

Análisis espacial de la vulnerabilidad territorial (2000-2020) de los municipios cántabros a partir del Índice de Moran

Spatial analysis of the territorial vulnerability of the cantabrian municipalities from the Moran's Index

ELMA CIDONCHA GOICOCHEA¹  0000-0002-4463-713X

GEMA CÁRDENAS ALONSO²  0000-0002-4977-8599

ANA NIETO MASOT²  0000-0001-9301-8637

¹ Universidad de Extremadura, España

² Departamento de Arte y Ciencias del Territorio, Universidad de Extremadura, España

Resumen

Los municipios de Cantabria han sufrido importantes cambios demográficos en los últimos años, haciendo que, en la actualidad, la población se estructure de manera heterogénea a lo largo de su territorio. Esta distribución se ve influenciada por la vulnerabilidad territorial basada en variables demográficas y socioeconómicas, la cual se analizará en el presente trabajo debido a las escasas investigaciones que existen actualmente sobre este ámbito. Para ello, se realizará una búsqueda bibliográfica sobre el tema, se recopilarán datos alfanuméricos y cartográficos a escala municipal y de núcleos de población, y se calcularán los Índices de Moran mediante los Sistemas de Información Geográfica. Analizando a partir de tablas y representaciones cartográficas los resultados obtenidos, se observa que la vulnerabilidad de este territorio se concentra generalmente en los municipios más rurales y envejecidos de Cantabria, haciendo que los más desarrollados posean una vulnerabilidad casi inexistente. A pesar de eso, existen variables que deben ser resaltadas, ya que invierten los resultados dotando de debilidad a los municipios más poblados y haciendo que los rurales adquieran características favorables.

Palabras clave: análisis espacial; Cantabria; índice de Moran; territorio; vulnerabilidad.

Fechas • Dates

Recibido: 2022.06.08
Aceptado: 2022.11.02
Publicado: 2023.01.02

Autor/a para correspondencia Corresponding Author

Gema Cárdenas Alonso
gemacardenas@unex.es

Abstract

The municipalities of Cantabria have undergone important demographic changes in recent years, with the result that the population is heterogeneously distributed throughout the territory. This distribution is influenced by the territorial vulnerability, based on demographic and socio-economic variables, which will be analysed in this paper due to the scarce research that currently exists in this area. To this end, a bibliographic search on the subject will be carried out, alphanumeric and cartographic data will be compiled on a municipal and population centre scales and the Moran's indexes will be calculated using Geographic Information Systems. Analysing the results obtained from tables and cartographic representations, it can be seen that the vulnerability of Cantabria is concentrated in the most rural and ageing municipalities, with the most developed ones having an almost non-existent vulnerability. Despite this, there are variables which should be highlighted, as they invert the results, giving vulnerability to the most populated municipalities and making the rural ones acquire favourable characteristics.

Keywords: spatial analysis; Cantabria; Moran's index; territory; vulnerability.

1. Introducción

A lo largo de los años, la vulnerabilidad territorial ha adquirido protagonismo en numerosas ramas del conocimiento, resultando, a día de hoy, un término polisémico con múltiples significados (Giménez *et. al.*, 2020). Tal término se desarrolla mayoritariamente en el campo de la investigación ambiental (vulnerabilidad al cambio climático) y en el análisis de desastres naturales en los que prima la atención sobre los factores físico-naturales (Prada, 2018), aunque a su vez, tal y como asegura Hidalgo (2009, p. 157), *“ha sido utilizado de forma tradicional en relación al binomio territorio y defensa, a los sistemas financieros, al territorio frente a desastres naturales, al medio físico frente a la presión antrópica, al territorio frente a amenazas y desastres en general, a la fragilidad del patrimonio histórico, o para definir la situación de poblaciones desde el enfoque de desarrollo sostenible”*.

El creciente interés académico por analizar la vulnerabilidad territorial en la teoría social, atribuyéndole cualidades que posibiliten acotarla, comprenderla, compararla, prevenirla y revertirla (Giménez *et. al.*, 2020), hace que no se pueda asociar a esta una única definición. A pesar de eso, son varios los autores que han elaborado investigaciones y dedicado su atención a la relación entre vulnerabilidad y territorio a lo largo de los últimos años, como es el caso de Cardona (2001, p. 2), quien defiende que esta fragilidad territorial se conoce como *“la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste”* o Alguacil (2006, p. 161), quien la conceptualiza desde el punto de vista urbano a partir de la exclusión social y residencial, señalando que *“es un proceso producido por la combinación de varias dimensiones de desventaja, en las cuales, cualquier posibilidad de movilidad social ascendente y la superación de la condición social de exclusión es difícil de lograr”*. Antón *et. al.*, (2008, p. 349) aseguran que *“la vulnerabilidad se enlaza con las dificultades de acceso a la vivienda, considerándola como un proceso complejo y en constante evolución que implica la incapacidad estructural de algunos grupos e individuos para resolver sus necesidades de alojamiento”*.

Teniendo en cuenta el concepto de “vulnerabilidad territorial” que contextualizan los autores anteriores, cabe añadir que una de las características más representativas del mismo es la importancia de la variable poblacional, pues se considera un elemento básico en las estructuras territo-

riales y económicas y en la organización social, adquiriendo un carácter de variable dependiente en relación a los cambios económico-territoriales y a las decisiones de política territorial (De Cos y Reques, 2019).

