

# Situación del CoVID-19 en España

Comentario Científico

## ES INDISPENSABLE DECRETAR UN CONFINAMIENTO TOTAL

Las simulaciones matemáticas advierten que las medidas actuales del sistema llevarán a un colapso del sistema sanitario alrededor del 25 de marzo.

Dadas las proyecciones y la experiencia en otros países, es necesario anticiparse a la situación y no es razonable esperar a reaccionar.

Para evitar el colapso del sistema sanitario sólo existe la opción de intensificar las medidas de confinamiento y de restricción de la movilidad.

Los abajo firmantes somos miembros de la comunidad científica, incluyendo expertos que trabajamos en las áreas de salud pública, epidemiología, infectología, microbiología, biología molecular, dinámica y propagación de epidemias y otras áreas relevantes para la comprensión de la diseminación del CoVID-19 y los efectos de las medidas de control. Manifestamos nuestra preocupación porque las acciones tomadas hasta el momento, aun cuando en la buena dirección, han sido insuficientes para conseguir que el crecimiento exponencial actual pase a ser sub-exponencial. Considerando el ritmo de crecimiento actual, basado en el número básico de reproducción ( $R_0$ ), podemos esperar que el número de casos no se pueda alterar. La elevada proporción de personas asintomáticas y la relevante transmisibilidad presintomática son algunas de las barreras para frenar el incremento de casos. Además, cabe destacar que la estructura de edad de la población española (18% de la población tiene 65 años y más) incrementa notablemente el riesgo de complicaciones y mortalidad. En conclusión, los datos existentes apuntan a que las medidas adoptadas a fecha de hoy **no** serán suficientes para evitar el colapso del sistema sanitario y, en consecuencia, la morbilidad y mortalidad de la CoVID-19.

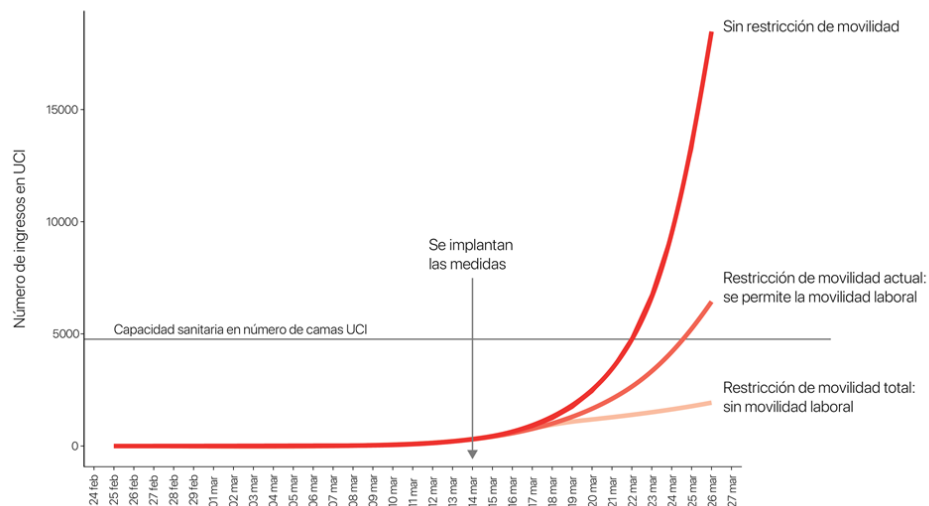
Por definición, el alcance real de la epidemia sólo se puede calcular a posteriori. Durante la fase de epidemia, las decisiones se deben tomar en base a los datos existentes sobre las tendencias en diversos países que han tomado distintas medidas, y en combinación con modelos matemáticos de otras enfermedades. **Expertos la dinámica y propagación de epidemias en el ámbito de las enfermedades infecciosas han realizado estimaciones para España utilizando múltiples modelos matemáticos y en todos los casos, bajo diferentes supuestos, existe convergencia en que habrá un gran volumen de casos en las próximas semanas.** En concreto, modelos de la *URV* y *UNIZAR* (Ilustración 1 y Apéndice) muestran

la evolución del número de pacientes que requerirán hospitalización en unidades de cuidados intensivos (UCI) por CoVID-19 en tres escenarios, según el tipo de intervención que se aplique:

