

Referencia: Perles Rosello, M.J. Sortino Barrionuevo, J.F, Cantarero Prados, F.J, Castro Noblejas, H., De la Fuente Roselló, A.L., Orellana Macías, J.M, Reyes Corredera, S. Miranda Páez, Jesús, Mérida Rodríguez, M. (2020): *Propuesta metodológica para la elaboración de una cartografía de riesgo de COVID19 en entornos urbanos*. Informe de investigación. Dpto. de Geografía, RIUMA Universidad de Málaga.

<b>METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA CARTOGRAFÍA DE RIESGO DE COVID19 EN ENTORNOS URBANOS</b>
<b>APLICACIÓN A LA CIUDAD DE MÁLAGA Y MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA</b>
<b>María Jesús Perles Roselló (Directora). Profesora Titular de Geografía Física. Departamento de Geografía. Universidad de Málaga.</b>

### **EXPERIENCIA PILOTO. CIUDAD Y MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA**

Desde el pasado 16 de marzo, se está desarrollando en la provincia de Málaga, y con un mayor nivel de detalle, en el municipio de Málaga, un proyecto piloto orientado a analizar cuál es el **comportamiento espacial de propagación del virus Covid19**.

Las gestiones para la aplicación de la metodología al caso aplicado de la provincia de Málaga han sido coordinadas por la **Cátedra de Seguridad, Emergencias y Catástrofes de la UMA**. La generación de la propuesta metodológica y la aplicación de la metodología al caso empírico ha corrido a cargo del **Equipo de Investigación Análisis Territorial del Riesgo (María Jesús Perles Roselló)**, del Dpto. de Geografía, y ha contado con la colaboración de investigadores del equipo de investigación de **Ingeniería de Telecomunicaciones (Raquel del Barco)** en determinados puntos del desarrollo del proceso de aplicación.

La experiencia piloto ha consistido en la generación de una **plataforma cartográfica de apoyo a la decisión, con información espacial estratégica de máximo detalle orientada a la toma de decisiones sobre la gestión de la epidemia y de la crisis social que la acompaña**.

Se parte de datos anonimizados sobre la **distribución espacial de los afectados en tiempo real y de forma no intrusiva (únicamente domicilio y fecha de afectación de los afectados por Covid19 procedente de su ficha médica)**. El equipo de investigación tiene acceso a estos datos con compromiso de confidencialidad y uso exclusivamente científico de los mismos, amparados en la Ley de Protección de Datos. **Se trata de un circuito cerrado de información por el que la autoridad sanitaria cede datos brutos, y obtiene información elaborada e interpretable, lista para la toma de decisión**.

A partir de la aplicación de algoritmos de análisis espacial específicos, se obtiene información de máximo nivel de detalle a escala intraurbana, orientada a conocer **dónde se ubican los principales focos de contagio**, cuales son los parámetros de peligrosidad que los describen y con qué factores urbanos se relacionan. La investigación permite también delimitar en el plano cuáles son los **espacios clave de actuación para frenar la propagación**, dónde **priorizar y/o intensificar medidas anti-contagio**, cuáles son las zonas idóneas para optimizar la **realización de test PCR**, dónde se ubican, con máxima precisión espacial, los **posibles rebrotes**, y que zonas son mejores candidatas al **desconfinamiento (zonas limpias)** en fechas más tempranas. Entendemos que el seguimiento espacial del contagio a nivel de micro-escala urbana es clave para frenar la transmisión del virus.

Los resultados espaciales obtenidos se transmiten automáticamente a la **autoridad sanitaria** a través de un **visor cartográfico y de una Ficha de Diagnóstico periódica actualizable**. Es necesario recalcar que los **resultados cartográficos son dinámicos**. Cada vez que se actualizan los mapas con nuevos datos de afectados, se vuelve a aplicar el conjunto de procedimientos de análisis espacial automatizado, y se redefinen cuáles son las zonas más conflictivas. La autoridad sanitaria transmite la información de apoyo a la decisión que considera procedente a las personas autorizadas en los *Servicios de Coordinación y Protección Civil del Ayuntamiento de Málaga* y de *Diputación Provincial de Málaga*.