Considerando que la vulnerabilidad de cada territorio es diferente, en esta investigación se establece como punto de partida la hipótesis de que, actualmente, Cantabria se encuentra sumergida en una gran vulnerabilidad territorial que ha ido evolucionando negativamente a lo largo del tiempo, haciendo que los municipios más rurales, localizados en la zona central de dicha Comunidad Autónoma, presenten una lasitud más elevada que los más desarrollados, situados al norte de la región. Dicha vulnerabilidad se debe en gran parte a la despoblación que ha sufrido este territorio en los últimos años, aunque también cabe destacar la presencia de diversas causas demográficas, como la caída de la natalidad, el incremento de la mortalidad por envejecimiento, etc., y económicas, relacionadas con la evolución de los sectores económicos, en los que el sector primario ha perdido protagonismo, mientras que el terciario ha sufrido cambios favorables, los cuales han hecho que se sitúe en la cúspide de la economía cántabra (Ayuda *et. al.*, 2010). De esta manera, este trabajo posee como objetivo general, analizar, mediante el cálculo del Índice de Moran Global e Índice de Moran Local, diversas variables demográficas y socioeconómicas a escala municipal y de núcleos de población del territorio de Cantabria, con el fin de localizar y entender la vulnerabilidad de tal territorio, ya que, aunque existe una gran variedad de trabajos que tratan este tema de interés a escala nacional e internacional, cabe mencionar que no se han encontrado investigaciones relacionadas con su análisis a nivel municipal de Cantabria o de la Comunidad Autónoma en general.

Por lo tanto, para desarrollar este trabajo y, así, conseguir el objetivo propuesto, ha sido necesario realizar una búsqueda bibliográfica sobre los diferentes ámbitos con los que se trabajará a lo largo de esta investigación. Dicha revisión bibliográfica se ha llevado a cabo teniendo en cuenta artículos académicos, revistas científicas y ejemplares digitales que pueden ser descargados a través de internet. De esta manera, la primera búsqueda bibliográfica se asocia a este concepto. Por este motivo, se han consultado documentos que traten el concepto de vulnerabilidad y sus características (Hidalgo, 2009; Ruiz, 2011; Prada, 2018 y Giménez *et. al.*, 2020) e investigaciones que tengan interés por detectar y analizar áreas vulnerables desde diferentes dimensiones (socio-demográfica, socio-económica, residencial, percibida o subjetiva) en distintos ámbitos y a diferentes escalas (Alguacil *et. al.*, 2014; Méndez, 2015; Rodríguez-Domenech, 2016 y De Cos y Reques, 2019). Dejando atrás la búsqueda sobre vulnerabilidad, en segundo lugar, se realizó una consulta sobre el tratamiento de datos alfanuméricos, con el fin de conocer los cálculos que se pueden realizar si se dispone de datos demográficos y socioeconómicos. En esta búsqueda cabe destacar el Instituto Nacional de Estadística (INE), pues ha elaborado varios artículos en los que se tratan diferentes indicadores (INE, 2008 e INE, 2021). Por último, la tercera búsqueda propuesta fue con relación al índice que recibe protagonismo en este trabajo, es decir, el Índice de Moran, con el objetivo de conocer su origen y analizar sus funciones y características (Moran, 1948; Moran, 1950 y Anselin, 1995). A su vez, con la idea de analizar la metodología que siguen otros autores teniendo como base principal la utilización de este índice, se recopilaron diversas investigaciones internacionales (Álvarez *et. al.*, 2009; Ramírez y Falcón, 2015; Hernández *et. al.*, 2016; Hernández *et. al.*, 2017 y Marconato *et. al.*, 2021) y nacionales (Mur, 1992; Gómez Sánchez 2008; Ordóñez *et. al.*, 2011; Méndez y Prada 2014; Gómez *et. al.*, 2015 y Nieto *et. al.*, 2020) que merece la pena destacar, ya que abordan temas muy diferentes con relación a la demografía, economía, sociedad, sanidad y vulnerabilidad de territorio determinado.

Teniendo en cuenta las tres búsquedas efectuadas y habiendo estructurado la información de las mismas, atendiendo a los conocimientos que poseen los autores mencionados anteriormente, se continuó el presente trabajo delimitando el área de estudio a través de una caracterización general del mismo, descargando datos alfanuméricos y cartográficos teniendo en cuenta importantes organismos públicos como son el INE y el Instituto Cántabro de Estadística (ICANE), y calculando los índices Local y Global de Moran a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG), destacados según Moreno (2007) por ser “una tecnología básica, imprescindible y poderosa para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados”.

A continuación, se expone el área de estudio de la esta investigación, seguido de un tercer epígrafe en el que las fuentes y metodología son descritas. En el apartado 4 se exponen y desarrollan los resultados obtenidos y son discutidos en el siguiente, el quinto. Por último, aparecen las conclusiones y las referencias bibliográficas.

2. Área de estudio

Cantabria es una Comunidad Autónoma de carácter uniprovincial que se encuentra localizada al norte de la península ibérica y que limita al este con el País Vasco (concretamente, con la provincia de Vizcaya), al sur con Castilla y León (provincias de León, Palencia y Burgos), al oeste con el Principado de Asturias y al norte con el mar Cantábrico. Su situación geográfica hace que posea un relieve significativo, pues un 40% de su superficie se encuentra situada por encima de los 700 m de altitud, un 33% adquiere pendientes superiores a 30°, y un 27% equivale a zonas de baja altitud que se asocian a un total de 220 km de costa.

