

02-034

### **ADAPTATION MEASURES FOR SMART CITY PROJECTS IN SPAIN FOR THE COVID-19 PANDEMIC AND THE NEW GLOBAL SOCIO-SANITARY SCENARIO**

Orejón-Sánchez, Rami David (1); Andrés-Díaz, José Ramón (1); Gago-Calderón, Alfonso (1)  
(1) Universidad de Málaga

The COVID-19 pandemic has had a major impact on the development and functioning of cities around the world and on people's daily lives, bringing with it significant challenges for future urban development plans. In Spain, in 2018 the government launched the National Plan for Smart Territories, which in turn was made up of the call for Smart Tourist Destinations and Smart Buildings. After evaluating various smart city initiatives, 33 entities and local groups, including city councils and county councils, were beneficiaries. This communication will detail the scope changes made in some of these projects during the period of drafting technical specifications and start of execution as a result of the outbreak of the COVID-19 health crisis, ruling out actions considered to have less impact on citizenship for solutions focused mainly on controlling the influx of people in public places. In addition, emerging technologies and applications are analyzed to prevent COVID-19 and reduce its impact on smart cities, such as network architecture security, data authentication and preservation, Internet of Things (IoT), ...

Keywords: Smart cities; COVID-19; National Plan; Crowd control.

### **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE CIUDAD INTELIGENTE EN ESPAÑA ANTE EL COVID-19 Y EL NUEVO ESCENARIO SOCIO-SANITARIO MUNDIAL**

La pandemia de COVID-19 ha tenido un gran impacto en el desarrollo y el funcionamiento de las ciudades de todo el mundo y en la vida cotidiana de las personas, trayendo consigo importantes desafíos para los futuros planes de desarrollo urbano. En España, en 2018 el gobierno puso en marcha el Plan Nacional de Territorios inteligentes, que a su vez estaba compuesto por la convocatoria de Destinos Turísticos Inteligentes y Edificios Inteligentes. Tras evaluarse diversas iniciativas de ciudades inteligentes, resultaron beneficiarias 33 entidades y agrupaciones locales entre las que se encuentran ayuntamientos y diputaciones o consells. En esta comunicación se detallarán los cambios de alcance realizados en algunos de estos proyectos durante el periodo de redacción de pliegos técnicos e inicio de la ejecución como consecuencia de la irrupción de la crisis sanitaria del COVID-19, descartando las actuaciones consideradas de menor impacto en la ciudadanía por soluciones centradas principalmente en el control de la afluencia de personas en lugares públicos. Además, se analizan las tecnologías y aplicaciones emergentes para prevenir el COVID-19 y reducir su impacto en las ciudades inteligentes tales como seguridad de la arquitectura de red, autenticación y preservación de datos, internet de las cosas (IoT), ...

Palabras clave: Ciudades inteligentes; COVID-19; Plan Nacional; Control de aforos.

Correspondencia: Rami David Orejón Sánchez. Correo: rami@uma.es



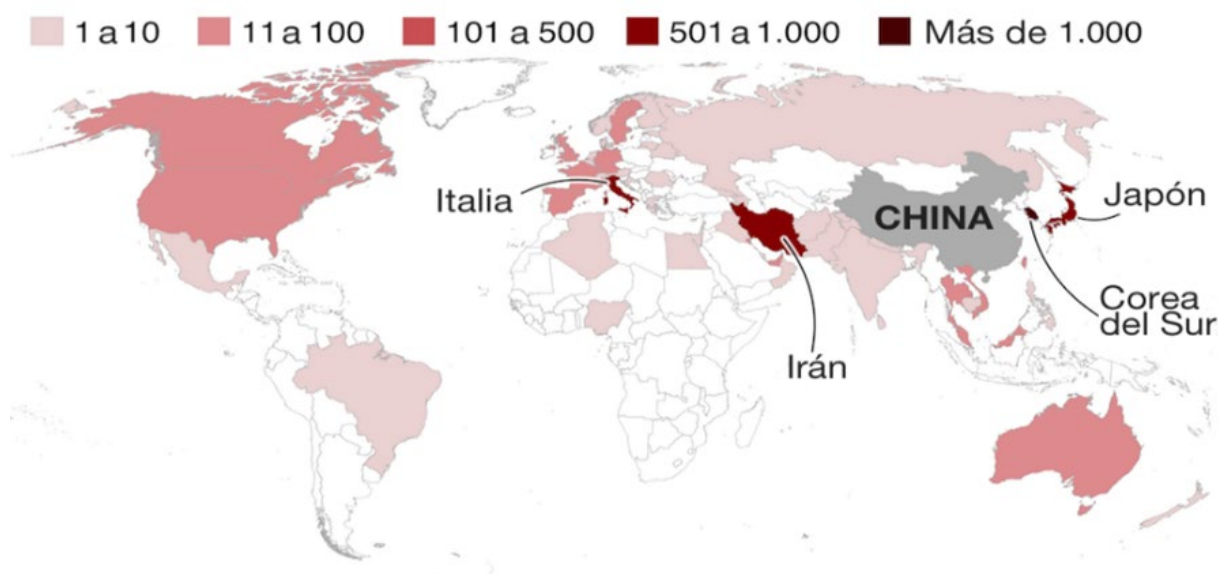
©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

El brote de la pandemia de COVID-19 (en adelante, pandemia o la COVID-19) ha tenido un gran impacto en el desarrollo y el funcionamiento de las ciudades de todo el mundo y en la vida cotidiana de las personas (Abreu, Tejeda & Guach, 2020).

Los primeros casos confirmados de COVID-19 se identificaron a fines de 2019 en Wuhan, megalópolis industrial situada en la provincia de Hubei, China. Desde entonces, se ha convertido en una pandemia mundial que se ha extendido rápidamente por todo el mundo (Lu et al. 2020). En las primeras fases de la pandemia las regiones más afectadas fueron Japón, Corea del Sur, Irán e Italia (ver Figura 1). Hasta el 10 de febrero de 2022, ha habido más de 400 millones de pacientes confirmados y más de 5,7 millones de muertes por COVID-19 (OMS, 2022). Mientras muchas partes del mundo continúan luchando con la crisis de COVID-19, los investigadores trabajan constantemente para comprender los patrones subyacentes de la pandemia y arrojar más luz sobre sus aspectos sin respuesta. Así lo demuestra el importante número de artículos científicos publicados sobre este tema. En este sentido, en los primeros nueve meses de pandemia, la búsqueda del término 'COVID-19' en la base de datos de Scopus arroja 43.071 artículos (Sharifi & Khavarian-Garmsir, 2020).

**Figura 1: casos de COVID-19 fuera de China en las primeras fases de pandemia (BBC, 2020)**



La prevención y el control de la pandemia requiere de una importante coordinación tanto política como de los servicios sanitarios o del uso de las nuevas tecnologías para su gestión y control (Ciotti, et al. 2020). En comparación con el estallido del virus SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Severo) hace 17 años, la iteración de tecnologías emergentes, especialmente el uso generalizado de dispositivos portátiles ha traído muchos cambios en la forma en que las ciudades se enfrentan a situaciones de crisis sanitarias y en los métodos de prevención y control utilizados. De hecho, esta última pandemia ha puesto en relieve el viejo debate sobre las posibles vulnerabilidades de las ciudades ante enfermedades infecciosas (Monasterio & Briceño, 2020; Cascón-Katchadourian, 2020).

El objetivo principal de la implantación de las ciudades inteligentes es mejorar la vida de sus residentes, una gestión urbana más eficiente y un sistema de gestión de información de la ciudad más integrado. Así, la UE define el concepto de ciudades inteligentes como la utilización de “soluciones escalables que aprovechan las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para aumentar la eficiencia, reducir los costos y mejorar la calidad de

*vida*" (UNEP, 2013). De este modo, la construcción de ciudades inteligentes incluye aspectos como la gobernanza, plataformas de gestión integradas, planificación urbana, proyección internacional, innovación en desarrollo *software*, movilidad, TICs, medioambiente, capital humano y cohesión social (Orejón-Sánchez et al. 2022).

Los proyectos de ciudades inteligentes se han posicionado como una herramienta eficaz para la prevención y el control de pandemias sin implementar una política de confinamiento estricta debido a las nuevas posibilidades de gestión urbana que ofrece: reducción de viajes, mejora del intercambio de información, etc. (Sonn & Lee, 2020). El uso de plataformas de ciudades inteligentes para la prevención de la expansión de enfermedades infecciosas, el uso de las TICs para obtener información empleando *Big Data* (geolocalización, rastreo y registro de contactos interpersonales a través de bluetooth, pagos con tarjetas de crédito, etc.) y la combinación de recursos médicos en la prevención y el control de epidemias ha despertado el interés de los legisladores y de la comunidad científica (Adhikari et al. 2020). En este sentido, la COVID-19 ha ofrecido una oportunidad sin precedentes para comprender cómo las ciudades pueden verse afectadas por circunstancias adversas y qué acciones se pueden poner en práctica para minimizar sus impactos y mejorar la resiliencia urbana.

En el inicio de este trabajo se analiza la influencia de las ciudades inteligentes en la prevención y el control de pandemias, considerando las diferentes fases de desarrollo de cada ciudad. El resto del documento se organiza con un segundo bloque que incluye una revisión detallada de la literatura existente, presentando las diferentes estrategias usadas y el impacto de la pandemia en países que se han considerado relevantes o significativos; la tercera parte presenta la estrategia adoptada en España, en particular en la ciudad de Málaga; y, la parte final, analiza las implicaciones políticas y la dirección futura de los proyectos de ciudades inteligentes en la prevención y el control de pandemias.