### **OBJETIVOS Y UTILIDADES DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA:**

El objetivo final del trabajo es proponer una metodología de trabajo que permita generar una plataforma cartográfica con información espacial de detalle del riesgo de Covid19 en entornos urbanos. Se pretende crear una herramienta de apoyo a la decisión sobre la epidemia ágil y actualizable, que, a partir de información espacio-temporal de máximo detalle, permita abordar con la información oportuna y precisa, así como con su correspondiente interpretación, los distintos objetivos a acometer en las diferentes fases de evolución de la epidemia y del confinamiento (fases de escalada y desescalada).

### **Utilidades específicas de la información generada para la gestión de la crisis en sus distintas fases (escalada y desescalada)**

La plataforma cartográfica generada a partir de la metodología propuesta **ofrece datos** estadísticos, especializados a nivel de detalle, **fundamentales para los siguientes objetivos:**

- Identificar **en qué áreas de la ciudad se concentran los grupos** de población necesarios para la aplicación del modelo SEIR (Sanos, Expuestos, Infectados y Recuperados), así como una mayor concentración de **probables positivos asintomáticos (A)**.
- Identificar y delimitar en la ciudad dónde se localizan los **focos de contagio, hasta dónde se extienden** (sin referir los datos a límites artificiales que desvirtúen la interpretación), cómo evolucionan espacial y temporalmente cada uno de ellos, qué **densidad de afectados** tiene cada foco y qué **velocidad de contagio** presentan. Permite, igualmente, conocer qué cantidad de **población expuesta contiene cada foco** y qué **número de probables positivos asintomáticos** puede estimarse.
- Delimitar cuáles son los trayectos de la ciudad en los **transitan de forma concurrente** un mayor número de probables positivos asintomáticos, y cuáles son los principales **movimientos intra-urbanos** de este grupo. Este dato nos permite señalar cartográficamente **espacios clave de actuación para aplicar medidas anti-propagación específicas** (limpieza, desinfección, otras). Al localizar de forma precisa en el espacio dónde se sitúan los puntos claves de propagación, se corta con más eficacia la cadena de contagio. Se señala en el mapa cuáles son los puntos concretos en los que el contagio es más factible, sea por la actividad o servicio que en ellos se realiza y/o por constituir puntos de alta concentración de población, como es el caso de determinados supermercados, trayectos concretos de líneas de autobús determinadas o edificios de vivienda más populosos en cada sector urbano, entre otros. Estos son los puntos sobre los que reforzar las medidas de desinfección y anti-contagio, dado que constituyen puntos estratégicos para cortar la cadena de propagación.
- Identificar **cuáles son las zonas de muestreo idóneas para la realización de test PCR y test de anticuerpos**, por concentrar una mayor cantidad potencial de positivos asintomáticos. **La**

**densidad de población no es un criterio suficiente** para establecer las condiciones de muestreo. El análisis espacial de casos ha permitido observar empíricamente que, **a igual densidad de población, se constatan datos de densidad de afectados y de ritmo de contagio diferentes entre distintos focos.**

- **Detectar de forma temprana posibles repuntes** de contagio **por zonas concretas**, al objeto de proceder, si así se decide, a confinamientos parciales en determinadas zonas, así como acotar la trazabilidad del contagio.
- **Predecir zonas limpias de la ciudad tras la recuperación** de afectados a través de un análisis diacrónico de su fecha de afectación. Esta opción facilitaría el desconfinamiento parcial más temprano de ciertas zonas de la ciudad al objeto de restablecer actividades básicas para la salud y la economía (tales como el paseo de población infantil y la apertura de algunos negocios).
- **Planificar la gobernanza de las áreas desconfinadas.** Para evitar reactivaciones de la cadena de contagio, la gestión y toma de decisiones de apertura de zonas urbanas (u otras delimitaciones espaciales de escala superior tales como municipios) debe fundamentarse en criterios espaciales precisos. La plataforma cartográfica permite regular, de forma sistematizada e informada, la gestión de la movilidad de la población en las distintas situaciones de desescalada.