- Escenario 1: Sin ningún tipo de restricción de movilidad.
- Escenario 2: Con restricción de movilidad parcial (donde se permite movilidad laboral en un 50%) – **situación actual.**
- Escenario 3: Con restricción total de movilidad (no se permite movilidad laboral, salvo en servicios de primera necesidad) – **situación recomendada.**

El riesgo de saturación de nuestro sistema de salud —definido como capacidad de ingreso en UCI— es muy alto. Las intervenciones de control de la transmisión nos alejan del riesgo de atravesar el techo de colapso sanitario en los próximos días. **Con una restricción de movilidad parcial, como la actual, estimamos que se alcanzaría el punto de saturación del sistema sanitario alrededor del 25 de marzo. Esto se podría evitar si la restricción de la movilidad fuera total y se decretara sin demora.**

Predicción de curvas de incidencia de casos CoVID-19 críticos en España



Por todo lo expuesto, y en base al principio de precaución, sería conveniente incrementar el número y la intensidad de intervenciones preventivas no farmacológicas, cuyo efecto está bien establecido. Las proyecciones matemáticas muestran que para poder reducir la  $R_0$  de forma eficaz es necesaria la combinación de múltiples intervenciones, incluyendo el aislamiento de casos (AC), la cuarentena de contactos (CC), el distanciamiento social de personas >70 años (D70), el distanciamiento social de toda la población (D100) y el cierre de escuelas y universidades (CE). El nivel máximo es el bloqueo o confinamiento total, que impide que la población vaya a trabajar. Es muy importante tomar estas medidas antes de que la capacidad asistencial se sature; idealmente entre 2-3 semanas antes. Rogamos al Gobierno una mayor celeridad y decisión en la aplicación de medidas de control de la epidemia que sean contundentes para minimizar el impacto de la pandemia en la población española. Sugerimos las siguientes medidas, que podrían ser sustituidas o complementadas por otras de similares:

#### Diferenciación por zona geográfica:

- 1- **Zonas A:** Cierre de las áreas geográficas con mayor afectación del virus y confinamiento total de sus ciudadanos/residentes, con excepción de los servicios básicos esenciales (incluyendo hospitales, centros sanitarios y de investigación), por un período mínimo de 15-21 días. En particular, se debe adoptar de un modo especial para comunidades con más de 25 casos/10<sup>6</sup> habitantes: Madrid (132 casos/10<sup>6</sup> habitantes), Castilla y León (27), Castilla-La Mancha (39), la Rioja (132), País Vasco (44), Navarra (59) y Catalunya (27).
- 2- **Zonas B:** Confinamiento parcial (50% de la actividad laboral permitida y 25% transporte) en el resto del Estado, con un seguimiento especial de las tasas de crecimiento de nuevos casos en esas zonas para decidir el incremento a Zona A si fuera necesario.
- 3- **Movilidad entre zonas:** Interrupción total del tráfico interurbano no esencial de pasajeros y de las conexiones domésticas aéreas, marítimas y ferroviarias peninsulares por un período mínimo de 15 días (hasta el 4 de abril aproximadamente).

**Diferenciación por fase temporal**, en paralelo a la diferenciación geográfica:

- 1- **En una primera fase de ataque (3 semanas),**
  - a. **Estrategias combinadas** de confinamiento total, interrupción laboral y el distanciamiento social, junto con la intensificación del uso de pruebas diagnósticas en casos sospechosos, da buenos resultados según estudios recientes (Lin, Harvard). La movilidad y los contactos entre personas se deben reducir al máximo (es decir, prohibir todos los desplazamientos y toda actividad económica no básica).
  - b. **Habilitación de un canal de compra y suministro de equipos de protección**, actualmente insuficientes, para el personal sanitario que está altamente expuesto a los contagios y es propenso a contagiar. Estudios recientes indican que el SARS-CoV-2 se puede propagar por contaminación de pestañas y cabellos.
  - c. **Habilitación de hoteles para el aislamiento de casos** de la población general y de sanitarios, con el fin de que no contribuyan a infectar a su núcleo familiar y proteger, al mismo tiempo, el personal sanitario.
- 2- **En una segunda fase de sostenibilidad (2 meses),**
  - a. Incremento de la capacidad de los laboratorios para la realización de las pruebas diagnósticas PCR a todos los residentes con síntomas.
  - b. Creación y habilitación de una aplicación móvil universal para el autoinforme de observaciones y sospechas de COVID-19 por la población.
  - c. Acciones de contención tempranas y focalizadas en áreas con incremento de casos detectados por PCR o por autoinforme de la población.
  - d. Facilitar el acceso a datos de la epidemia a la comunidad científica a fin de dar apoyo de inteligencia artificial, simulación y epidemiología.
  - e. Creación de un núcleo de soporte desde los diferentes grupos que coordine una respuesta científica integral, objetiva y transparente.