Su clima se caracteriza por ser templado de carácter oceánico y definirse por unas temperaturas suaves con veranos frescos e inviernos poco rigurosos, los cuales sufren la influencia de los vientos del océano Atlántico que chocan con la Cordillera Cantábrica. Las precipitaciones de este territorio son elevadas y se encuentran distribuidas regularmente a lo largo del año, adquiriendo una pluviosidad alta (entre los 1000 y 1300 mm anuales) con abundante nubosidad, escasa oscilación térmica y ausencia generalizada de heladas durante todo el año (Font, 2000).

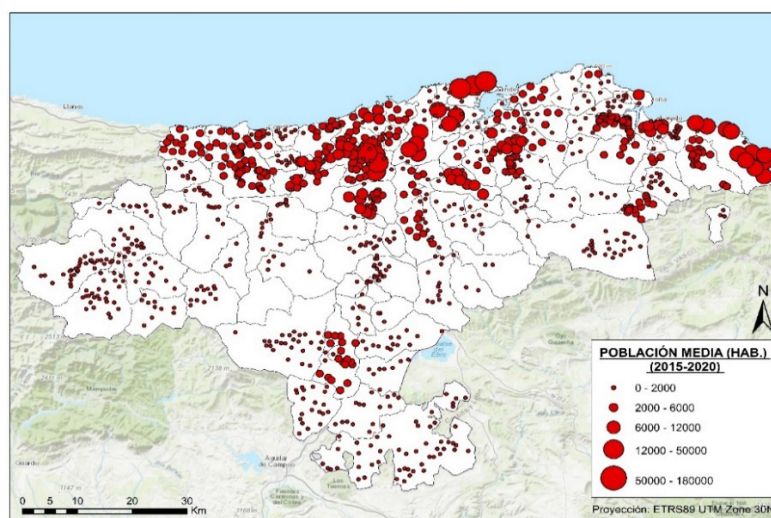
Esta Comunidad está compuesta por 102 municipios y una mancomunidad, Campoo-Cabuérniga. Este territorio mancomunado es uno de los más grandes de España, ya que cuenta con una extensión de casi 7000 hectáreas. Asimismo, cabe destacar que se trata de una unidad administrativa sin población, destinada principalmente al pasto y gestionada de manera mancomunada por los municipios de Hermandad de Campoo de Suso, Cabuérniga, Los Tojos y Ruate (Corbera *et al.*, 2000).

En la actualidad, Cantabria cuenta con una población de aproximadamente 583.904 habitantes según los datos archivados del Instituto Nacional de Estadística (INE) y representa el 1,25% de la población de España, adquiriendo una densidad de población de 109,53 habitantes/km². Tal y como se observa en la Figura 1, las principales poblaciones cántabras se encuentran asentadas en la zona litoral del territorio, destacando la capital cántabra, Santander, con 172.044 habitantes, Torrelavega, como segundo núcleo urbano e industrial de Cantabria, con una población de 51.687 habitantes y Castro-Urdiales con 31.977 habitantes (INE, 2018). Por el contrario, las poblaciones con menor densidad de población se ubican, casi en su totalidad, en las zonas interiores de la Comunidad, sufriendo desde hace años un elevado despoblamiento rural (Pinilla y Sáez, 2017). La pérdida de población rural en Cantabria se ha convertido, desde los primeros años del

siglo XXI, en la tónica general en un contexto generalizado de estancamiento poblacional a nivel regional. Los municipios ubicados en zonas de montaña, excepto aquellos que actúan como cabeceras comarcales, son los que están experimentando la mayor pérdida de población (Delgado, 2018) como consecuencia del proceso de envejecimiento y de las bajas tasas de natalidad, todo lo cual está contribuyendo a importantes desequilibrios territoriales y, por ende, a que ciertos municipios sean los más vulnerables en cuanto a aspectos demográficos y socioeconómicos.

En cuanto a la economía, Cantabria ha pasado de ser generalmente rural a post-industrializada y tendente a los servicios, dividiendo sus sectores económicos según el INE en 2021 de la siguiente manera: 71,1% de servicios, 15% de industria, 6,8% de construcción y 4% de agricultura, ganadería y pesca. Respecto a su Producto Interior Bruto (PIB), cabe destacar que equivale a 14.187 millones de euros, situándola como la 16ª economía de España por volumen de PIB, mientras que en función de su PIB per cápita en 2019, fue de 24.383 euros, ocupando el puesto 9 del ranking de PIB per cápita de las Comunidades Autónomas (Datosmacro, 2021). La distribución de la actividad económica se concentra, en la capital, los municipios costeros, núcleos industriales y de servicios que han equilibrado sus economías con el auge turístico, el eje del valle del Besaya y Reinosa como zonas industriales, y la villa de Potes como centro secundario de servicios para Liébana (ICANE, 2017).

Figura 1. Población media de Cantabria (2015-2020)



Fuente: ICANE. Elaboración propia.

3. Fuentes y metodología

Para la elaboración de este trabajo, se ha llevado a cabo una metodología ordenada en diferentes fases, las cuales se corresponden con los siguientes apartados.

3.1. Datos alfanuméricos

Los datos alfanuméricos que han sido recopilados para la elaboración de este trabajo pertenecen al Instituto Cántabro de Estadística (ICANE), un organismo público de Cantabria que se encarga de la producción y la difusión de estadísticas sobre todos los aspectos de la sociedad y la econo-

mía de dicha Comunidad Autónoma. Teniendo en cuenta este organismo de descarga, se ha recopilado información a escala municipal sobre diferentes variables demográficas y económicas en un periodo de tiempo de veinte años, siendo el 2000 el año inicial y el 2020 el final. En resumen, los datos descargados en primera línea corresponden con los puntos expuestos a continuación:

- Variables demográficas:
 - Población total.
 - Tasa de envejecimiento.
 - Tasa de juventud.
 - Tasa de masculinidad.
 - Nacimientos.
 - Defunciones.
 - Crecimiento vegetativo.
- Variables económicas
 - Renta per cápita.
 - Población parada.
 - Población ocupada.