La plataforma cartográfica puede suministrar a la población y autoridades al mando de la gestión de este operativos (Protección Civil, UME, otros) datos espaciales trascendentes en esta fase, tales como:

- trayectos urbanos seguros,
  - destinos preferentes de paseo y actividad al aire libre (espacios abiertos, parques, playas, otros) en cada zona urbana, delimitados en razón de su capacidad de carga a fin de regular las concentraciones de población. Los destinos preferentes se deducen en base a criterios de demanda poblacional en cada zona (volumen de población, edad, número de hogares y otros), capacidad de carga de los espacios públicos disponibles en la zona, y accesibilidad a los distintos espacios públicos desde cada zona demandante.
  - establecer lugares de paseo o expansión preferente para distintos grupos de edad (infantil, anciana), a fin de segregar en espacios separados grupos poblacionales cuyo contacto pueda reactivar la cadena de contagio.
- **implementar en la plataforma cualquier información geolocalizada procedente de distintas fuentes:** datos sobre movilidad agregada de la población derivada de la aplicación de la Orden SND/297/2020 de 27 de marzo (telefonía móvil), o aplicaciones específicas generadas ad hoc y suministradas a instituciones o grupos poblacionales específicos. Estas aplicaciones basadas en geoposicionamiento mediante el móvil de personas o centros estratégicos pueden utilizarse en este contexto con diversos propósitos tales como el seguimiento de trayectorias de determinados colectivos de población de interés, mediante su colaboración voluntaria, o para la organización de la logística de centros asistenciales mediante formularios de inventario de recursos, problemas y necesidades que remiten los datos de forma automatizada a la plataforma cartográfica.
  - **Organizar de forma sistemática en el espacio la gestión y logística de recursos asistenciales y preventivos generales, o específicos,** para la gestión de la crisis en lugares estratégicos (residencias de ancianos, centros asistenciales, centros sanitarios, etc.). La plataforma cartográfica está preparada para incorporar información proveniente de aplicaciones para móviles orientadas a la de gestión de bases de datos geolocalizadas (formularios de inventario de recursos y necesidades de cada centro). La plataforma recibe los datos, los procesa, y produce información

gradada de la gravedad de los posibles problemas logísticos en cada centro, generando sistemas de alerta para los casos con necesidades más urgentes. Este tipo de formularios son de directa aplicación en casos como el requeridos en la Orden SND/322/2020 de 3 de abril de 2020 en relación con la logística de las residencias de ancianos.

## **METODOLOGÍA DE TRABAJO:**

### **Fuentes y fundamentos conceptuales de la metodología**

La metodología empleada y la plataforma cartográfica generada se alimenta como fuente básica imprescindible de los datos anonimizados sobre los afectados de Covid19 disponibles en su ficha médica. Las variables imprescindibles para obtener diagnósticos espacio-temporales de la epidemia son el domicilio del afectado y la fecha de registro como afectado.

En el caso de la experiencia malagueña, los datos recibidos hasta el momento han sido transmitidos en un formato Excel estructurado en torno a los siguientes campos:

Distrito	Evento	Fecha del caso	Identificador	Tipo de Diagnóstico	Clasificación de caso COVID-19	Dirección	Municipio
----------	--------	----------------	---------------	---------------------	--------------------------------	-----------	-----------

Otras fuentes necesarias para la generación de la plataforma cartográfica son las siguientes (se especifican las utilizadas en la experiencia piloto realizada en Málaga, por lo que algunas fuentes utilizan bases de datos existentes en la comunidad andaluza. La aplicación en otras unidades administrativas del territorio diferentes precisa de la utilización de fuentes equivalentes disponibles en el territorio respectivo).

-Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía. (s.f.). Red de Información Ambiental de Andalucía.

Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>

-Google. (s.f.). Google Earth. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/google>. (s.f.).

-Google Street View.

Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.street&hl=es>

-Google Maps.

-Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). (s.f.). Callejero Digital de Andalucía Unificado. Obtenido de <http://www.callejerodeandalucia.es/>

-Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad. (s.f.). Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA). Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/index.htm>

-Instituto Nacional de Estadística. (s.f.). Cifras de población y Censos demográficos.

Obtenido de [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254735572981](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735572981)

-Instituto Nacional de Estadística. (s.f.). Padrón Municipal.

Obtenido de [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254734710990](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710990)

-Ministerio de Hacienda. (s.f.). Sede Electrónica del Catastro.

Servicios INSPIRE de Cartografía Catastra. Dirección General del Catastro (formato ATOM)

Datos alfanuméricos (CAT) y cartográficos (SHP) de la Sede Electrónica del Catastro Virtual

Obtenido de <https://www.sedecatastro.gob.es/>

-Ayuntamiento de Málaga. Datos abiertos (líneas y paradas autobuses urbanos).