## **2. Revisión de la literatura**

En este artículo se pretende brindar una descripción general de las investigaciones sobre el COVID-19 relacionada con el desarrollo urbano y los proyectos existentes de implantación de programas de ciudades inteligentes, revisando la literatura científica publicada. A continuación, se presenta a grandes rasgos, la información recabada en los países donde ha sido especialmente relevante la trascendencia de los efectos causados por la pandemia, centrándonos en los continentes de Asia, América y Europa.

### **2.1 Asia**

#### **2.1.1 China**

China ha sido reconocido como el origen específico de la pandemia, y las características propias de este país son las más adecuadas para una expansión internacional muy rápida. Sin embargo, una serie de medidas muy severas de control poblacional permitió su recuperación de la primera ola o fase de la pandemia en menos de medio año y ha brindado antecedentes valiosos poder investigar la correlación entre la transmisión de la COVID-19 y factores socioeconómicos, demográficos, de gobernanza o geográficos (Han et al. 2022; Sharifi & Khavarian-Garmsir, 2020; Xu et al. 2022). Otra consideración importante en el contexto de este país es su problema de contaminación. Varios estudios han encontrado fuertes asociaciones entre la transmisión/mortalidad de COVID-19 y los altos niveles de contaminación del aire (Xu et al. 2020). Los impactos de las medidas de confinamiento en varios contaminantes como PM2.5, PM10, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> se han comparado en base a los niveles de concentración durante el período de confinamiento frente a los niveles de concentración previos. Los resultados muestran que, en la mayoría de los casos, las restricciones de viaje han reducido significativamente las concentraciones de NO<sub>2</sub> y CO, que son contaminantes directamente asociados con el sector del transporte (Correa, 1994; De Nevers, 1998). En general, aunque se han observado reducciones importantes de

contaminantes en algunas ciudades chinas, la evidencia muestra que las reducciones en la concentración de PM son menos significativas (Bao y Zhang, 2020; Menut et al. 2020). Esto se explica por el hecho de que, en algunos contextos, las fuentes ajenas al transporte como la calefacción residencial, las industrias alimentarias y la quema de biomasa, son los principales contribuyentes a las concentraciones de aerosoles (Menut et al., 2020). Esto demuestra que las medidas políticas para reducir la contaminación relacionada con el tráfico en China no son suficientes para abordar los problemas de calidad del aire, siendo necesario considerar otros sectores (Nichol et al. 2020).

Yang, S., & Chong, Z. (2021) tras investigar cuantitativamente el impacto del desarrollo de ciudades inteligentes en la prevención y el control del COVID-19, en función de los datos de casos confirmados y la inversión en proyectos de ciudades inteligentes en ciudades de China, concluyen que los avances en este área han contribuido en China significativamente a la prevención y el control de la pandemia. Por cada aumento de 1 millón de yuanes (140.000 €) en la inversión en ciudades inteligentes y el número de casos confirmados de COVID-19 por cada 10.000 personas se ha estimado que ha disminuido en un 0,342%.

Dentro de las medidas innovadoras utilizadas en este país se puede destacar el empleo del *Big Data* y la Inteligencia Artificial (IA) para combatir la propagación de la infección y el seguimiento de las personas a través de herramientas como los mapas de migración, que utilizan las conexiones a la red de telefonía de los smartphones y las aplicaciones de pago móvil y redes sociales para recopilar datos en tiempo real sobre la ubicación de las personas. Esto permitió que las autoridades chinas pudiesen rastrear el movimiento de las personas que habían visitado Wuhan, el epicentro de la pandemia. Con estos datos, se desarrollaron modelos de aprendizaje automático para pronosticar la dinámica de transmisión regional del virus y guiar los controles y vigilancia fronterizos (Zixin et al, 2020; Wu, Leung & Leung, 2020). China también está utilizando cámaras de vigilancia impulsadas por IA y cámaras montadas en drones para monitorear y restringir la reunión de personas en público (Liu, 2020).

### **2.1.2 Corea del Sur**

El modelo de Corea del Sur se ha presentado como muy efectivo en la gestión general de la pandemia por tres motivos. En primer lugar, se encontraba en una situación similar a la del resto del mundo en cuanto a las dificultades con un comienzo rápido y, a diferencia de Taiwán, tenía una cantidad relativamente limitada de información sobre Wuhan (Kim, 2020). En segundo lugar, demostró que se puede controlar un gran brote, como el de febrero de 2020 mediante pruebas exhaustivas y un elevado compromiso social. En tercer lugar, su gobierno fue de los primeros en imponer restricciones estrictas a la libertad de movilidad de sus ciudadanos (Alonso, 2020). Las escuelas y universidades se pasaron rápidamente a la enseñanza en línea y se prohibieron las reuniones sociales. Sin embargo, la mayoría de las empresas, incluidas las salas de cine, funcionaban con normalidad, un factor que llevó al Fondo Monetario Internacional (2020) a pronosticar que la economía de Corea del Sur sería una de las menos afectada entre las grandes economías mundiales (Sonn & Lee, 2020).

En Corea del Sur, las tres tecnologías que adquirieron un mayor protagonismo en el control de la pandemia fueron los pagos con tarjeta de crédito o débito, el uso de teléfonos móviles y la video vigilancia. Aunque antes de la pandemia el pago en efectivo ya era inferior al 4% (MOETI, 2016), durante la pandemia paso a ser casi nulo (Sonn & Lee, 2020). Realizar un seguimiento de las transacciones en combinación con los datos ofrecidos por las redes móviles permitió tener una visión detallada de la movilidad ciudadana. Además, ya en 2014 las ciudades coreanas tenían instaladas 9,5 millones de cámaras de video vigilancia (sin considerar las cámaras privadas en negocios o residencias de personas) lo que representa una cámara por cada 5,4 personas, y que cada persona sea grabada una media de 83,1 veces al día (Sonn & Lee, 2020). Todo ello sin contar con que el 80% de los vehículos en circulación incluyen cámaras (en Corea hay más de 19 millones de coches). Esto nos lleva a considerar Corea del Sur como uno de los países con mayor implantación tecnológica del

mundo (Sonn & Lee, 2020; Kim, 2020). Al combinar la información procedente de las cámaras de CCTV instaladas en toda la ciudad (y el uso de programas de reconocimiento facial), los datos GPS de los terminales móviles y vehículos y la información de las tarjetas de crédito; las autoridades coreanas consiguieron identificar las rutas tomadas por pacientes que estaban infectados con COVID-19 o que habían estado en contacto estrecho con un enfermo en menos de 10 minutos (Halegoua, 2020; Park & Chung, 2020; Sonn et al., 2020). Sin estas tecnologías, el seguimiento debía realizarse manualmente, lo que demoraba la duración de cada tarea hasta aproximadamente un día (Park & Chung, 2020). Los surcoreanos recibían alertas de emergencia por mensaje de texto sobre nuevos casos de COVID-19 en su región, y las personas que podrían haber estado en contacto con personas infectadas recibían instrucciones de aislarse, descargar e instalar en sus teléfonos una aplicación de seguimiento y presentarse en los centros de pruebas COVID-19 más cercanos (Whitelaw et al 2020).

Atendiendo a las consideraciones legales, en Corea del Sur las leyes estipulan que, tras declararse un estado de pandemia, el centro de control y prevención de enfermedades puede requerir toda la información detallada anteriormente a las fuentes policiales (Sonn & Lee, 2020; Aranha Rossi et al. 2022). Esto permite al país brindar una respuesta coordinada y eficaz a la pandemia gracias al uso de las tecnologías. Este tipo de estrategias, pese a que han demostrado una elevada eficacia, choca con las políticas de privacidad y protección de datos personales de la mayoría de los países occidentales.

## 2.2 América, Estados Unidos

El país norteamericano junto con Brasil ha sido uno de los más golpeados por la pandemia a nivel mundial (Chowell & Mizumoto, 2020). A diferencia de los países asiáticos mencionados anteriormente, la política de privacidad del país no le permite llevar a cabo acciones unilaterales en materia de confinamiento o seguimiento de las personas, a esto debemos sumarle que cada Estado tiene una jurisdicción propia (sistema federal donde la competencia legislativa se halla repartida entre el poder central y los Estados) (De Miguel Asensio, 2006).

Otra de las causas que llevó a no emplear medidas de confinamiento estricto es su hegemonía como referente del sistema capitalista, anteponiendo la economía a otros aspectos (Gambina, 2002; Katz, 2020; Izquierdo, 2008). Los resultados de estas medidas, comparado con Corea del Sur que ha tenido solo 0,5 muertes por COVID-19 por cada 100.000 hasta el inicio del año 2022, son que los EE.UU., con tres veces más camas en la unidad de cuidados intensivos por cada 100.000 personas y clasificado como el país mejor preparado para afrontar una pandemia antes del COVID-19, había sufrido, hasta ese momento, diez veces más muertes per cápita (Halpern & Tan, 2020; Johns Hopkins University, 2022; Whitelaw et al 2020).

Lo anterior no ensombrece, sin embargo, los importantes avances en el empleo de las tecnologías desarrolladas en esta pandemia para su control. Prueba de ello es el desarrollo de las principales vacunas (Acosta, 2022), que lidera las solicitudes de patentes relacionadas con la pandemia (38 solicitudes y 8 concesiones a noviembre de 2020) (Díaz Pérez, 2021; Acosta, 2022) o el importante desarrollo de la telemedicina (Kichloo et al., 2020). Además, la necesidad de realizar un seguimiento de la COVID-19 ha impulsado el desarrollo de los paneles de datos o *dashboards* que muestran visualmente la carga de la enfermedad. Por ejemplo, uno de los referentes mundiales es el panel de control del coronavirus de la Universidad Johns Hopkins, que proporciona imágenes actualizadas de los casos y muertes de COVID-19 en todo el mundo (Johns Hopkins University, 2022). Por otra parte, se están utilizando termómetros digitales para recopilar datos en tiempo real sobre grupos de enfermedades febriles, y un estudio nacional está capturando la frecuencia cardíaca en reposo con una aplicación para relojes inteligentes, que podría identificar brotes emergentes de COVID-19. Es de reseñar que todos estos avances e iniciativas son impulsadas por empresas, universidades o grupos de investigación y no están integradas en la política gubernamental de investigación del país (Topol, 2020; Whitelaw et al 2020). Así, la falta de

una iniciativa sólida a nivel nacional (área de gobernanza inteligente) ha restado capacidad de éxito a algunos de estos desarrollos al limitarse el calado de las mismas. En este sentido, investigadores de la Universidad de Oxford (Reino Unido), han sugerido que al menos el 60% de la población de un país necesitaría usar una aplicación de rastreo de contactos para que esta sea una estrategia de mitigación efectiva (Universidad de Oxford, 2020).

