



MANUAL METODOLÓGICO
OBJETIVO 5

**ÍNDICES SINTÉTICOS DE
VULNERABILIDAD SOCIAL**

GEOCOVID.UNIZAR.ES



EQUIPO INVESTIGADOR Y DE TRABAJO

Investigadores principales

María Zúñiga Antón

Severino Escolano Utrilla (Investigador Principal desde septiembre de 2021 a marzo de 2022)

Equipo investigador

Ángel Pueyo Campos

José Antonio Salvador Oliván

Juan José Calvo Miranda

Nuria Esther Pascual Bellido

Raúl Postigo Vidal

Jorge Navarro López

Carlos López Escolano

José María Llorente González

Marcos Zuñil Martín

María José Amorín Calzada

Equipo de trabajo

Patricia Galán Malo

María Luz Hernández Navarro

Raquel Sánchez Recio

Jorge Jover Galtier

Samuel Esteban Rodríguez

María Sebastián López

Fernando López Martín

Marta Pastor Sanz

Elena Nuin Cons

Carmen Bentué Martínez

Maria Jesús Fernández Ruiz

Ricardo Badía Lázaro

M^a Isabel Rabanaque Hernández

Juan Antonio Parrilla Huertas

Alberto Serrano Andrés

Rafael Martínez Cebolla

Ignacio Quilez Aznar

Lucía López



Este documento ha sido financiado por el Proyecto I+D+i concedido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, titulado "La propagación espaciotemporal de la COVID-19 (Sars-CoV-2) en España y su relación multiescala con los patrones de movilidad cotidiana y vulnerabilidad sociodemográfica" (Ref. PID2020-115904RB-I00) y recoge los principales resultados del mismo.

Mayo 2025

MANUAL METODOLÓGICO

OBJETIVO 5

ÍNDICES SINTÉTICOS DE VULNERABILIDAD SOCIAL

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos	04
2. Índice de vulnerabilidad social en Zaragoza y Aragón	05
3. Índice de vulnerabilidad social en España	08
4. Conclusiones	10
5. Bibliografía	11

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los impactos de la COVID-19 no se han distribuido de manera homogénea en el territorio, sino que han estado estrechamente relacionados con la vulnerabilidad de las poblaciones (Seddighi, 2020). La vulnerabilidad social es un concepto multidimensional en el que intervienen factores de distinta naturaleza, como la estructura demográfica, la disponibilidad de recursos económicos, el nivel de formación, la situación laboral, el entorno residencial, las características del hogar, las condiciones de salud, la accesibilidad a servicios y equipamientos, y los factores relacionales o de participación social y política (Mah et al., 2023). La interacción entre estos determinantes se manifiesta de manera desigual entre territorios y grupos sociales, generando perfiles específicos de vulnerabilidad y desigualdades espaciales. Esta variabilidad territorial pone de relieve la importancia de desarrollar herramientas de medición y cartografías temáticas que permitan cuantificar y representar estas desigualdades, facilitando así la planificación de intervenciones más eficaces a distintas escalas geográficas.

El presente informe metodológico se enmarca en el desarrollo del Objetivo 5 del proyecto de investigación “La propagación espaciotemporal de la COVID-19 (SARS-CoV-2) en España y su relación multiescala con los patrones de movilidad cotidiana y vulnerabilidad sociodemográfica (PID2020-115904RB-I00)”, financiado por la Agencia Estatal de Investigación en la convocatoria 2020. Este objetivo plantea

como propósito el diseño y representación cartográfica de un índice sintético de vulnerabilidad social, orientado a identificar los espacios más sensibles ante una crisis sanitaria y evaluar su relación con los patrones territoriales de propagación y morbilidad de la COVID-19. En línea con el compromiso de transferencia metodológica del proyecto, este documento recoge de forma sintética la metodología seguida para la construcción de dos índices sintéticos de vulnerabilidad social, con el fin de facilitar su replicabilidad en otros contextos regionales o internacionales.

Por un lado, se ha desarrollado una metodología participativa y multiescalar en Zaragoza y la Comunidad Autónoma de Aragón, basada en la técnica Analytic Hierarchy Process (AHP) y aplicada a escalas detalladas como la manzana, sección censal y Zona Básica de Salud. Por otro, un índice sintético de cobertura estatal, construido a partir de variables sociodemográficas disponibles a nivel de sección censal y posteriormente agregadas a escala de ZBS. Ambos enfoques comparten una fundamentación conceptual común —la vulnerabilidad social entendida como fenómeno estructural asociado a los Determinantes de la Salud (DS)— y una orientación clara hacia la representación cartográfica como herramienta para la toma de decisiones. La selección de indicadores en ambos casos se ha basado exclusivamente en fuentes oficiales, públicas y abiertas, con el objetivo de garantizar la replicabilidad, la transparencia metodológica y la aplicabilidad futura del índice.

2. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL EN ZARAGOZA Y ARAGÓN

En el caso del análisis realizado en Zaragoza y Aragón, el índice sintético de vulnerabilidad social (ISVS) se construyó a partir de siete indicadores organizados en cuatro dimensiones: perfil demográfico, condiciones de habitabilidad, nivel socioeconómico y configuración urbana. Los indicadores seleccionados fueron: densidad de población, porcentaje de población mayor

de 60 años, porcentaje de población extranjera, porcentaje de mujeres, porcentaje de población sin estudios, renta neta media por persona y porcentaje de viviendas con menos de 20 m² por habitante. Estos datos proceden del Padrón Municipal de Habitantes (febrero de 2020), el Catastro y el Atlas de Distribución de Renta de los Hogares (INE, 2020) (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores empleados para el cálculo del índice sintético de vulnerabilidad social (Zaragoza y Aragón).

DIMENSIÓN	INDICADOR	CÁLCULO	FUENTE Y FECHA
Configuración del espacio urbano	Densidad de población	Población total / superficie (km ²)	Padrón Municipal de Habitantes (2022)
Perfil demográfico	Población mayor	(Población mayor de 65 años / Población total) * 100	
	Población femenina	(Población total mujeres / Población total) * 100	
	Población extranjera	(Población extranjera / Población total) * 100	
Habitabilidad	Hacinamiento	(Viviendas con menos de 20 m ² por ocupante / Total de viviendas) * 100	Censo de Población y Viviendas (2021)
Nivel socioeconómico	Nivel de estudios	(Población con estudios hasta primera etapa de Secundaria / Población total) * 100	
	Baja renta	Renta neta media por persona	Atlas de Distribución de Renta de los Hogares (2021)

La asignación de pesos a los indicadores se llevó a cabo mediante la técnica AHP, un método de ayuda a la decisión multicriterio que permite transformar juicios subjetivos en valores numéricos ponderados. Su aplicación consistió en una encuesta abierta dirigida a profesionales de distintos ámbitos (geografía, salud pública, trabajo social, administración, etc.), así como a ciudadanía interesada, con el objetivo de incorporar una perspectiva plural

y fundamentada al diseño del índice. La encuesta se estructuró en forma de matriz de comparaciones por pares en la que las personas participantes debían valorar la importancia relativa entre cada par de factores en función de su influencia en la generación de vulnerabilidad social en el contexto de la COVID-19. Las respuestas se codificaron en una escala de razón de nueve niveles (de 1 a 9) según la propuesta de Saaty (Tabla 2).

Tabla 2. Escala numérica de la técnica AHP (Saaty, 1980).

ESCALA NUMÉRICA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual importancia	Dos elementos contribuyen por igual al objetivo
3	Débil importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y los juicios favorecen ligeramente un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	La experiencia y los juicios favorecen fuertemente un elemento sobre otro
7	Importancia muy fuerte o demostrada de uno sobre otro	Un elemento domina muy fuertemente sobre otro; su dominio se demuestra en la práctica
9	Importancia absoluta/extrema de uno sobre otro	Un elemento domina al otro, con el mayor orden de afirmación posible



En la encuesta participaron 404 personas de diferentes perfiles profesionales (sanitario, geografía, trabajo social y público general) que compararon por pares la importancia de cada uno de los indicadores como generadores de vulnerabilidad social en el contexto de pandemia. De las respuestas se obtuvo el vector de prioridad o peso promedio de cada indicador, siendo los tres más valorados el hacinamiento (peso final: 0,223), la población mayor de 60 años (0,218) y la densidad de población (0,204), seguidos del nivel de renta (0,103), la población extranjera (0,099), el nivel de formación (0,08) y la población femenina (0,073).

Calculados los pesos para cada factor mediante el paquete `ahpsurvey` de RStudio y normalizados los valores de los indicadores, se procedió a calcular el índice de vulnerabilidad social: se multiplicaron los indicadores por los pesos resultantes y posteriormente se sumaron. Únicamente en el caso del indicador de renta, el valor normalizado fue restado a uno, ya que presenta una relación inversa con la vulnerabilidad. El índice fue aplicado a distintas unidades geográficas: manzana, sección censal, distrito y Zona Básica de Salud (ZBS), lo que permitió analizar la distribución de la vulnerabilidad social a diferentes escalas. La cartografía resultante combinó representaciones del índice sintético con mapas de cada indicador.



3. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL EN ESPAÑA

En el caso del análisis estatal, se diseñó un índice aditivo de vulnerabilidad social a partir de cinco variables sociodemográficas disponibles a nivel de sección censal, posteriormente agregadas a escala de Zona Básica de Salud (ZBS). Los indicadores empleados fueron: porcentaje de población mayor de 65 años, porcentaje de mujeres, porcentaje de población extranjera, porcentaje de población con estudios superiores, y renta neta media por persona. Las fuentes utilizadas fueron el Censo de Población y Viviendas 2021 y el Atlas de Distribución de Renta de los Hogares (INE, 2020) (Tabla 3). Los indicadores se descargaron en origen a nivel de sección censal,

y para agregarlos a la unidad espacial de trabajo —la ZBS— se realizó una operación de unión espacial en SIG, calculando el sumatorio en el caso de la población total y el promedio para los indicadores de vulnerabilidad. En la Comunidad Foral de Navarra, debido a la elevada proporción de secciones censales sin datos en el ADRH (497 de 576), los datos de renta se obtuvieron del Instituto de Estadística de Navarra (NAS-TAT), con nivel de desagregación municipal. Los valores medios de renta por ZBS se estimaron como el promedio del conjunto de municipios integrantes; en el caso de las ZBS de Pamplona, se asignó un valor único.

Tabla 3. Indicadores empleados para el cálculo del índice sintético de vulnerabilidad social (España).

DIMENSIÓN	INDICADOR	CÁLCULO	FUENTE Y FECHA
Perfil demográfico	Población mayor	$(\text{Población mayor de 65 años} / \text{Población total}) * 100$	Censo de Población y Viviendas (2021)
	Población femenina	$(\text{Población total mujeres} / \text{Población total}) * 100$	
	Población extranjera	$(\text{Población extranjera} / \text{Población total}) * 100$	
Nivel socioeconómico	Nivel de estudios	$(\text{Población con estudios hasta primera etapa de Secundaria} / \text{Población total}) * 100$	Atlas de Distribución de Renta de los Hogares (2020); Navarra: NASTAT
	Renta media	Renta neta media por persona	



Una vez calculados los valores promedio de cada indicador a escala de ZBS, se procedió a su reclasificación ordinal en una escala de 1 a 4, donde 1 representa menor vulnerabilidad y 4 mayor vulnerabilidad. Esta reclasificación se aplicó después del proceso de agregación desde secciones censales, garantizando que la categorización reflejara fielmente las características medias de cada ZBS. Los puntos de corte se definieron siguiendo criterios de distribución empírica (cuartiles o rupturas

naturales), y en todos los casos los valores más desfavorables se asociaron a puntuaciones más altas (Tabla 4). En el caso específico de la renta, se invirtió la escala previamente, dada su relación inversa con la vulnerabilidad. Tras la reclasificación de los cinco indicadores, se sumaron las puntuaciones obtenidas por cada ZBS, generando un índice final con valores teóricos comprendidos entre 6 y 20, siendo este último el nivel de máxima vulnerabilidad social.

Tabla 4. Intervalos de referencia para la reclasificación y cálculo del índice sintético de vulnerabilidad social (España).

VALOR RECLASIFICADO	POBLACIÓN MAYOR (%)	POBLACIÓN FEMENINA (%)	POBLACIÓN EXTRANJERA (%)	POBLACIÓN CON ESTUDIOS: UNIVERSITARIOS (%)	RENTA NETA MEDIA POR PERSONA
1	<20	<48	<0,05	> 40	> 14
2	20 - 25	48 - 50	0,05 - 0,10	30 - 40	12 - 14
3	25 - 30	50 - 52	0,10 - 0,15	20 - 30	10 - 12
4	> 30	> 52	> 0,15	< 20	< 10

4. CONCLUSIONES

Las dos metodologías presentadas en este informe responden a enfoques complementarios en el análisis territorial de la vulnerabilidad social. El índice aplicado en Zaragoza y Aragón, basado en una técnica participativa de ponderación (AHP) y desarrollado a distintas escalas espaciales, permite una lectura detallada y adaptada a contextos locales, integrando criterios expertos y ciudadanos en el diseño del indicador. Por su parte, el índice estatal, de carácter aditivo y construido a partir de datos homogéneos a escala censal, ofrece una solución operativa para

diagnósticos de cobertura nacional, fácilmente actualizable y comparable entre territorios. Ambas aproximaciones comparten una base conceptual común, fundamentada en los DS, y priorizan la representación cartográfica como herramienta para la toma de decisiones. La experiencia metodológica desarrollada demuestra la viabilidad técnica y analítica de este tipo de índices, y sienta las bases para su aplicación en otros ámbitos geográficos, tanto a nivel autonómico como internacional, siempre que se disponga de datos equivalentes a escala inframunicipal.



BIBLIOGRAFÍA

- » Mah, J. C., Penwarden, J. L., Pott, H., Theou, O. y Andrew, M. K. (2023). Social vulnerability indices: a scoping review. *BMC Public Health*, 23(1), 1253. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16097-6>
- » Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- » Seddighi, H. (2020). COVID-19 as a natural disaster: focusing on exposure and vulnerability for response. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 14(4), e42-e43. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.279>





MANUAL METODOLÓGICO
OBJETIVO 5

**ÍNDICES SINTÉTICOS DE
VULNERABILIDAD SOCIAL**

GEOCOVID.UNIZAR.ES