-Diputación Provincial de Málaga. Datos abiertos.

-ESRI. Residencias de ancianos (equipo de geovoluntarios).

La autoridad sanitaria presta los datos al equipo de investigación en estado bruto, sin analizar, y, por ello, con escasa expresividad interpretativa, y poca o nula utilidad como información. El equipo de investigación sistematiza, procesa, y analiza los datos brutos según criterios técnicos y científicos, y ofrece como resultado una información espacializada compleja, sintética, orientada a objetivos, a la vez que estadísticamente significativa, fiable y de gran utilidad. Los datos brutos, una vez transformados en información derivada de apoyo a la decisión, se ponen a disposición de la autoridad al mando de la cadena de decisión (en este caso la autoridad sanitaria).

### **3.2 Hipótesis y supuesto de partida.**

Los pasos metodológicos acometidos se fundamentan en varias **HIPÓTESIS Y SUPUESTOS DE PARTIDA.**

#### **1) Pueden considerarse dos grupos de población potencialmente propagadora del virus:**

- la población infectada en la fase de incubación asintomática previa al aislamiento (afectados)
- la población cercana al domicilio de los afectados (familiares, vecinos) que tiene o ha tenido contacto físico con el afectado (directo o indirecto a través de objetos).

#### **2) En las áreas en las que concurren un mayor número de potenciales infectados transitando existe un mayor peligro de propagación del virus.**

Hay una alta probabilidad de que los dos grupos de población (afectados en fase de incubación y potenciales positivos asintomáticos próximos a los afectados) transiten en recorridos peatonales por el entorno de su domicilio para realizar actividades básicas permitidas en Estado de Alarma (compra, paseo breve, transporte público para acudir al trabajo, otros). Por tanto, existe un área de tránsito probable de cada afectado alrededor de cada domicilio, que se puede calcular por el recorrido medio estimado, así como por la velocidad media de tránsito.

A partir de estos datos, es posible también identificar en qué zonas el riesgo de contagio es mayor, por concurrir en ellas el tránsito de mayor cantidad de potenciales positivos asintomáticos, coincidentes en el espacio con una mayor densidad de población afectable.

#### **3) Los puntos de la ciudad que fomentan, por su morfología o función, la concentración de personas y el contacto físico entre ellas (directo o indirecto a través de objetos), propician el contagio**

El mapa incorpora la posibilidad de activar capas de información añadidas que indican, para cada una de las zonas de máximo riesgo de contagio, cuáles son los puntos concretos de la ciudad en los que la posibilidad de contacto físico entre la población es más elevada (puntos en los que se propicia el contacto físico directo o indirecto a través de objetos y que permanecen activos en el Estado de Alarma), tales como supermercados, farmacias, edificios con mayor densidad de vecinos, líneas de autobús y metro, paradas concretas de mayor afluencia, etc.

**4) *Existen grupos de población que por las características de su actividad profesional, pueden convertirse en vectores preferentes de contagio.***

Se han previsto en la metodología dos vías para abordar la dimensión espacial de estos colectivos prevalentes de contagio:

- Localizar e identificar como puntos de especial peligrosidad el lugar en que estos colectivos realizan su actividad productiva (supermercados, farmacias, conductores del transporte público, etc.)

- Representar en la cartografía las trayectorias urbanas de desplazamiento que el colectivo vector de contagio realiza de forma habitual. La plataforma cartográfica contempla la posibilidad de analizar, mediante distintas fuentes y estrategias de análisis espacial, flujos de población pendulares en el entorno urbano. Se contemplan como flujos de interés todos aquellos que puedan favorecer de forma destacada la propagación del virus.