### **2.3 Europa, Reino Unido (R.U.)**

Antes de que la pandemia de Covid-19 llegara al Reino Unido, el impulso del Servicio Nacional de Salud para hacer un mejor uso de la tecnología digital ya había comenzado a ocupar un lugar central en su política de desarrollo y mejora continua. La visión del gobierno del país, desde 2018, para aumentar la integración de la tecnología digital, los datos y la atención social y de la salud ya había ocupado un claro enfoque nacional y estratégico (Hutchings, 2020).

Durante los últimos años su capital, Londres, se ha erigido como la ciudad más inteligente del mundo según el índice IESE *Cities in Motion* tanto en 2019 como en 2020 (Ricart et al. 2019, 2020). Tal consideración se debe a su gran proyección internacional, capital humano, sistema de transporte integrado y eficiente, desarrollo tecnológico y solidez económica (Potter et al. 2015). La capital británica es considerada líder mundial en política de datos abiertos tras el desarrollo y puesta en funcionamiento de la primera plataforma de esta naturaleza que proporcionó acceso a una importante cantidad de información pública para su uso en el desarrollo de aplicaciones innovadoras (Coleman & Goldstein, 2013; Olleros & Zhegu, 2016).

Pese a todo lo anterior, el Reino Unido ha sido uno de los países más afectados de Europa por la pandemia. En términos generales solo le ha superado por Bélgica en muertes per cápita (Johns Hopkins University, 2022). Abundan las comparaciones con otros países como Alemania, donde la tasa de mortalidad es muy inferior, pues ya desde el comienzo de la pandemia había una política de pruebas y de seguimiento de contactos generalizada y donde la capacidad hospitalaria y de cuidados intensivos era mucho mayor: en abril del 2020, había en Alemania casi 30 camas de UCI por cien mil habitantes frente a 6 en el R.U. (Drinot, 2021).

En términos de uso de las TICs y las infraestructuras de la ciudad para combatir la pandemia, una de las primeras medidas adoptadas en este país fue un uso de un triaje más eficiente y el uso de citas remotas en atención primaria y secundaria. Desde marzo de 2020 los consultorios generales han cambiado a un sistema de "traje total": el 99% de los consultorios médicos utilizan plataformas de consulta remota para clasificar a los pacientes antes de ofrecerles una cita de acuerdo con sus necesidades particulares (NHS England, 2020; British Medical Association, 2020). Por otra parte, el Reino Unido lidera el desarrollo de aplicaciones móviles con el objetivo de ayudar a combatir la pandemia. Swathikan et al (2020) llevaron a cabo un estudio observacional de aplicaciones de salud móvil del Reino Unido para COVID-19. Realizaron una búsqueda en los principales *markets*: App Store (Apple) y Google Play (Google) el 16 de abril de 2020 con los términos de búsqueda "coronavirus", "COVID 19", "COVID-19" y "novel coronavirus" e identificaron 82 aplicaciones de 35 países diferentes. De estas 82 aplicaciones, 32 estaban dentro del rango geográfico del Reino Unido (el 39%).

### **3. Medidas de adaptación de los proyectos de ciudad inteligente en España**

En España se adoptó una estrategia similar a la de otros países europeos obteniendo índices de mortalidad muy elevados, superando los 50 casos por cada 100.000 habitantes al igual que otros países muy afectados como Bélgica o el R.U. (Mazzucchelli et al. 2020).

En cuanto al uso de las infraestructuras de ciudad inteligente, destacan la web y la aplicación móvil "Asistencia Covid-19" realizada a iniciativa del Ministerio de Sanidad. Esta se inspiró en la de Corea del Sur "*Self-quarantine safety protection*" (Cascón-Katchadourian, 2020) y tiene como objetivo aliviar las llamadas al número de emergencias 112. En el marco de las herramientas SIG, en España ha destacado el proyecto *DataCOVID* (Márquez-Carrasco &

Ortega-Ramírez, 2020; Gobierno de España, 2020). Con técnicas de *Big Data*, este proyecto analiza grandes cantidades de información para ayudar a la toma de decisiones basadas en los datos proporcionados por el posicionamiento de los dispositivos móviles, anónimos y agregados proporcionados por los operadores. El objetivo de este estudio era conocer los efectos en la movilidad del confinamiento y distanciamiento social, detectar áreas de aglomeración o alta afluencia, o posibles zonas con menos recursos sanitarios en relación a la población existente (Márquez-Carrasco & Iglesias-Márquez, 2021). Considerando la política de protección de datos española, una de las más exigentes y restrictivas del mundo (Ávalos-Giménez & Fernández-García, 2020; Candas, Menéndez & Álvarez, 2018), la iniciativa *DataCOVID* se ubica en el límite de lo admisible por la legislación española (Aguirre, 2018).

La Comisión Europea publicó el 12 de junio de 2020 los resultados del índice de Economía y Sociedad Digital. Este índice muestra el grado de competitividad de los 28 Estados miembros en lo relativo a la economía y sociedad digital. Combina y sintetiza los valores de hasta 37 indicadores relacionados con 5 dimensiones: conectividad, capital humano, uso de servicios de internet, integración de la tecnología digital y servicios públicos digitales. En 2020, España ocupó el puesto undécimo de los veintiocho Estados miembros de la UE. En este contexto, en julio de 2020, el Gobierno de España lanzó el Plan España Digital 2025 que contemplaba la puesta en marcha, durante los siguientes dos años, de un conjunto de reformas estructurales que movilizarían un importante volumen de inversión pública y privada, en torno a 70.000 M€, con el objetivo de actuar como palanca de recuperación y crecimiento económico y cohesión social para paliar las consecuencias de la pandemia. Esto se plantea impulsando la conectividad digital, el despliegue de la tecnología 5G, el refuerzo de las competencias digitales de los trabajadores, el fortalecimiento de la ciberseguridad, la digitalización de las administraciones públicas y del modelo productivo, el aumento de la producción audiovisual, el aprovechamiento de la IA y el *Big Data*, la garantía de los derechos de los ciudadanos y la aceleración de la digitalización de las empresas (Barbolla, 2020).

### **3.1. Plan Nacional de Territorios Inteligentes**

El Gobierno de España puso en marcha el Plan Nacional de Territorios inteligentes (PNTI), en diciembre de 2017 para la consolidación de la industria nacional e internacionalizar los productos y servicios que se generan. Esta estrategia daba continuidad al anterior Plan Nacional de Ciudades Inteligentes (Cañadas, 2018). El PNTI, a su vez está compuesto por la convocatoria de Destinos Turísticos Inteligentes (DTI) y un piloto de Edificios Inteligentes (EI).

Tras evaluarse diversas iniciativas de ciudades inteligentes, resultaron beneficiarias un total de 33 entidades locales (Red.es, 2018). De estas iniciativas seleccionadas, a la última convocatoria de EI le correspondían un total de ocho 8 de diferentes ciudades, que implicaban una inversión de 32.066.000 euros. De ellos, Red.es aportó el 68,67% gracias a la cofinanciación del FEDER a través del Programa Operativo Plurirregional de España (POPE) (Red.es, 2018; BOE, 2017a, 2017b). El POPE posiciona a España como un país destacado en el desarrollo de ciudades inteligentes (Hernández et al. 2021). Durante el periodo de licitación, en la fase de la redacción de los pliegos técnicos de la convocatoria de EI, irrumpió la pandemia. Ante esto, algunas de las Entidades Locales decidieron cambiar el alcance de varias de sus actuaciones para adaptarlas al nuevo escenario socio-sanitario mundial.

### **3.2. CENTESIMAL. Fase de concepción y planificación del proyecto.**

De los 8 proyectos que conforman la convocatoria, esta investigación se centra en la iniciativa CentESiMal (*Centenas de sensores y edificios Inteligentes de Málaga*). Proyecto ideado con un presupuesto de 4.961.000,00 €; Impuestos y gastos indirectos incluidos con una financiación de un 20% aportado por el Ayuntamiento de Málaga y el 80% restante aportado por la empresa gubernamental Red.es (procedentes de fondos FEDER) (Red.es, 2021a). La iniciativa fue planteada en 2018 por el Ayuntamiento de Málaga y desarrollada por Red.es en colaboración con la empresa Oesía Networks, encargada de colaborar en la redacción de los

Pliegos técnicos (Gobierno de España, 2019) y con COTESA, implicada en la realización el proyecto de replanteo y caracterización de edificios (Gobierno de España, 2021). Para la ejecución del proyecto, deberá coordinarse la empresa adjudicataria con el Ayuntamiento de Málaga y con Red.es. El objetivo prioritario de la iniciativa es mejorar la eficiencia energética, monitorizar los niveles de contaminación urbana, control y supervisión de ocupación de recintos y conocer la salud estructural de 218 edificios municipales.