<b>Apellido, Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>
Aicart Ramos, Clara	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Biolab manager y Experta técnica</i>
Arenas, Alex	Universitat Rovira i Virgili, Tarragona	<i>Director de Càtedra Ciència y Humanismo; Editor Asociado, Physical Review</i>
Ares, Saúl	Department of Systems Biology, Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Científico Titular</i>
Benlloch, José María	I3M (CSIC-UPV), Valencia	<i>Director</i>
Bernard, Antonio	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Profesor de Investigación</i>
Bruña Romero, Óscar	Departamento de Microbiología, Inmunología y Parasitología, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil	<i>Associate Professor</i>
Buceta, Javier	Bioengineering Department, Chemical and Biomolecular Engineering Department, Lehigh University, USA	<i>Associate Professor</i>
Cale, Malu	Research Group in Bioinformatics and Medical Statistics, Facultat de Medicina i Facultat de Ciències de la Salut i Benestar, Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, Vic.	
Casabona, Jordi	CIBERESP-UAB, Barcelona	<i>Director CEEISCAT</i>
Casals, Martí	Facultat de Medicina i Facultat de Ciències de la Salut i Benestar a la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya	<i>Profesor</i>
Caylà, Joan	Fundació de la Unitat d'Investigació en Tuberculosi de Barcelona	
Chaccour, Carlos	Institut de Salut Global de Barcelona	<i>Assistant Research Professor</i>
Clotet, Bonaventura	Instituto Investigación Germans Trias i Pujol	<i>Director IrsiCaixa</i>
Cota, Wesley	Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil	<i>PhD Candidate</i>
Cuesta, José A.	Universidad Carlos III de Madrid	<i>Catedrático de Universidad</i>
de León, Manuel	Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT-CSIC) y Real Academia de Ciencias	<i>Fundador y Profesor de Investigación</i>
Domingo Solans, Esteban	Profesor "ad honorem" del CSIC , Centro de Biología Molecular Severo Ochoa.	<i>Profesor de Investigación</i>
Fernández Oliva, Albert	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigador predoctoral</i>
Fernández Soto, Daniel	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>PhD Candidate</i>
Figueras, Antonio	Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC), Madrid	<i>Profesor de Investigación</i>
Gallego Cámara, Beatriz	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigadora postdoctoral</i>
Garcia-Aymerich, Judith	Institut de Salut Global de Barcelona	<i>Jefa de Programa, Enfermedades no transmisibles y medio ambiente</i>
Gasset, Maria	Instituto Química-Física Rocasolano (CSIC)	<i>Investigadora científica (Associate professor)</i>
Gómez Melis, Guadalupe	GRBIO: Research Group in Biostatistics and Bioinformatics, Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech	<i>Professor of Statistics</i>
Gómez Rodríguez, Carmen	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Research Scientist</i>