A partir de los datos anteriores, se han calculado las siguientes variables teniendo en cuenta el promedio de cada una de ellas y clasificándolo en tres intervalos temporales de cinco años (2000-2004, 2005-2009 y 2010-2014) y uno de seis años (2015-2020).

Tabla 1. Variables alfanuméricas definitivas

VARIABLES DEMOGRÁFICAS	Población total
	Crecimiento demográfico
	Tasa de envejecimiento
	Tasa de juventud
	Tasa de masculinidad
	Tasa bruta de natalidad
	Tasa bruta de mortalidad
	Tasa del crecimiento vegetativo
	Saldo migratorio total
	Saldo migratorio por cada 1000 hab.
VARIABLES ECONÓMICAS	Renta per cápita
	Tasa de desempleo
	Tasa de empleo u ocupación
	Tasa de actividad

3.2. Datos cartográficos

Para complementar los datos descritos anteriormente y estudiarlos “sobre el territorio”, se han utilizado diferentes bases cartográficas descargadas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Se ha empleado la capa poligonal de municipios obtenida de la Base Cartográfica Nacional 1:200.000 (BCN200). Aunque esta capa se caracteriza por cartografiar y estructurar información de todos los municipios de España, en este caso se realizó una selección de los 102 municipios de

Cantabria, puesto que son los que se necesitan para la investigación propuesta. Una vez seleccionados tales municipios, se exportaron los datos y, posteriormente, se completaron con la ayuda del editor de ArcGIS, con el fin de asignar a cada municipio su código INE. Como esta capa se utilizará para calcular el Índice de Moran Global y el Índice de Moran Local en base a las variables demográficas y económicas descritas en el apartado anterior, fue necesario realizar una mejora de la tabla principal de atributos, por lo que se completó mediante una unión de datos relacionados por el código INE.

Al tener estructurada la primera capa, se procedió a trabajar con la representativa de los núcleos de población de Cantabria, con la idea de realizar los mismos cálculos en base a una capa de puntos y, así, comparar resultados y analizar posibles diferencias y similitudes a diferentes escalas. La capa de núcleos no se encuentra en primera línea de manera puntual, por lo que fue necesario descargarla como poligonal. Del mismo modo que se hizo anteriormente, la información de esta segunda capa se asoció a la capa final de municipios, teniendo en cuenta el campo que tienen en común ambas capas que, en este caso, es el del código INE.

Una vez obtenida la tabla de los núcleos de población asociados a los municipios de Cantabria, se procedió a convertir la capa poligonal a puntos. Al haber obtenido las bases cartográficas y mejorado a través de consultas y uniones sus características, es posible comenzar a calcular ambos índices de Moran, y, así, poner nombre a los municipios más vulnerables en base a diferentes variables demográficas y socioeconómicas.

3.3. Índice de Moran

El Índice de Moran es una medida estadística desarrollada por Alfred Pierce Moran (1950) que analiza, de forma integral, las variaciones de autocorrelación espacial entre valores vecinos más cercanos. Estos pueden clasificarse como positivos, negativos y sin autocorrelación espacial, de tal modo que, cuando los valores tienden a agruparse, se habla de una autocorrelación espacial positiva, sin embargo, si los valores se distribuyen de manera dispersa, la autocorrelación es negativa. La autocorrelación es inexistente cuando los valores de la variable analizada están distribuidos por el espacio de manera dispersa (De Corso *et. al.*, 2017).

En este índice se distinguen dos estadísticos, I Global de Moran e I Local de Moran, y como recoge Nieto *et. al.*, (2020), se utilizan para analizar la existencia de concentraciones (clúster) y valores atípicos en un conjunto de entidades establecidas y en un campo de análisis determinado. En este caso, el conjunto de entidades se corresponde con los 102 municipios cántabros, mientras que el campo de análisis equivale a las diferentes variables que han sido organizadas a lo largo del apartado de datos alfanuméricos.

Aunque estos cálculos presentan características similares, el primero (Índice de Moran Global) indica en una gráfica la existencia de agrupaciones de valores, mientras que el segundo (Índice de Moran Local) sitúa las agrupaciones en el territorio con diferentes valores. Con todo ello, el Índice de Moran Global se obtiene de una fórmula generada por un algoritmo para el cual es necesario usar la estructura de un SIG con capacidad geoestadística (Moran, 1948). Así, siguiendo las consideraciones de Nieto *et. al.*, (2020), tal índice se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$$

“Donde z_i es la desviación promedio de un atributo para la característica i ; $w_{i,j}$ es la ponderación espacial entre i y j ; n es igual al número total de características; y S_0 es el agregado de todos los pesos espaciales:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}$$

Y z_i se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$z_i = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}}$$