La selección de los edificios participantes atendió a los siguientes criterios (Red.es, 2021a):

- Participación variada y equilibrada de edificios tanto públicos como privados.
- Edificios y casos de uso debían tener relación con los diferentes actores de la ciudad.
- Tipologías de edificios y casos de uso que aporten nuevos servicios al ciudadano para cada uno de los 6 ámbitos definidos en la guía ONTSI (ONSI & Red.es, 2015).
- Los edificios debían abarcar espacios urbanos emblemáticos, integrar entornos característicos, y evitan dejar sin cobertura zonas periféricas.
- A partir del Plan General de Ordenación Urbana vigente de la ciudad de Málaga (PGOUM), se pretendía logra dar una cobertura a 23 de las 27 tipologías de edificación
- Se pretendía construir una red de comunicaciones para patrones *IoT*, por tanto, adecuada para la monitorización y telegestión de una gran densidad de dispositivos de campo muy distribuidos, y para uso de los diferentes servicios públicos.

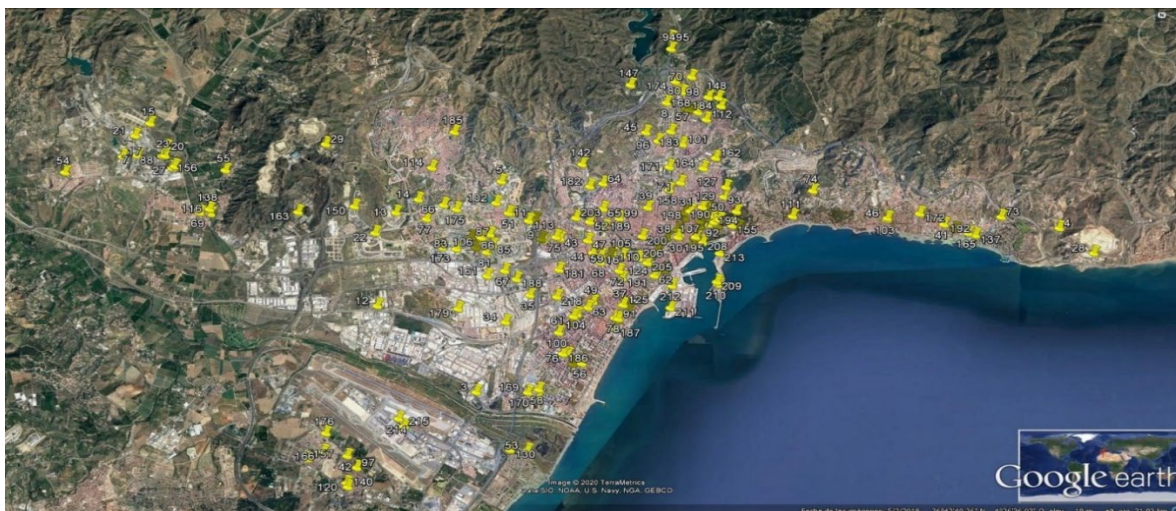
La Figura 2 presenta la ubicación de los 218 edificios seleccionados sobre el mapa de la ciudad de Málaga. Las características de estos edificios se detallan en la caracterización de edificios (Red.es, 2021a; BOE, 2021). En cuanto a las actuaciones, la Figura 3 se muestra el planteamiento inicial de la iniciativa CENTESIMAL (Red.es, 2021a). Por otra parte, en la Figura 4 se han representado las actuaciones de las 8 iniciativas de la convocatoria de EI, destacando en color rojo aquellas presentes en el proyecto en valoración.

Si desagregamos las diferentes áreas de una ciudad inteligente en componentes, podemos asignar a cada uno de estos componentes un peso específico o contribución al proyecto. Tras analizar las ocho iniciativas (Red.es, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h), se han identificado un total de 39 componentes predominantes, que se resumen a continuación para cada una de las áreas de una ciudad inteligente:

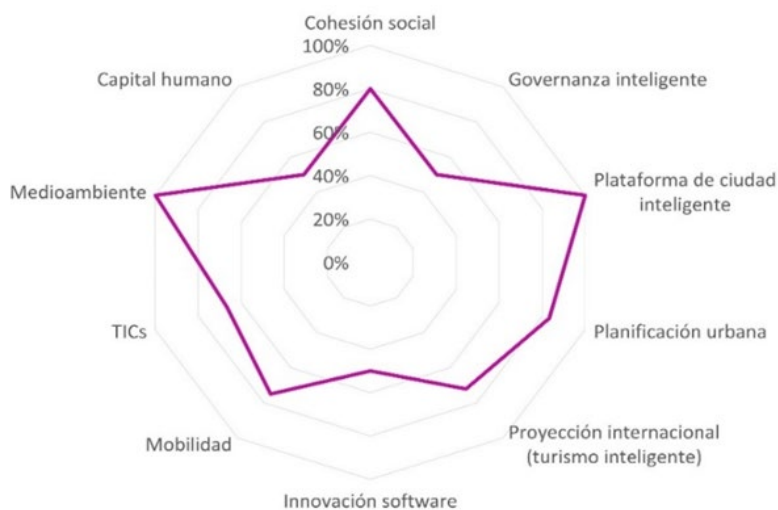
- **Cohesión social:** Centros de control, mejora de la accesibilidad, puntos de emergencia inteligentes, *chatbots* y herramientas de encuestas de opinión.
- **Gobernanza inteligente:** Servicios de consultoría especializada y datos abiertos.
- **Plataformas inteligentes:** Plataformas de ciudad inteligente y *dashboards*
- **Planificación urbana:** *Tracking* de personas a partir de datos de terceros, empleo de técnicas *Big Data*, sistemas de conteo de personas, sistemas de video vigilancia, sistemas de detección de incendios, sistemas de Información Geográfica (SIG).
- **Proyección internacional:** Sistemas digitales de información turística, contenidos digitales, realidad virtual y aumentada y planificador turístico.
- **Innovación software:** Aplicaciones móviles y portales web.
- **Movilidad:** Movilidad eléctrica, *smart taxi/bus*, *smart parking* y gestión de tráfico.
- **TICs:** Sistemas de gestión de red, *beacons*, equipamiento hardware, pantallas interactivas inteligentes y digitalización de edificios públicos
- **Medioambiente:** Sensores medioambientales y meteorológicos, boyas marinas inteligentes, eficiencia energética en edificios, gestión inteligente de residuos, riego inteligente e iluminación inteligente.
- **Capital humano:** Eventos de ciudad inteligente (congresos, ferias, etc.), *Customer Relationship Management* (CRM), sistemas de participación ciudadana ...

**Figura 2: Ubicación 218 edificios proyecto CENTESIMAL (PNTI), ciudad de Málaga.**





**Figura 3: Actuaciones del proyecto CENTESIMAL (PNTI) en las 10 áreas de una ciudad inteligente (Red.es, 2021a).**



### 3.3. Proyecto CENTESIMAL (PNTI). Fase de desarrollo y ejecución del proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto, que duró algo más de dos años (anuncio de la licitación: 20/10/2021), irrumpió la actual pandemia. Circunstancia que, pese a no haber frenado los proyectos en marcha, sí alteró el alcance de varias de las iniciativas. A continuación, se presentan las actuaciones que finalmente se van a implementar en el proyecto de CENTESIMAL, detalladas en las Tablas 1 y 2. Estas se han dividido en instalación de *hardware* y *software*, así como los servicios profesionales necesarios asociados al suministro, que abarcan infraestructuras, casos de uso y sistemas interrelacionados que deberán integrarse proporcionando información tanto estratégica como operativa al ayuntamiento. Se definen un total de 22 casos de uso, 24 sistemas y 4 infraestructuras (BOE, 2021).

En la Figura 4 se visualizan las actuaciones previstas en la fase de concepción y planificación del proyecto, y se comparan las actuaciones con las resumidas en la Tabla 1, que relaciona los casos de uso y sistemas que finalmente se implantarán durante la ejecución; se comprueba como actuaciones como las boyas, taxi o bicicletas inteligentes desaparecen. Por otra parte, actuaciones como las resaltadas en color azul en las Tablas 1 y 2, se han visto incrementadas considerablemente ya que son actuaciones directamente relacionadas o que aportan una herramienta adicional a la ciudad para combatir el COVID-19.