Gómez-Gardeñes, Jesús	Universidad de Zaragoza, Zaragoza	<i>Profesor Titular</i>
Gómez, Sergio	Universitat Rovira i Virgili, Tarragona	<i>Profesor Titular</i>
Granel, Clara	Universidad de Zaragoza, Zaragoza	<i>Investigadora postdoctoral</i>
Guillén, Francisco	de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Pública de Navarra, Pamplona.	<i>Catedrático de Universidad</i>
Gutiérrez Álvarez, Francisco J.	Department of Molecular and Cell Biology (Coronavirus Laboratory), Centro Nacional de Biotecnología, Madrid	<i>Investigador postdoctoral</i>
Hueso-Gil, Ángeles	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigadora predoctoral</i>
Jarrillo-Herrero, Pablo	Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA, USA	<i>Cecil and Ida Green Professor of Physics</i>
López, Leonardo Rafael	Institut de Salut Global de Barcelona	<i>Investigador postdoctoral</i>
Lowe, Rachel	London School of Hygiene & Tropical Medicine, Londres, Reino Unido	<i>Associate Professor</i>
Lozano, Andrés	University of Toronto	<i>Jefe de Neurocirugía</i>
Maiques, Ana	Neuroelectronics, USA	<i>CEO</i>
Manrubia, Suana	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigadora científica (Associate professor)</i>
Martín Buldú, Jaime	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigador principal</i>
Martín-Benito, Jaime	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Professor</i>
Martínez González, Miguel Ángel	Universidad de Navarra y Harvard University - Harvard School of Public Health	<i>Catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública y Catedrático adjunto</i>
Martínez Sánchez, José María	Universitat Internacional de Catalunya	<i>Responsable del Grupo de Evaluación de Determinantes de la Salud y Políticas Sanitaria</i>
Matamalas, Joan T.	Harvard Medical School, Boston, MA, USA	<i>Research Associate</i>
Mérida, Isabel	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigadora científica (Associate professor)</i>
Mitjà, Oriol	Instituto Investigación Germans Trias i Pujol	<i>Associate Professor, ERC researcher</i>
Morales, Maria	Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universitat de València	<i>Catedrática</i>
Moreno del Alamo, María	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigadora postdoctoral</i>
Pascual-Leone, Álvaro	Center for Memory Health, Hebrew Senior Life, Boston, MA, USA	<i>Senior scientist</i>
Pereda, María	Departamento Ingeniería de Organización, Administración de empresas y Estadística, Universidad Politécnica de Madrid	<i>Assistant Professor</i>
Pérez Losada, Jesús	Instituto de Biología Molecular y Celular del Cáncer de Salamanca	<i>Científico titular del CSIC</i>
Poyatos, Juan F.	Logic of Genomic Systems Laboratory. CNB-CSIC	<i>Group Leader</i>
Puig Reixac, Maria Teresa	Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.	
Real, Jordi	Unidad Bioestadística, USR Barcelona DAP-CAT	<i>Bioestadista</i>
Risco Ortiz, Cristina	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Directora del Laboratorio de Estructura Celular</i>
Rodó, Xavier	Institut de Salut Global de Barcelona	<i>ICREA, Jefe de Programa, Clima y Salud</i>

Ruffini, Giulio	Starlab, USA	<i>CEO</i>
Sardanyés, Josep	Centre de Recerca Matemàtica (CRM)	<i>Investigador Ramón y Cajal</i>
Sánchez Villegas, Almudena	Departamento de Ciencias Clínicas, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria	<i>Catedrática,</i>
Seoane Blanco, Mateo	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>PhD Candidate</i>
Solé, Ricard	Complex Systems Lab- UPF, Barcelona	<i>ICREA Research Professor</i>
Soriano-Paños, David	Universidad de Zaragoza, Zaragoza	<i>Investigador postdoctoral</i>
Steinegger, Benjamin	Universitat Rovira i Virgili, Tarragona	<i>PhD Candidate</i>
Sunyer, Jordi	Institut de Salut Global de Barcelona	<i>Jefe de Programa, Infancia y Medio Ambiente</i>
Tamames, Javier	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC), Madrid	<i>Investigador</i>
Tobías, Aurelio	Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (CSIC - IDAEA), Barcelona	<i>Investigador Científico (Associate professor)</i>
Estefania Toledo,	Centro de Investigación Biomédica en Red- Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición, Universidad de Navarra.	
Valls, Joan	Institut de Recerca Biomèdica de Lleida	<i>Experto en Estadística y Metodología de la Investigación</i>
Valverde, Sergi	Institut de Biologia Evolutiva (CSIC-UPF), Barcelona	<i>CSIC Tenured Scientist</i>
Vilà-Freixa, Jordi	Departamento de Ciencias Básicas, Universitat Internacional de Catalunya	<i>Vicerrector de investigación</i>
Vioque, Jesús	Universidad Miguel Hernandez	<i>Catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública</i>