Donde:

$$E[I] = -1/(n-1)$$

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2$$

Este cálculo es una estadística deductiva que se basa en la hipótesis nula, la cual establece que las variables se encuentren distribuidas de forma aleatoria en el territorio. Para rechazar esta hipótesis, el Índice de Moran Global expresa puntuaciones z y valores p , siendo estas una probabilidad, por eso cuando el valor p es muy pequeño, significa que es poco probable que el patrón espacial presente resultados aleatorios, por lo que la hipótesis nula se rechaza. Del mismo modo, las puntuaciones z son desviaciones estándar que pueden ser muy altas o muy bajas, por lo que normalmente son asociadas con valores de p muy pequeños encontrados en los extremos de la distribución normal. Por lo tanto, si los resultados obtenidos en el Índice de Moran Global son valores p pequeños y puntuaciones z muy altas o muy bajas, el valor nulo hace que se rechace la hipótesis. En resumen, el Índice de Moran Global representa la intensidad de las autocorrelaciones entre los grupos de unidades territoriales, pero no identifica el patrón, por lo que para identificar las correlaciones en el territorio se calcula el Índice de Moran Local, a través de la siguiente fórmula (Nieto *et. al.*, 2020):

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})$$

“Donde x_i es el atributo analizado para cada entidad i ; \bar{X} es la media que corresponde al atributo; $w_{i,j}$ es el peso espacial entre las entidades i y j , y la ecuación:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} x_j}{n-1} - \bar{X}^2$$

Siendo n es el número total de entidades consideradas. Como el resultado de la I de Moran se especifica al obtener puntuaciones zI_i , es decir, la desviación estándar, se obtiene a través de la ecuación:

$$zI_i = \frac{I_i - E[I_i]}{\sqrt{V[I_i]}}$$

Donde:

$$E[I_i] = -\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}}{n-1} \quad \text{y} \quad V(I_i) = E[I_i^2] - E[I_i]^2$$

Este análisis geostatístico calcula un valor capaz de especificar si los municipios con altas proporciones de un grupo se encuentran cerca de otros municipios con altas proporciones dentro de ese grupo. En el caso estudiado, se determinó que el tipo de relación analizada sería la distancia euclidiana y el criterio de distancia sería la inversa al cuadrado, pues previamente se apreció que la capacidad de relación se reduce conforme aumenta la distancia. Por este motivo, se obtuvieron valores de p en las áreas agrupadas que representan la significancia estadística según el siguiente código:

- High-High (alto-alto): Áreas con alta presencia rodeadas de áreas con alta presencia.
- Low-Low (bajo-bajo): Áreas con baja presencia rodeados de unidades con baja presencia.
- High-Low (alto-bajo): Áreas con alta presencia rodeadas de unidades con baja presencia.
- Low-High (bajo-alto): Áreas de baja presencia rodeadas de unidades con alta presencia.
- No significativos: Zonas sin asociación espacial característica.

Atendiendo a los cinco puntos descritos, es importante añadir que el resultado High-High (alto-alto) y Low-Low (bajo-bajo) son agrupaciones, mientras que los resultados Low-High (bajo-alto) y High-Low (alto-bajo) se consideran valores atípicos.

Una vez analizadas las funciones de ambos índices, se procedió a calcular individualmente cada uno de ellos. El primero en ser calculado fue el Índice de Moran Global y, seguidamente, el índice de Moran Local, teniendo en cuenta todas y cada una de las variables descritas en el apartado de datos alfanuméricos para los periodos de 2000-2004 y 2015-2020 y pertenecientes a la capa poligonal de municipios. Se llevó a cabo el mismo procedimiento para las variables de la capa de puntos de los núcleos de población, con la finalidad de contrastar posteriormente los resultados teniendo en cuenta dos escalas diferentes.