**Figura 4: Influencia de las actuaciones planteadas, proyecto CENTESIMAL (Red.es, 2021<sup>a</sup>).**

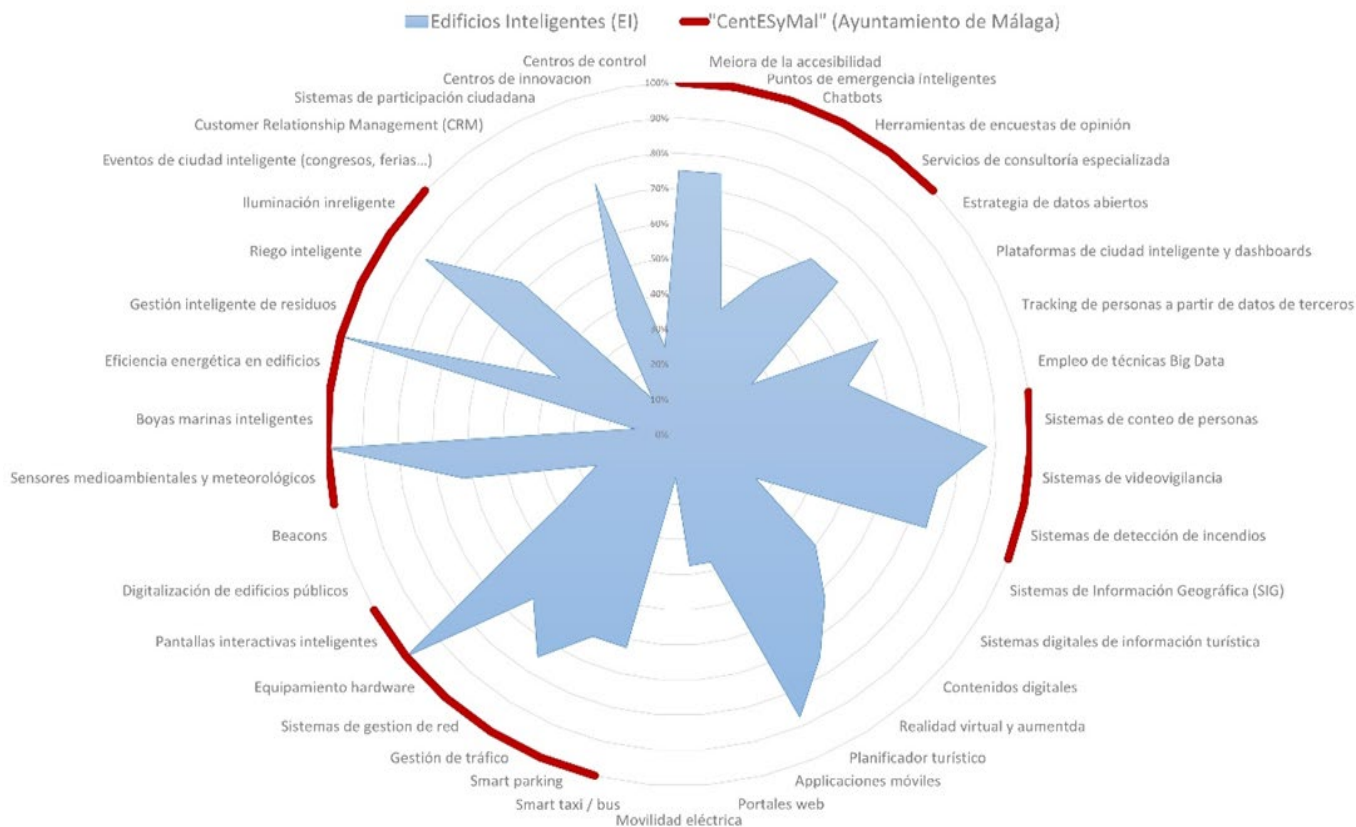


Tabla 1: Casos de uso y sistemas que se implantarán durante la ejecución del proyecto CENTESIMAL.

| Casos de Uso   | Sistemas                                      |
|--|---|
| <b>Caso de Uso 1:</b> Monitorización del ciclo integral del agua de la ciudad                            | Sistemas 11, 12 y 13                          |
| <b>Caso de Uso 2:</b> Localización de puntos de recarga de vehículos eléctricos y plazas de aparcamiento | Sistemas 3 y 18                               |
| <b>Caso de Uso 3:</b> Monitorización de vehículos en terminales  | Sistema 4                                     |
| <b>Caso de Uso 4:</b> Regulación del tráfico en torno a grandes eventos                                  | Sistemas 4, 19, 20, 21 y 22                   |
| <b>Caso de Uso 5:</b> Información de horarios de transporte público                                      | Sin sistemas asociados.                       |
| <b>Caso de Uso 6:</b> Reducción del consumo eléctrico en edificios                                       | Sistema 5                                     |
| <b>Caso de Uso 7:</b> Telegestión del alumbrado público  | Sistema 6                                     |
| <b>Caso de Uso 8:</b> Tratamiento de datos climáticos y de calidad del aire                              | Sistemas 7 y 18                               |
| <b>Caso de Uso 9:</b> Vigilancia de calidad del aire y confort en edificios                              | Sistemas 18 y 23                              |
| <b>Caso de Uso 10:</b> Control de contaminación acústica y CEM   | Sistemas 8 y 9                                |
| <b>Caso de Uso 11:</b> Telegestión de residuos   | Sistema 10                                    |
| <b>Caso de Uso 12:</b> Atención primaria mediante desfibriladores  | Sistemas 1 y 2                                |
| <b>Caso de Uso 13:</b> Análisis de consultas web y mensajes RRSS   | Sin sistemas asociados.                       |
| <b>Caso de Uso 14:</b> Conservación de la integridad estructural de edificios                            | Sistemas 14, 15, 16 y 17                      |
| <b>Caso de Uso 15:</b> Satisfacción ciudadana  | Sin sistemas asociados                        |
| <b>Caso de Uso 16:</b> Interoperabilidad con edificios inteligentes                                      | Sin sistemas asociados                        |
| <b>Caso de Uso 17:</b> Flujo de transeúntes en zonas peatonales  | Sistema 19                                    |
| <b>Caso de Uso 18:</b> Localización en interiores mediante tecnologías IPS                               | Sistemas 20 y 21                              |
| <b>Caso de Uso 19:</b> Control de aforos   | Sistema 22                                    |
| <b>Caso de Uso 20:</b> Detección de incendios forestales   | Sistema 24                                    |
| <b>Caso de Uso 21:</b> Seguridad   | Casos de uso 1, 3, 5, 10, 13, 14, 17, 18 y 19 |

Tabla 2: Sistemas e infraestructuras *hardware* que se implantarán durante la ejecución del proyecto CENTESIMAL.

| Descripción   | Medición   |
|---|------------|
| Sistema 1: "Botón de infarto"                                     | 31         |
| Sistema 2: Desfibriladores DESA                                   | 31         |
| Sistema 3: Detección de plazas de vehículos                       | 87         |
| <b>Sistema 4: Control de accesos y movilidad</b>                  | <b>14</b>  |
| Sistema 5: Eficiencia y control energético de edificios           | 142        |
| Sistema 6: Telegestión de luminarias                              | 9          |
| Sistema 7: Estaciones meteorológicas                              | 28         |
| Sistema 8: Detección de ruido                                     | 20         |
| Sistema 9: Medición electromagnética                              | 15         |
| Sistema 10: Control de llenado de contenedores                    | 23         |
| Sistema 11: Riego inteligente                                     | 29         |
| Sistema 12: Monitorización de consumo y presión del agua          | 91         |
| Sistema 13: Evaluación de la calidad del agua                     | 91         |
| Sistema 14: Detección temprana de terremotos                      | 6          |
| Sistema 15: Salud estructural de edificios                        | 15         |
| Sistema 16: Detección de xilófagos y hongos                       | 3          |
| Sistema 17: Detección de inundación                               | 30         |
| Sistema 18: Evaluación de la calidad del aire (exterior)          | 88         |
| <b>Sistema 18: Evaluación de la calidad del aire (interior)</b>   | <b>93</b>  |
| <b>Sistema 19: Control de afluencia en zonas peatonales</b>       | <b>64</b>  |
| <b>Sistema 20: Conteo de personas con dispositivos móviles</b>    | <b>57</b>  |
| <b>Sistema 21: Posicionamiento interior</b>                       | <b>65</b>  |
| <b>Sistema 22: Conteo de personas entrada-salida de edificios</b> | <b>177</b> |
| Sistema 23: Confort interior                                      | 34         |
| Sistema 24: Detección de incendios                                | 4          |
| Infraestructura 1: Armarios ( <i>Racks</i> )                      | 75         |
| Infraestructura 2: Puestos de operador                            | 3          |
| Infraestructura 3: Puntos interactivos inteligentes tipo tótem    | 5          |
| Infraestructura 4: Paneles informativos                           | 13         |

En el caso de la ciudad de Málaga, la apuesta se centra en el control y la monitorización de la afluencia de personas en lugares de pública concurrencia. Los sistemas 4, 18, 19, 20, 21 y 22, de acuerdo con la Tabla 2, representan en torno al 35% del total de dispositivos instalados. A continuación, se presentan de manera resumida los casos de uso relevantes para el control de pandemias:

- **Caso de uso 13: Análisis de consultas web y mensajes en RR.SS.** Análisis *Big Data* a partir de la información de webs, operadores de telefonía y RR.SS. con el objetivo de ofrecer una herramienta para el conocimiento del segmento de población.
- **Caso de Uso 17: flujo de transeúntes en zonas peatonales.** Recuento de transeúntes, registro y visualización de la velocidad de paso de los transeúntes en zonas peatonales y en puntos de interés del municipio.
- **Caso de Uso 18: Localización en interiores mediante tecnologías IPS.** Control de la ocupación en el interior de edificios con fines comerciales y de seguridad, aportando información de ocupación instantánea, patrones de ocupación, espacios más frecuentados, rutas de mayor tránsito, cuellos de botella, servicios sobrecargados o en desuso, dónde se detienen un mayor tiempo, etc.

- **Caso de Uso 19: Control de aforo.** Control de la ocupación de edificios, aportando información de ocupación instantánea, patrones de ocupación y tendencias.
- **Caso de Uso 21: Seguridad.** Permite al Ayuntamiento de Málaga reaccionar con prontitud ante una situación de emergencia en el paseo marítimo, la zona de atraque de cruceros o el centro histórico de la ciudad de Málaga. No tiene por objetivo impedir el suceso, sino que asumiendo que haya tenido lugar, se pueda minimizar el desconcierto general de la población en los instantes que siguen al hecho perpetrado.

De forma paralela a la ejecución del proyecto CENTESIMAL, desde el Ayuntamiento de Málaga también con la colaboración de Red.es, se han impulsado otras iniciativas orientadas a monitorizar la afluencia de personas en espacios públicos (Red.es, 2019). La empresa Telefónica S.A., dentro del marco del proyecto Pilotos 5G Andalucía -proyecto incluido en el marco del Plan España Digital 2025-, ya ha ejecutado con éxito 8 de los 23 casos de uso que trabajan en explorar e identificar aplicaciones de la tecnología 5G en entorno de esta ciudad. 5 han sido desarrollados junto con la Policía Local de la capital de la costa del sol y 3 con la Universidad de Málaga (Europa Press, 2022). La iniciativa cuenta con un presupuesto de 25,4 millones de €, de los que 6,3 millones están cofinanciados por la agencia gubernamental española Red.es a cargo de fondos comunitarios FEDER (Universidad de Málaga, 2019).

