="Se desconoce" | datos_num$ rango_edad=="Desconocido" |
datos_num$lesividad=="NULL" ) |
datos_num$tipo_persona=="NULL" | datos_num$ rango_edad=="NULL"
| datos_num$sexo=="NULL" | datos_num$positiva_alcohol=="NULL",]
```

```

nrow(datos_num)
nrow(datos_num2)

View(datos_num2)

datos_num3<-datos_num2

summary(datos_num3)

datos_num3$estado_meteorologico <- factor(datos_num3$estado_meteorologico, level = c
("Despejado", "Nublado", "Lluvia debil", "Lluvia intensa"), labels = c(1,2,3,4))
datos_num3$tipo_persona <- ifelse(datos_num3$tipo_persona=="Conductor",0,1)
datos_num3$ rango_edad <- factor(datos_num3$rango_edad, level = c ("Menor de 5 anos", "De
6 a 9 anos", "De 10 a 14 anos", "De 15 a 17 anos", "De 18 a 20 anos",
"De 21 a 24 anos", "De
25 a 29 anos", "De 30 a 34 anos", "De 35 a 39 anos", "De 40 a 44 anos",
"De 45 a 49 anos", "De
50 a 54 anos", "De 55 a 59 anos", "De 60 a 64 anos", "De 65 a 69 anos",
"De 70 a 74
anos", "MÁS de 74 anos"), labels = c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17))
datos_num3$sexo <- ifelse(datos_num3$sexo=="Hombre",0,1)
datos_num3$lesividad <- factor(datos_num3$lesividad, levels = c ("Sin asistencia
sanitaria", "Asistencia sanitaria solo en el lugar del accidente",
"Atencion en urgencias
sin posterior ingreso", "Asistencia sanitaria inmediata en centro
de salud o mutua",
"Asistencia sanitaria
ambulatoria con posterioridad",
"Ingreso inferior o
igual a 24 horas", "Ingreso superior a 24 horas", "Fallecido 24 horas"), labels =
c(1,2,3,4,5,6,7,8))
datos_num3$positiva_alcohol <- ifelse(datos_num3$positiva_alcohol=="N",0,1)
View(datos_num3)

sapply(datos_num3, anyNA)
datos_num3 <- datos_num3[!is.na(datos_num3$rango_edad),]
sapply(datos_num3, anyNA)

datos_num4<-datos_num3

datos_num4$estado_meteorologico<-as.numeric(datos_num4$estado_meteorologico)
datos_num4$tipo_persona<-as.numeric(datos_num4$tipo_persona)
datos_num4$rango_edad<-as.numeric(datos_num4$rango_edad)
datos_num4$sexo<-as.numeric(datos_num4$sexo)
datos_num4$lesividad<-as.numeric(datos_num4$lesividad)
datos_num4$positiva_alcohol<-as.numeric(datos_num4$positiva_alcohol)

corPlot(datos_num4, cex = 1.2, main = "Matriz de correlación")

datos2$fecha <- factor(datos2$fecha, level =
c("ene", "feb", "mar", "abr", "may", "jun", "jul", "ago", "sep", "oct", "nov", "dic"))

plot(datos2$fecha, main = "Número de accidentes por mes", xlab = "Mes", ylab = "Número
de Accidentes")

datos_num2$estado_meteorologico<-factor(datos_num2$estado_meteorologico, level =
c("Despejado", "Nublado", "Lluvia debil", "Lluvia intensa"))
plot(datos_num2$estado_meteorologico, main="Número de accidentes según el estado
meteorológico", xlab="Estado meteorológico", ylab="Número de accidentes")

datos3 <- datos2
datos3$estado_meteorologico <- datos3$estado_meteorologico

Dias_Lluvia <- subset(datos3, estado_meteorologico=="Lluvia debil")

nrow(Dias_Lluvia)
print(Dias_Lluvia)

Dias_Lluvia <- table(Dias_Lluvia$fecha)

print(Dias_Lluvia)

barplot(Dias_Lluvia, main = "Dias de lluvia por mes", xlab="Dias de lluvia", ylab="Mes",
ylim= c(0,20))

```