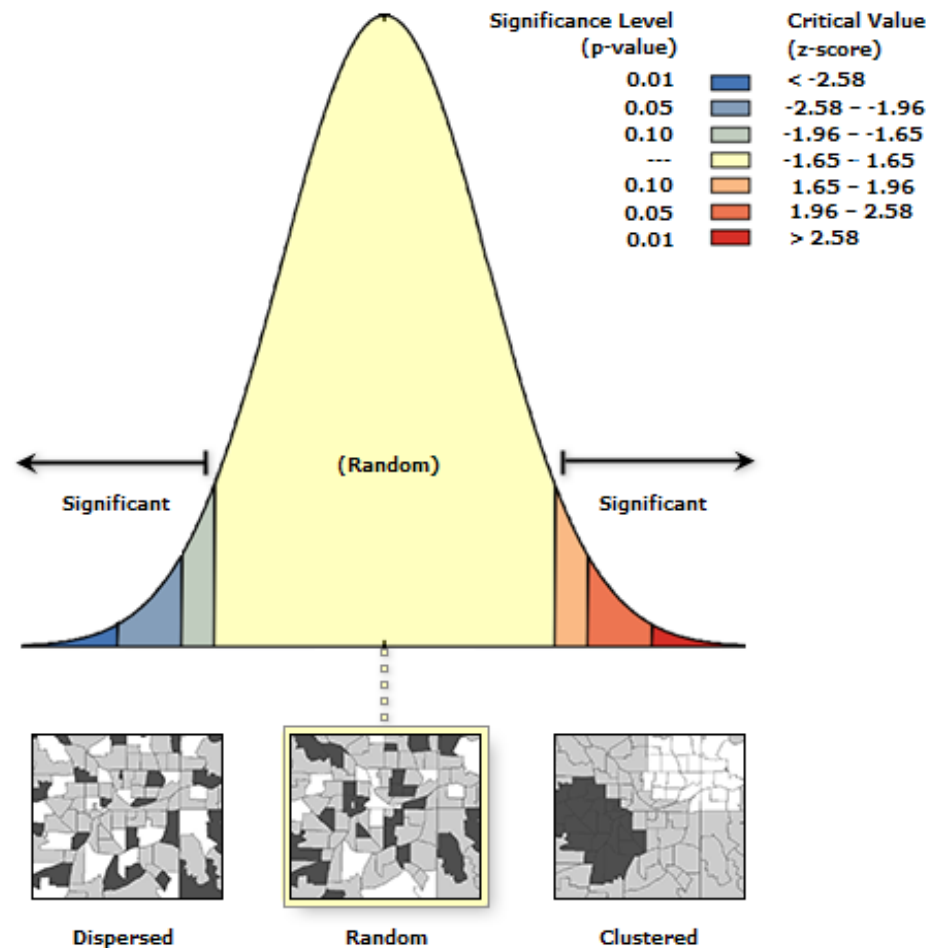
4. Resultados

En primer lugar, se ha calculado el Índice de Moran Global de las variables demográficas y socioeconómicas representadas en la capa poligonal de municipios y la capa puntual de núcleos de población de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Independientemente del tipo de análisis de patrones espaciales con ArcGIS que se vaya a realizar, tal y como se mencionó anteriormente, en todos estos cálculos se partirá de una hipótesis nula, la cual establece que las entidades o los valores de las entidades se distribuyen de manera aleatoria, y se obtendrá un gráfico lineal como el que se expone a continuación (ver Figura 2) y una serie de parámetros únicos (“ z ” y “ p ”) que indicarán si esta hipótesis se cumple o no. Del mismo modo, en

la parte inferior de la representación resultante del cálculo llevado a cabo, aparecerá la manera en la que se distribuye la variable que está siendo analizada, pudiendo ordenarse de manera dispersa (“Dispersed”), aleatoria (“Random”) o agrupada (“Clustered”).

Figura 2. Ejemplo de gráfico resultante del cálculo del Índice de Moran Global



En la Tabla 2 se exponen los resultados obtenidos en el Índice de Moran Global para los municipios cántabros, atendiendo a las variables de estudio y los intervalos temporales propuestos. En ella, es posible observar que, en el primer intervalo de tiempo (2000-2004), todas las variables demográficas y económicas poseen un valor p igual o próximo a 0, lo que indica que la probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula es baja, o lo que es lo mismo, la probabilidad de que los valores de las diferentes variables de estudio se distribuyan de manera aleatoria es pequeña, por lo que se ordenarán de manera homogénea (“Clustered”) a lo largo del territorio.

Tabla 2. Índice de Moran Global de las variables demográficas y socioeconómicas de los municipios de Cantabria en los años 2000-2004 y 2015-2020

	2000-2004				2015-2020			
	MORAN	Z	P	SIG.	MORAN	Z	P	SIG.
CRECIM. POBLACIÓN	0,207531	4,622	0,000004	Clustered	-0,06475	-1,093	0,274607	Random
POBLACIÓN MEDIA	0,069787	2,752	0,005923	Clustered	0,111482	3,7433	0,000182	Clustered
TASA ENVEJECIMIENTO	0,456195	8,181	0	Clustered	0,495005	8,8281	0	Clustered
TASA JUVENTUD	0,329095	5,94	0	Clustered	0,494854	8,8363	0	Clustered
TASA MASCULINIDAD	0	5,049	0	Clustered	0,291582	5,4443	0	Clustered
TASA NATALIDAD	0,408274	7,368	0	Clustered	0,262883	4,8038	0,000002	Clustered
TASA MORTALIDAD	0,119068	2,283	0,022408	Clustered	0,274503	5,221	0	Clustered
TASA CREC. VEGET.	0,337831	6,136	0	Clustered	0,354992	6,4852	0	Clustered
SALDO MIGRATORIO	0,260162	5,722	0	Clustered	-0,00504	0,1186	0,905615	Random
SALDO MIGR. (1000 HAB.)	0,17035	3,202	0,001366	Clustered	0,195304	3,634	0,000279	Clustered
RENDA PER CÁPITA	0,472324	8,507	0	Clustered	0,428129	7,6784	0	Clustered
TASA DESEMPLEO	0,142925	2,693	0,007081	Clustered	0,124053	2,3426	0,01915	Clustered
TASA EMPLEO	0,197905	3,678	0,000235	Clustered	0,222138	4,2174	0,000025	Clustered
TASA ACTIVIDAD	0,218434	4,036	0,000054	Clustered	0,222402	4,2244	0,000024	Clustered

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, teniendo presente estos valores, se observa que, para estos años, los valores de z se encuentran alejados de 0, por lo que, recordando lo mencionado en el apartado anterior, cuando el valor de p es muy pequeño, z debe tomar valores muy altos. Prestando atención al segundo intervalo temporal (2015-2020), los resultados obtenidos para cada variable presentan las mismas características que en el caso anterior, aunque se deben resaltar los resultados de las variables equivalentes al crecimiento de población y saldo migratorio, pues al tener un valor p alejado de 0 y un índice negativo, la probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula es muy alta, por lo que los valores de estas variables se ordenarán de manera aleatoria (“Random”) a lo largo del territorio. En resumen, dado que el Índice de Moran Global para las variables pertenecientes a la capa poligonal de municipios de Cantabria es positivo, por lo general, existe un patrón agregado u homogéneo de distribución en las catorce variables de estudio, excluyendo para el intervalo 2015-2020 los datos relacionados con el crecimiento poblacional y saldo migratorio, los cuales, al adquirir un índice negativo, presentan patrones aleatorios o heterogéneos de distribución.