La adaptación al cambio que ha demostrado la ciudad de Málaga, y su participación en múltiples proyectos de innovación y de ciudad inteligente como eCityMálaga (ESMARCITY, 2021) o Distrito Zeta (Luque, 2021), ha despertado el interés de inversores extranjeros y ha atraído la mirada internacional. Buena prueba de ello es que sea considerada por Forbes una de las diez mejores ciudades del mundo (Sanchez, 2021) o su nombramiento como Capital Europea de Turismo Inteligente por la Comisión Europea (de la Cierva, 2021).

#### 4. Discusión

Los resultados muestran que, en términos generales, el impacto de la pandemia en las ciudades se relaciona principalmente con cuatro áreas principales: calidad del aire, impactos socioeconómicos, gobernanza, y movilidad. El predominio de estos temas o áreas se obtiene a partir de los resultados del análisis de coocurrencia de términos (palabras clave) obtenidos desde *VOSviewer*, herramienta de software para la minería de textos y el análisis bibliométrico de artículos científicos (Sharifi & Khavarian-Garmsir, 2020).

En general, el conocimiento existente muestra que la crisis de COVID-19 ha supuesto un punto de inflexión para los planificadores y los responsables políticos que está haciendo que se tenga en cuenta la experiencia acumulada en esta pandemia para desarrollar, de manera específica, medidas transformadoras para crear ciudades que sean más resilientes y sostenibles. Además, ha propiciado un avance significativo en el proceso de digitalización de empresas e instituciones públicas a nivel mundial.

#### 5. Conclusiones

En virtud de los resultados detallados, resulta evidente que existen diferencias significativas entre los procedimientos implementados por diferentes países a la hora de luchar contra el virus, dependiendo de diversos factores internos y de los diferentes niveles de democracia y autoritarismo existentes. En general, los científicos tienden a estar de acuerdo, aunque con reservas, en que un mayor nivel de democracia resulta en la práctica beneficioso para la salud pública de un país. Sin embargo, la COVID-19 está planteando dudas en este argumento en base a las excepciones generadas. En general, países con un reconocimiento de gobiernos autoritarios a nivel mundial se están ganando elogios por sus resultados en la respuesta a la pandemia, mientras que en las principales democracias se han obtenido resultados no tan satisfactorios (Mazzucchelli et al. 2020). Sin embargo, la larga duración de la pandemia y el cansancio social que ha generado está provocando una respuesta de la sociedad cada vez más fuerte ante este tipo de políticas, como se está viendo en la actualidad en China

antes los nuevos brotes de la enfermedad en su capital. De manera general, aquellos que han mantenido bajas tasas de mortalidad per cápita de COVID-19 parecen compartir estrategias que incluyen políticas y procedimientos muy estrictos de vigilancia temprana, pruebas, rastreo de contactos y cuarentenas. La escala de coordinación y gestión de datos requerida para la implementación efectiva de estas estrategias se ha basado, en la mayoría de los países exitosos, en la adopción de tecnología digital y su integración en la política y la atención médica. Este punto de vista requiere de una estructura centralizada para la aplicación de tecnologías digitales en la gestión y respuesta a pandemias, destacando las formas expeditivas en que los países exitosos han adoptado estas tecnologías para la planificación, vigilancia y control de pandemias.

Ciñéndonos a datos oficiales, Corea del Sur se puede considerar como el más eficiente a la hora de gestionar y afrontar la pandemia utilizando la infraestructura de sus ciudades inteligentes. Este ya estaba preparado antes de la irrupción de la pandemia tanto tecnológicamente como normativamente; con una política de privacidad de datos y sus consideraciones legales del país adaptadas a otorgar a las administraciones públicas, ante este tipo de situaciones, vía libre para acceder a la información privada de sus ciudadanos procedente de las cámaras, datos de geolocalización de vehículos y terminales móviles, datos personales de los ciudadanos o información procedente fuentes bancarias (VISA, Mastercard, etc.). Todo lo anterior la sitúa en un escenario de control total por parte de las autoridades (Liu, 2020; Sonn & Lee, 2020; Whitelaw et al 2020; Park & Chung, 2020).

En el otro extremo de esta clasificación se puede colocar a los EE. UU, país que ha registrado los peores datos de la pandemia pese a ser líder en innovación, en ITCs y biotecnología (desarrollo de patentes y vacunas). Sus dificultades de gobernanza, haber elegido una estrategia de contención errónea o haber decidido “no parar su economía” hasta que no fuese estrictamente necesario -entre otras opciones posibles-, junto con una fuerte contestación social y una amplia masa de ciudadanos con una actitud negacionista ante la pandemia le han conducido a obtener unas cifras elevadas tanto en vidas humanas como hospitalizados (Gambina, 2002; Johns Hopkins University, 2022; Acosta, 2022; Kichloo et al. 2020).

En el caso de España, se comprueba como algunas de las medidas empleadas, haciendo uso de las infraestructuras de ciudades o las TICs, han estado orientadas a adoptar soluciones similares a las del país surcoreano (hacer seguimientos de la población a través de cámaras y del uso de datos de sus dispositivos móviles, etc.). Sin embargo, estos procesos se han adaptado a las restricciones de la legislación española vigente (agregando y anonimizando los datos para independizarlos de la identidad concreta de los individuos por los usuarios finales de la información). Este marco normativo, fue actualizado en 2018 con la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (LOPD-GDD). De manera específica, son destacables la iniciativa *DataCovid* o actuaciones como las detalladas en el proyecto CENTESIMAL en la ciudad de Málaga (Gobierno de España, 2020; Márquez-Carrasco & Ortega-Ramírez, 2020; Aguirre, 2018; Red.es, 2019; Europa Press, 2022; Universidad de Málaga, 2019).

## 6. Referencias

- Acosta, B. & Monzon Naranjo, M. A. (2022). Una panorámica sobre patentes, vacunas y covid-19. *Prometeica - Revista de Filosofía y Ciencias*, (24), 131-142. <https://doi.org/10.34024/prometeica.2022.24.12970>
- Adhikari, S. P., Meng, S., Wu, Y. J., Mao, Y. P., Ye, R. X., Wang, Q. Z., & Zhou, H. (2020). Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infectious Diseases of Poverty*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00646-x>
- Aranha Rossi, T. R., Matos Soares, C. L., Alves Silva, G., Silva Paim, J., & Vieira-da-Silva,

- L. M. (2022). La respuesta de Corea del Sur a la pandemia de COVID-19: lecciones aprendidas y recomendaciones a gestores. *Cadernos de Saúde Pública*, 38(1). <https://doi.org/10.1590/0102-311X00118621>
- Arteaga Herrera, Ó. (2020). COVID-19. *Revista médica de Chile*, 148(3), 279-280. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020000300279>
- Ávalos Giménez, S., & Fernández García, N. (2020). Evolución histórica del cumplimiento de la normativa de protección de datos en hospitales públicos de España. *Ene*, 14(1).
- Bao, R. & Zhang, A. (2020). Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Science of The Total Environment*, 731, 139052 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139052>
- Barbolla, J. O. (2020). Transformación digital, redes sociales y comercio electrónico en la estrategia empresarial frente a la covid-19. *Economistas*, 170, 140-155.
- Bastías, L. E., & Leiva, P. P. (2020). COVID-19 como fuerza motriz para el desarrollo de ciudades inteligentes: el caso de Chile. *Investigaciones Geográficas*, (60), 35-45. <http://dx.doi.org/10.5354/0719-5370.2020.58617>
- Beltrán Aguirre, J. L. (2018). Reglamento general de protección de datos: novedades. Adaptación de la normativa española: El proyecto de LOPD. *DS: Derecho y Salud*, 28(1), 74-96.
- BBC. (2020). Coronavirus en mapas y gráficos: una guía visual para comprender el alcance y ritmo de propagación del covid-19. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51693616>
- British Medical Association 'Covid-19: video consultations and homeworking' (n.d.). Obtenido el 10 de abril de 2022 desde <https://www.bma.org.uk/advice-and-support/covid-19/adapting-to-covid/covid-19-video-consultations-and-homeworking>
- Canals, M. (2020). Conceptos para una buena toma de decisiones en la pandemia COVID-19 en Chile. *Revista Chilena de Infectología*, 37(2), 170-172. <http://dx.doi.org/10.4067/s0716-10182020000200170>
- García Candas, G., Domínguez Menéndez, M. G., & García Álvarez, Y. (2018). Protección de datos en el ámbito sanitario en España. Normativa. *Enfermería Integral: Revista Científica del Colegio Oficial de Enfermería de Valencia*, (119), 72-75.
- Cañadas, J., & Carrasquel Quintero, M. (2018). *Plan Nacional de Territorios Inteligentes* [Video]. Repositorio audiovisual de la UNED. Accesible en, <http://contenidosdigitales.uned.es/fez/view/intecca:VideoAVIP-299042>
- Cascón-Katchadourian, J. D. (2020). Tecnologías para luchar contra la pandemia Covid-19: geolocalización, rastreo, big data, SIG, inteligencia artificial y privacidad. *Profesional de la Información*, 29(4). <https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.29>
- Chowell, G., & Mizumoto, K. (2020). The COVID-19 pandemic in the USA: what might we expect?. *The Lancet*, 395(10230), 1093-1094. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30743-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30743-1)
- Ciotti, M., Ciccozzi, M., Terrinoni, A., Jiang, W. C., Wang, C. B., & Bernardini, S. (2020). The COVID-19 pandemic. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 57(6), 365-388. <https://doi.org/10.1080/10408363.2020.1783198>
- Coleman, E. (2013). Lessons from the London Datastore. En B. Goldstein & L. Dyson (Eds.), *Beyond Transparency: Open Data and the Future of Civic Innovation* (pp. 39–50). Code for America Press, San Francisco, CA.
- Correa, M. (1994). *La demanda por vehículos motorizados, contaminación atmosférica y el convertidor catalítico*. Santiago de Chile (Chile): Universidad Católica de Chile.