## Apéndice 1 – Modelo matemático

El modelo que usamos es una nueva versión de una familia de modelos epidemiológicos en tiempo discreto, que ha sido especialmente modificado para representar las dinámicas de transmisión de SARS-COV-2, el virus que causa la enfermedad COVID-19. El modelo pretende estimar la tasa de riesgo de cada municipio de España, teniendo en cuenta: (1) La dinámica de transmisión de SARS-COV-2, (2) los patrones de movilidad recurrente en España, y (3) la demografía de la población española.

Respecto a la transmisión del virus, utilizamos un modelo compartimental, que quiere decir que se divide a la población según su estado epidemiológico en compartimentos, que son:

- Susceptible: individuo que no ha contraído la enfermedad, pero puede contraerla.
- Expuesto: individuo que está infectado pero que está en fase de incubación y, por tanto, todavía no es infeccioso.
- Asintomático: individuo que ya está infectado y es infeccioso, pero sin síntomas relevantes.
- Infectado: muestra síntomas fácilmente atribuibles a una infección COVID-19
- Hospitalizado: individuo que está infectado, pero ha sido detectado y precisa de hospitalización. Este individuo ya no propaga la enfermedad porque se supone confinado en el hospital.
- Recuperado: individuo que ya no es infeccioso y no puede contraer el mismo virus otra vez, sea porque se ha recuperado de la infección y ha desarrollado inmunidad, o bien porque ha fallecido.

Las transiciones entre compartimentos las regulan las probabilidades de transmisión, recuperación, etc., que hemos derivado de los estudios de COVID-19 publicados hasta el momento.

Respecto la movilidad, hemos utilizado datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística que recogen los viajes hechos por trabajo entre municipios y dentro de municipios. Este conjunto de datos reporta el flujo entre municipios (pero sólo aquellos flujos que cuenten con más de 10 viajes), para todos los municipios de España mayores de 100 habitantes. Nosotros incorporamos la movilidad al modelo porque consideramos que es fundamental para entender cómo se propaga una infección por el territorio. Nuestro modelo permite simular que resultados de riesgo se obtendrían en caso de imponer restricciones de movilidad globales o locales.

Respecto a la demografía, hemos considerado esencial dividir la población del país en tres compartimentos: jóvenes (de 0 a 25 años), adultos (26 - 65) y mayores (>66). Las evidencias más recientes sobre el COVID-19 es que afecta en diferente manera a cada uno de estos grupos. En nuestro modelo, las diferencias que establecemos entre estos tres grupos son, esencialmente que:

- Los jóvenes y los mayores no se mueven por el territorio con la misma probabilidad que los adultos.
- Los jóvenes tienen, con más probabilidad que el resto, infecciones donde solo se observa una fase asintomática (o con síntomas leves), y que, por tanto, son más difíciles de detectar.
- Las personas mayores precisan de hospitalización con mucha más probabilidad que los jóvenes o los adultos.

### ***Limitaciones***

- El modelo no predice la importación de casos internacionales.
- El modelo asume los parámetros epidemiológicos reportados hasta el momento, pero que podrían ir variando en función de los estudios epidemiológicos.
- El modelo asume que los datos de movilidad reportados por el INE no varían, es decir, la estimación cambiaría sustancialmente si la movilidad sufre restricciones.

### ***Ventajas***

- El modelo permite alterar los parámetros epidemiológicos según sean reportados en próximos estudios epidemiológicos.
- El modelo permite estudiar la influencia del periodo asintomático y su infectividad asociada.
- En función de estos parámetros podemos estimar el mapa de riesgo de nuevos casos, anticipándonos a la propagación del virus por individuos asintomáticos.

- Las restricciones de movilidad masiva (cuarentena) pueden ser fácilmente introducidas en el modelo, permitiendo la obtener nuevos valores de riesgo bajo esas medidas. Esto podría ser útil a las autoridades sanitarias, que podrían usar este modelo para testear la eficacia de restricciones de movilidad en la expansión del virus.