En cuanto a los resultados obtenidos con la cartografía de núcleos de población (ver Tabla 3), es posible distinguir una similitud entre los dos periodos temporales, pues ambos contienen variables con valores de p igual o próximos a 0, índices positivos y valores z bastante elevados, indicando que la probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula es baja. En esta segunda aproximación, cabe destacar las variables demográficas equivalentes al saldo migratorio por cada mil habitantes, la tasa de crecimiento vegetativo, la tasa de mortalidad y la tasa de envejecimiento, así como la variable socioeconómica correspondiente al desempleo, debido a que poseen valores de z elevados situados entre 33 y 54, indicando esto la existencia de una distribución territorial caracterizada por ser uniforme. Por lo tanto, teniendo en cuenta ambas consideraciones, en esta

capa no existe la posibilidad de que las variables de estudio se desarrollen de manera aleatoria a lo largo del espacio, ya que no se han dado evidencias de que el Índice de Moran Global para dicha capa sea negativo.

Tabla 3. Índice de Moran Global de las variables demográficas y económicas de los núcleos de población de Cantabria en los años 2000-2004 y 2015-2020

	2000-2004				2015-2020			
	MORAN	Z	P	SIG.	MORAN	Z	P	SIG.
CRECIM. POBLACIÓN	0,216093	17,35	0	Clustered	0,307685	24,545	0	Clustered
POBLACIÓN MEDIA	0,099533	8,774	0	Clustered	0,110447	9,5324	0	Clustered
TASA ENVEJECIMIENTO	0,477072	37,03	0	Clustered	0,476026	36,95	0	Clustered
TASA JUVENTUD	0,180503	14,06	0	Clustered	0,282404	21,947	0	Clustered
TASA MASCULINIDAD	0,241746	18,82	0	Clustered	0,25548	19,888	0	Clustered
TASA NATALIDAD	0,338659	26,32	0	Clustered	0,275044	21,379	0	Clustered
TASA MORTALIDAD	0,416938	32,38	0	Clustered	0,497675	38,657	0	Clustered
TASA CREC. VEGET.	0,660677	51,28	0	Clustered	0,692678	53,749	0	Clustered
SALDO MIGRATORIO	0,209746	16,83	0	Clustered	0,219506	18,226	0	Clustered
SALDO MIGR. (1000 HAB.)	0,66349	51,55	0	Clustered	0,686683	53,334	0	Clustered
RENTA PER CÁPITA	0,151703	11,84	0	Clustered	0,185131	14,422	0	Clustered
TASA DESEMPLEO	0,489266	37,99	0	Clustered	0,432575	33,579	0	Clustered
TASA EMPLEO	0,402093	31,23	0	Clustered	0,43454	33,798	0	Clustered
TASA ACTIVIDAD	0,366982	28,51	0	Clustered	0,401331	31,209	0	Clustered

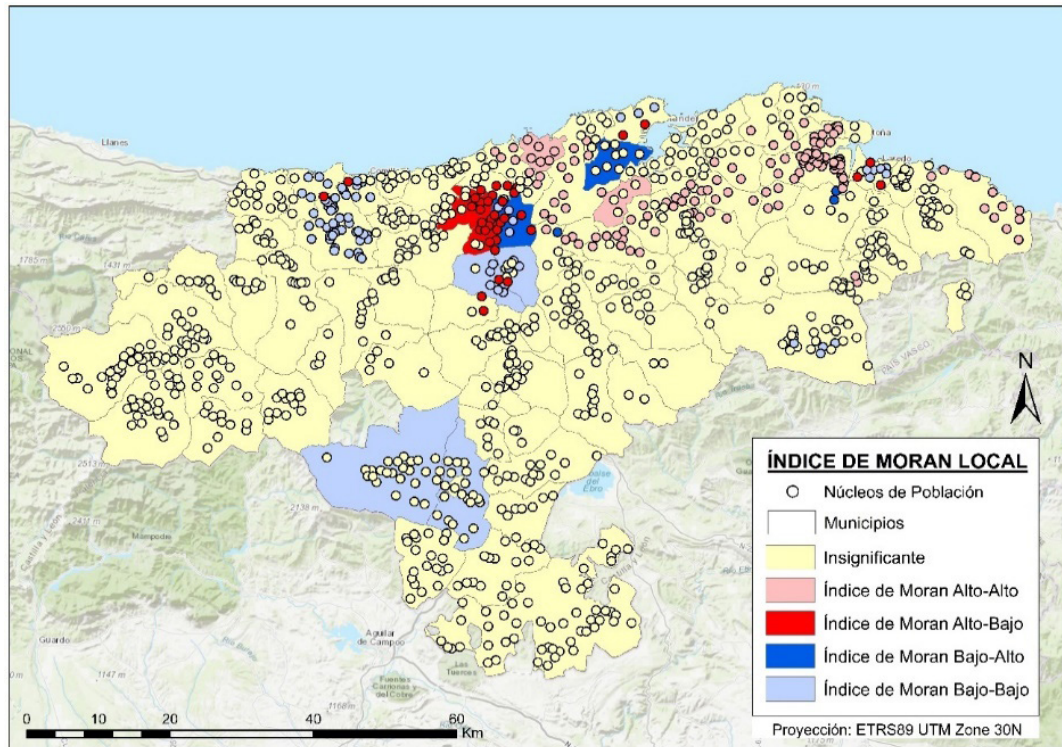
Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocido el Índice de Moran Global de las variables de estudio y la forma en la que estas se estructuran en el territorio cántabro, es importante analizar, a partir del Índice de Moran Local dicha distribución, pues será la que determine en qué zonas del territorio existe una vulnerabilidad territorial mayor o menor. Para ello, se llevará a cabo un análisis individualizado de cada una de ellas, teniendo en cuenta las dos escalas definidas y el intervalo 2015-2020, ya que, al ser el más actual, dará respuestas en primera línea sobre dónde se desarrolla la debilidad territorial de Cantabria.