Instituto de Economía.

- Coşkun, H., Yıldırım, N., & Gündüz, S. (2021). The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities. *Science of the Total Environment*, 751, 141663. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141663>
- Costa, D. G., & Just Peixoto, J. P. (2020). COVID-19 pandemic: A review of smart cities initiatives to face new outbreaks. *IET Smart Cities*, 2(2), 64-73. <https://doi.org/10.1049/iet-smc.2020.0044>
- Daoura. (2020, 26 marzo). *Ignorar o actuar: inteligencia artificial en tiempos de coronavirus*. Mensaje publicado en, <https://daoura.ai/es/blog/ignorar-o-actuar-inteligencia-artificial-en-tiempos-de-coronavirus/>
- Das, D., & Zhang, J. J. (2021). Pandemic in a smart city: Singapore's COVID-19 management through technology & society. *Urban Geography*, 42(3), 408-416. <https://doi.org/10.1080/02723638.2020.1807168>
- De la Cierva, E. (2021, junio 1). Málaga, Capital Europea de Turismo Inteligente 2020-2021. *Innovaspain*. Obtenido de <https://www.innovaspain.com/malaga-capital-europea-de-turismo-inteligente/>
- De Miguel Asensio, P.A. (2006). Diversidad jurídica y unidad de mercado: el sistema federal de EEUU y la Unión Europea. *Revista mexicana de Derecho Internacional Privado y Comparado*, 2006(2), 41-69.
- De Nevers, N. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación del aire* (pp. 442-470). México D.F: McGraw-Hill Interamericana
- Díaz Pérez, M. (2021). Invenciones sobre COVID-19 registradas en Estados Unidos. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 32(1).
- Drinot, P. (2021). Coronavirus en el Reino Unido: el costo del excepcionalismo. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 28, 1269-1274. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021005000011>
- ESMARCITY (2021, septiembre 23). El proyecto #eCityMálaga creará un modelo de ciudad inteligente y sostenible. *ESMARCITY* Obtenido de, <https://www.esmartcity.es/2021/09/23/proyecto-ecitymalaga-creara-modelo-ciudad-inteligente-sostenible>
- España, Resolución de 4 de diciembre de 2017, de la Entidad Pública Empresarial Red.es, por la que se establecen las bases reguladoras de la Convocatoria del Plan Nacional de Territorios Inteligentes de la Agenda Digital para España, Pilotos de Edificios Inteligentes. [Internet] *Boletín Oficial del Estado*, 21 de diciembre de 2017, núm. 309, pp 126254 a 126270 [consultado 21 abril 2022]. Disponible en: [https://www.boe.es/eli/es/res/2017/12/04/\(4\)](https://www.boe.es/eli/es/res/2017/12/04/(4))
- España, Resolución de 23 de noviembre de 2017, de la Entidad Pública Empresarial Red.es, por la que se establecen las bases reguladoras de la convocatoria del Plan Nacional de Territorios Inteligentes de la Agenda Digital para España Destinos Turísticos Inteligentes. [Internet] *Boletín Oficial del Estado*, 24 de noviembre de 2017, núm. 286, pp 114287 a 114303 [consultado 21 abril 2022]. Disponible en: [https://www.boe.es/eli/es/res/2017/11/23/\(1\)](https://www.boe.es/eli/es/res/2017/11/23/(1))
- España, Anuncio de licitación de la Dirección General de la Entidad Pública Empresarial RED.ES. Objeto: Suministro para el desarrollo de la iniciativa centesimal. Expediente: 079/21-SP. [Internet] *Boletín Oficial del Estado*, 22 de octubre de 2021, núm. 253, pp 59098 a 59100 [consultado 21 abril 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/10/22/pdfs/BOE-B-2021-42871.pdf>

- Europa Press (2022, marzo 29). Telefónica ejecuta con éxito ocho casos de uso de la tecnología 5G para la Policía Local y en la Universidad de Málaga. *Europa Press*. Obtenido de, <https://www.europapress.es/andalucia/malaga-00356/noticia-telefonica-ejecuta-exito-ocho-casos-uso-tecnologia-5g-policia-local-universidad-malaga-20220329122603.html>
- Gambina, J. C. (2002). Los rumbos del capitalismo, la hegemonía de Estados Unidos y las perspectivas de la clase trabajadora. En A. E. Ceceña & E. Sader (Eds.), *La guerra infinita. Hegemonía y Terror Mundial* (pp. 113-139). Buenos Aires: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales
- Gobierno de España. (2020). DataCovid, un estudio de movilidad de la población para contribuir a la toma de decisiones ante el coronavirus. Obtenido el 9 de abril de 2022, Presidencia del Gobierno, Gobierno de España: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2020/010420-datacovid.aspx#:~:text=El%20objetivo%20es%20analizar%20el%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20emergencia%20sanitaria.>
- Gobierno de España. (2021). *Servicio de caracterización técnica de objetos internos de ciudad en A Coruña, L'Hospitalet de Llobregat, Málaga, Móstoles, Sevilla, Terrassa, Valencia y Vigo*. Obtenido el 9 de abril de 2022, de Portal de la Transparencia, Administración General del Estado, Gobierno de España: [https://transparencia.gob.es/servicios-buscador/contenido/contratolicitacion.htm?id=Licitacion\\_647e60e63410495c2f989acd54e7233b924839bd&fcAct=2021-01-11T05:13:29.749Z&lang=ca](https://transparencia.gob.es/servicios-buscador/contenido/contratolicitacion.htm?id=Licitacion_647e60e63410495c2f989acd54e7233b924839bd&fcAct=2021-01-11T05:13:29.749Z&lang=ca)
- Halegoua, G. (2020). 3 Smart City Technologies. En G. Halegoua, *Smart Cities* (pp.85-124.) Cambridge, MA: MIT Press.
- Halpern, N. A., & Tan, K. S. (2020). United States resource availability for COVID-19. *Society of Critical Care Medicine*, 3. 1-16.
- Han, Y., Huang, J., Li, R., Shao, Q., Han, D., Luo, X., & Qiu, J. (2022). Impact analysis of environmental and social factors on early-stage COVID-19 transmission in China by machine learning. *Environmental Research*, 208. 112761. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112761>
- Hernández Aja, A., Álvarez del Valle, L., Díez Bermejo, A., Córdoba Hernández, R., Fernández Ramírez, C., Matesanz Parellada, Á., & Rodríguez Suárez, I. (2021). *Informe sobre los planes y programas asociados a las Estrategias de Desarrollo Urbano Sostenible (EDUSI) y su vinculación con la vulnerabilidad urbana en España en el marco de los nuevos retos urbanos*. Obtenido el 7 de abril de 2020, de Universidad Politécnica de Madrid (UPM) E.T.S. Arquitectura: <https://oa.upm.es/69248/>
- Hutchings, R. (2020). *The impact of Covid-19 on the use of digital technology in the NHS*. London U.K: Nuffield Trust. ISBN: 978-1-910953-83-9
- Izquierdo, S. C. (2008). La dinámica global capitalista. Un análisis de largo plazo en México, España y Estados Unidos. *Trayectorias*, 10(27), 47-64.
- Jaiswal, R., Agarwal, A., & Negi, R. (2020). Smart solution for reducing the COVID-19 risk using smart city technology. *IET Smart Cities*, 2(2), 82-88. <https://doi.org/10.1049/iet-smc.2020.0043>
- Johns Hopkins University. Coronavirus resource center: COVID-19 global cases. (n.d.) Obtenido el 8 de abril de 2022 desde <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- Katz, C. I. (2020). La pandemia que estremece al capitalismo. *Posicion*, 2020(2), 1-13.



- Khan, H., Kushwah, K. K., Singh, S., Urkude, H., Maurya, M. R., & Sadasivuni, K. K. (2021). Smart technologies driven approaches to tackle COVID-19 pandemic: a review. *3 Biotech*, 11(2), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02581-y>
- Kichloo, A., Albosta, M., Dettloff, K., Wani, F., El-Amir, Z., Singh, J., & Chugh, S. (2020). Telemedicine, the current COVID-19 pandemic and the future: a narrative review and perspectives moving forward in the USA. *Family medicine and community health*, 8(3), e000530. <https://doi.org/10.1136/fmch-2020-000530>
- Kim, J. (2020). ¿Cómo controló Corea del Sur el Covid-19?. *Política Exterior*, 34(195), 126-134.
- Liu, J. (2020, abril 2). *Deployment of IT in China's Fight against the COVID-19 Pandemic*. Imaging Technology News. Datos recuperados del 10 de abril de 2022 desde: <https://www.itnonline.com/article/deployment-health-it-china%E2%80%99s-fight-against-covid-19-pandemic>
- Lu, H., Stratton, C. W., & Tang, Y. W. (2020). Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. *Journal of Medical Virology*, 92(4), 401-402. <https://doi.org/10.1002/jmv.25678>
- Luque, E. (2021, junio 22). Distrito Zeta, el barrio inteligente de Málaga inspirado en las ciudades del norte de Europa. *Cadena Ser*. Obtenido de [https://cadenaser.com/emisora/2021/06/22/ser\\_malaga/1624377159\\_078071.html](https://cadenaser.com/emisora/2021/06/22/ser_malaga/1624377159_078071.html)
- Menut, M., Bessagnet, B., Siour, G., Mailler, S., Pennel, R., & Cholakian, A. (2020). Impact of lockdown measures to combat Covid-19 on air quality over western Europe. *Science of The Total Environment*, 741, 140426. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140426>
- Márquez Carrasco, C., & Ortega Ramírez, J. A. (2020). La COVID-19 y los desafíos de la vigilancia digital para los derechos humanos: a propósito de la app DataCOVID prevista en la Orden Ministerial SND/29/2020, de 27 de marzo. *Revista de Bioética y Derecho*, (50), 205-220.
- Márquez-Carrasco, C., & Iglesias-Márquez, D. (2021). Retos y oportunidades de la agenda internacional sobre empresas y derechos humanos en tiempos de la COVID-19. *Anuario Español de Derecho Internacional*, 37, 71–115.
- Mazzucchelli, R., Agudo Dieguez, A., Dieguez Costa, E. M., & Crespí Villarías, N. (2020). Democracia y mortalidad por COVID-19 en Europa. *Revista Española de Salud Pública*, 94, 78.
- Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan. (2016, marzo 26). *Cashless Transaction Ratios by Country*. Datos recuperados del 11 de abril de 2001 desde: <https://www.nippon.com/en/japan-data/h00417/japan-remains-reliant-on-ready-money.html>
- Monasterio, D. & Briceño, M. (2020). Educación mediada por las Tecnologías: Un desafío ante la coyuntura del Covid-19. *Observador del Conocimiento*, 5(1), 137-148
- Nichol, J. E., Bilal, M., Ali, A. M., Qiu., Z. (2020) Air pollution scenario over China during COVID-19. *Remote Sensing*, 12(13), 2100. <https://doi.org/10.3390/rs12132100>
- NHS England (2020) Next steps on general practice response to Covid 19. Letter to GPs and their commissioners. Obtenido el 8 de abril de 2022: The National Health Service (NHS) of the United Kingdom (UK): <https://www.england.nhs.uk/coronavirus/wp-content/uploads/sites/52/2020/03/urgent-next-steps-on-nhs-response-to-covid-19-letter-simon-stevens.pdf>
- Olleros, F. X. & Zhegu, M. (2016). *Research Handbook on Digital Transformations*. Edward