**5) *En términos generales, la carga vírica y la peligrosidad de propagación de los afectados disminuye en razón del tiempo transcurrido desde la fecha de afectación.***

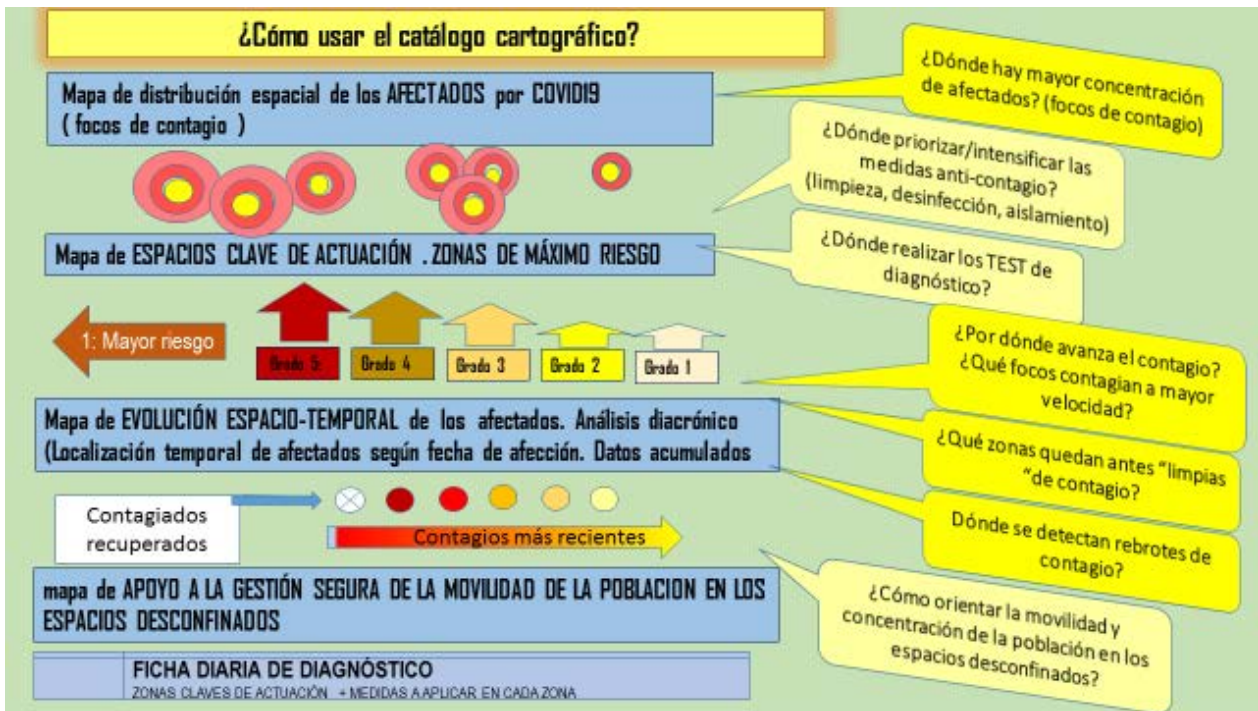
Es posible suponer que pasado un lapso de tiempo, establecido según criterios médicos, la carga viral de los afectados disminuye, así como su capacidad de contagiar. De igual modo, puede entenderse que el periodo de máximo contagio de los posibles positivos asintomáticos contagiados por cada afectado es dependiente de la fecha de referencia del afectado originario.

Dado que, junto al domicilio, se cuenta con la fecha de afectación de cada afectado, se puede estimar en el tiempo, y para cada foco de contagio, cuando el afectado, y su entorno, deja de ser potencial contagiador, para pasar a ser potencial inmunizado. Esta hipótesis de trabajo permite identificar en el mapa qué zonas comienzan, de forma más temprana, a tener una menor probabilidad de contagio, lo que permitiría comenzar en ellas con el proceso de desescalada del confinamiento, con una precisión derivada de una mayor y mejor información.

### **3.3 Generación de la plataforma cartográfica**

Los datos básicos sobre distribución de los afectados son procesados mediante distintos procedimientos de análisis espacial y estadístico, e interrelacionados con variables de distinta índole (datos poblacionales, de morfología urbana, de movilidad de la población, y otros), a fin de obtener una información derivada más compleja, que permita abordar de forma informada y precisa distintos objetivos a acometer en las distintas fases de evolución de la epidemia y del confinamiento.

La información derivada se estructura en torno a **mapas diseñado para responder a preguntas clave para frenar la propagación de la epidemia y gestionar las fases de escalada y desescalada**. Cada mapa del Catálogo cartográfico ofrece información específicamente diseñada para responder a una pregunta, y/o para tomar una decisión.