Cheltenham Glos U.K.: Elgar Publishing.

- ONTSI & Red.es. (2015). Estudio y Guía metodológica sobre Ciudades Inteligentes. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información:  
[https://www.ontsi.es/sites/ontsi/files/presentacion\\_ciudades\\_inteligentes.pdf](https://www.ontsi.es/sites/ontsi/files/presentacion_ciudades_inteligentes.pdf)
- Orejón-Sánchez, R. D., Crespo-García, D., Andrés-Díaz, J. R., & Gago-Calderón, A. (2022). Smart cities' development in Spain: comparison of technical and social indicators with reference to European cities. *Sustainable Cities and Society*, 81, 103828.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103828>
- Park, J., & Chung, E. (2021). Learning from past pandemic governance: Early response and Public-Private Partnerships in testing of COVID-19 in South Korea. *World Development*, 137, 105198. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105198>
- Perez Abreu, M. R., Gomez Tejeda, J. J., & Dieguez Guach, R.A. (2020). Características clínico-epidemiológicas de la COVID-19. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(2), 1-15.
- Pinedo Alonso, C. C. (2020). Corea del Sur, Japón y Singapur ¿ejemplos de éxito ante la covid-19?. *Pluralidad y Consenso*, 10(44), 70-77.
- Portal de Transparencia. Gobierno de España. (2019, abril 22). Servicio de apoyo técnico a proyectos en el ámbito de ciudades y territorios inteligentes. Disponible en:  
[https://transparencia.gob.es/servicios-buscador/contenido/contratolicitacion.htm?id=Licitacion\\_43b37234add8a4ea487bb7030e0d15ff2bae8ecc&fcAct=2019-04-22T03:20:37.259Z&lang=es](https://transparencia.gob.es/servicios-buscador/contenido/contratolicitacion.htm?id=Licitacion_43b37234add8a4ea487bb7030e0d15ff2bae8ecc&fcAct=2019-04-22T03:20:37.259Z&lang=es)
- Potter, S., Valdez, A., Cook, M., & Langendahl, P.A. (2015). Governance in niche development for a transition to a new mobility regime. En: International Sustainability Conference 25-28 Aug 2015, University of Sussex.
- Red.es. (2018). *Plan Nacional de Territorios Inteligentes*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://red.es/es/iniciativas/proyectos/plan-nacional-de-territorios-inteligentes>
- Red.es. (2019). *Red.es impulsa la puesta en marcha del proyecto Piloto 5G en Andalucía*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://red.es/ca/node/309>
- Red.es. (2021a). *CENTESIMAL. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/malaga>
- Red.es. (2021b). *HORIZONTE SEVILLA INTELIGENTE. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/sevilla>
- Red.es. (2021c). *PIEL´H. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/hospitalet-de-llobregat>
- Red.es. (2021d). *SMART BUILDING. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/terrassa>
- Red.es. (2021e). *Smart City Móstoles. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de

- Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/mostoles>
- Red.es. (2021f). *Connecta VLCi. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/valencia>
- Red.es. (2021g). *Conecta Coruña. Dossier informativo*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/a-coruna>
- Red.es. (2021h). *Vigo Edificios Inteligentes. Una Ciudad para las personas*. Obtenido el 8 de abril de 2022, de Red.es Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Gobierno de España: <https://www.red.es/es/iniciativas/proyectos/objetos-internos-de-ciudad/vigo>
- Ricart, J. E., Berrone P., Duch, A., & Carrasco-Farré, C. (2019). *IESE Cities in Motion Index 2019 | Cities in Motion*. Obtenido el 14 de abril de 2000, de IES Bussines School Universidad de Navarra: <https://blog.iese.edu/cities-challenges-and-management/2019/05/10/iese-cities-in-motion-index-2019/>
- Ricart, J. E., Berrone P., Duch, A., & Carrasco-Farré, C. (2020). *IESE Cities in Motion Index 2019 | Cities in Motion*. Obtenido el 14 de abril de 2000, de IES Bussines School Universidad de Navarra: <https://blog.iese.edu/cities-challenges-and-management/2020/10/27/iese-cities-in-motion-index-2020/>
- Sánchez, J. (2021, marzo 12). ¿Por qué Málaga ha sido declarada capital Europea del turismo inteligente?. *National Geographic*. Obtenido de: <https://viajes.nationalgeographic.com.es/a/por-que-malaga-ha-sido-declarada-capital-europea-turismo-inteligente-16601>
- Sharifi, A., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2020). The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management. *Science of the Total Environment*, 749, 142391. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142391>
- Sonn, J. W., & Lee, J. K. (2020). The smart city as time-space cartographer in COVID-19 control: the South Korean strategy and democratic control of surveillance technology. *Eurasian Geography and Economics*, 61(4-5), 482-492. <https://doi.org/10.1080/15387216.2020.1768423>
- Sonn, J. W., Kang, M., & Choi, Y. (2020). Smart city technologies for pandemic control without lockdown. *International Journal of Urban Sciences*, 24(2), 149-151. <https://doi.org/10.1080/12265934.2020.1764207>
- Swilling, M., Robinson, B., Marvin S., & Hodson, M. (2013). City-Level Decoupling: Urban Resource Flows and the Governance of Infrastructure Transitions. Obtenido el 14 de abril de 2022, de United Nations Environment Programme International Resource Panel <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8488>
- Topol, E. (2020, abril 10). How digital data collection can help track Covid-19 cases in real time. *The Washington Post*. Obtenido de <https://www.washingtonpost.com/opinions/2020/04/10/how-digital-data-collection-can-help-track-covid-19-cases-real-time/>
- Universidad de Málaga, (2019). La UMA presente en el 'Piloto 5G en Andalucía' para el impulso de esta tecnología a través de 32 casos de uso. Obtenido el 14 de abril de 2022, de UMA Sala de Prensa noticias <https://www.uma.es/sala-de-prensa/noticias/la-uma-presente-en-el-piloto-5g-en-andalucia-para-el-impulso-de-esta-tecnologia->

[traves-de-32-casos-de-uso--/](#)

- Universidad de Oxford. (2020). Digital contact tracing can slow or even stop coronavirus transmission and ease us out of lockdown. Obtenido el 14 de abril de 2022, de Coronavirus Research University of Oxford: <https://www.research.ox.ac.uk/article/2020-04-16-digital-contact-tracing-can-slow-or-even-stop-coronavirus-transmission-and-ease-us-out-of-lockdown>
- Villalobos Dintrans, P., Browne, J., & Madero-Cabib, I. (2021). It is not just mortality: A call from Chile for comprehensive COVID-19 policy responses among older people. *The Journals of Gerontology: Series B*, 76(7), e275-e280. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa092>
- Whitelaw, S., Mamas, M. A., Topol, E., & Van Spall, H. G. (2020). Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *The Lancet Digital Health*, 2(8), e435-e440. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30142-4](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30142-4)
- World Health Organization (n.d.). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Obtenido el 18 de abril de 2022, desde <https://covid19.who.int/>
- Wu, J. T., Leung, K., & Leung, G. M. (2020). Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: a modelling study. *The Lancet*, 395(10225), 689-697. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30260-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30260-9)
- Xu, H., Yan, C., Fu, Q., Xiao, K., Yu, Y., Han, D., Wang W., & Cheng, J. (2020). Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China. *Science. Total Environment*, 731. 139211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139211>
- Xu, W., Li, A., & Wei, L. (2022). The Impact of COVID-19 on China's Capital Market and Major Industry Sectors. *Procedia Computer Science*, 199, 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.011>
- Yang, S., & Chong, Z. (2021). Smart city projects against COVID-19: Quantitative evidence from China. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102897. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102897>
- Zixin, H., Qiyang, G., Shudi, L., Jin, L., & Xiong, M. (2002). Artificial intelligence forecasting of Covid-19 in China. *International Journal of Educational Excellence*, 6(1), 71-94. <https://doi.org/10.18562/IJEE.054>

**Comunicación alineada con los  
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