## PLATAFORMA CARTOGRÁFICA

El catálogo cartográfico consta de los mapas que se detallan a continuación:

CATALOGO CARTOGRÁFICO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE Covid19 EN ÁREAS URBANAS	
<b>MAPA 1: MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS AFECTADOS POR COVID19</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mapa1.1 Principales focos de contagio</li> <li>○ Mapa 1.2 Volumen de afectados por foco</li> <li>○ Mapa 1.3 Densidad de afectados en cada foco</li> <li>○ Mapa 1.4 Porcentaje de afectados en cada foco</li> <li>○ Mapa 1.5 Velocidad de contagio en cada foco</li> <li>○ Mapa 1.6 Tasa de densidad de afectados/ densidad de población</li> </ul>	
<b>MAPA 2: MAPAS DE ÁREAS DE MÁXIMO RIESGO DE CONTAGIO. (ESPACIOS CLAVE DE ACTUACIÓN)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mapa 2.1. Mapa de áreas de máximo peligro de propagación (áreas de máximo tránsito de potenciales positivos asintomáticos) sanitarios</li> <li>○ Mapa 2.2 Mapa de áreas de máximo riesgo (áreas de máximo tránsito de potenciales positivos asintomáticos ponderado por la densidad de población afectable)</li> <li>○ Mapa 2.3. Mapa de puntos de máxima posibilidad de contacto físico entre la población en las áreas de máximo riesgo</li> <li>○ Mapa 2.4 Mapa de espacios clave para la aplicación de medidas de limpieza y desinfección</li> <li>○ Mapa 2.5 Mapa de espacios óptimos para la realización de test de diagnóstico (PCR, otros)</li> </ul>	

<b>MAPA 3: MAPA DE EVOLUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS AFECTADOS POR COVID 19. ANÁLISIS DIACRÓNICO</b>
○ <b>Mapa 3.1 Mapa de áreas de la ciudad más proclives al desconfiamento (áreas limpias)</b>
<b>MAPA 4: MAPA DE APOYO A LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD DE LA POBLACION EN LOS ESPACIOS DESCONFINADOS</b>
○ <b>Mapa 4.1 Espacios públicos de expansión preferentes para cada área urbana</b>
<b>FICHA DE DIAGNÓSTICO ACTUALIZABLE</b>

El equipo de investigación añade al proceso, a través de una Ficha de diagnóstico, una breve discusión y análisis de resultados de la situación observada en la cartografía, a modo de Informe de diagnóstico experto.

#### **Equipo de trabajo conjunto:**

La experiencia está coordinada por la **Cátedra de Seguridad, Emergencias y Catástrofes**, y a cargo del **Equipo de Investigación Análisis Territorial del Riesgo** (Dpto. de Geografía), con la colaboración para nuevas aplicaciones de un equipo de investigación de **Ingeniería de Telecomunicaciones**.

Profesores e investigadores del Dpto. de Geografía pertenecientes al Grupo "Análisis Territorial del Riesgo" (UMA)	Profesores e investigadores miembros de la Cátedra de Seguridad, Emergencia y Catástrofes de la UMA.	Profesores e investigadores del Dpto de Ingeniería de Telecomunicación Grupo de Investigación "Ingeniería de Telecomunicación"
Investigadora Responsable: María Jesús Perles Roselló	Director de la Cátedra: Jesús Miranda Páez	Raquel Barco Moreno Vicerrectora de Smart Campus de la Universidad de Málaga

#### **Empresas colaboradoras:**

ESRI (España): Soporte técnico gratuito. (Licencia corporativa)

Deveryware (España)

#### **Destinatarios de la plataforma cartográfica de apoyo a la decisión y de la labor de asesoramiento científico y técnico:**

Delegación en Málaga de la Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía, y, a través de ellos:

Servicios de Coordinación y Protección Civil del Ayuntamiento de Málaga

Diputación Provincial de Málaga y ayuntamientos de la provincia de Málaga.

**Referencia:** Perles Rosello, M.J. Sortino Barrionuevo, J.F, Cantarero Prados, F.J, Castro Noblejas, H., De la Fuente Roselló, A.L., Orellana Macías, J.M, Reyes Corredera, S., Mérida Rodríguez, M. (2020): *Propuesta metodológica para la elaboración de una cartografía de riesgo de COVID19 en entornos urbanos*. Informe Inédito. Dpto. de Geografía, Universidad de Málaga.