Con todo ello, comenzando por la variable demográfica relacionada con el crecimiento poblacional (ver Figura 3), se puede observar que, a escala municipal, de los 102 municipios cántabros, 92 aparecen con valores no significativos, suponiendo el 90,2% de los municipios de la región, 2 (Miengo y Villafufre) con valor alto-alto, 2 (Cartes y Reocín) con valor alto-bajo, 2 (Camargo y Torrelavega) con valor bajo-alto y 4 (Campoo de Enmedio, Hermandad de Campoo de Suso, Los Corrales de Buelna y San Felices de Buelna) con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos las áreas con mayor vulnerabilidad territorial en relación al crecimiento demográfico. Asimismo, atendiendo a los 983 núcleos que se asientan en este territorio de estudio, un total de 726, es decir, el 73,86%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 136 (13,84%) con valor alto-alto, 37 (3,76%) con valor alto-bajo, 3 (0,31%) con valor bajo-alto y 81 (8,24%) con valor bajo-bajo. Al igual que en la escala anterior, en esta más detallada, estos últimos 81 núcleos de población

pueden considerarse los más vulnerables en cuanto a esta variable, pues por lo general, se relacionan con municipios pequeños en los que la población ha disminuido con el paso de los años.

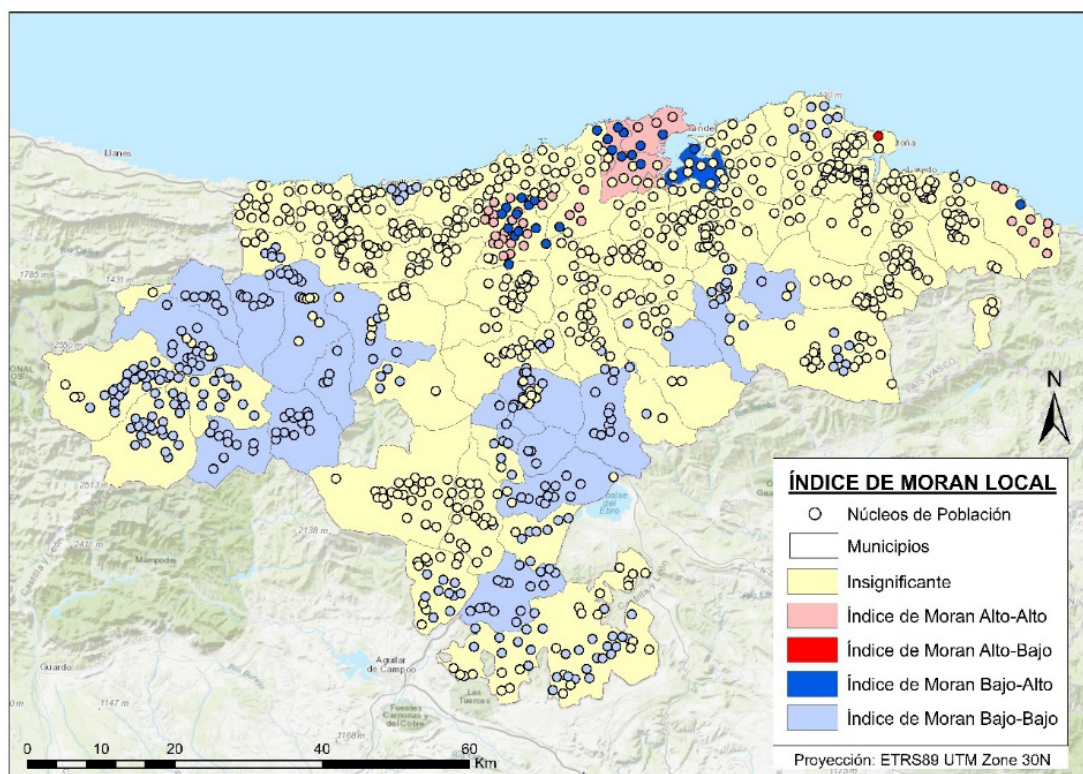
Figura 3. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para el crecimiento poblacional de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, la variable demográfica relacionada con la media poblacional (ver Figura 4), se distribuye por el territorio dando protagonismo a 79 municipios con valores no significativos, o lo que es lo mismo, al 77,45% de los municipios cántabros, a 4 (Camargo, Piélagos, Santa Cruz de Bezana y Santander) con valor alto-alto, 1 (Marina de Cudeyo) con valor bajo-alto y 18 con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos el 17,65% de las áreas con mayor debilidad territorial en relación a dicha variable. Asimismo, atendiendo a los núcleos de población, un total de 624, es decir, el 63,48%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 37 (3,76 %) con valor alto-alto, 1 (0,1%) con valor alto-bajo, 25 (2,54%) con valor bajo-alto y 296 (30,11%) con valor bajo-bajo. Del mismo modo que la escala anterior, estos últimos 296 núcleos, situados de manera homogénea a lo largo de la zona occidental y sur de Cantabria pueden considerarse los más vulnerables en cuanto a esta variable, debido a que, tal y como menciona Delgado (2010), el territorio de la “Montaña Occidental”, en los últimos 30 años del siglo XX, ha perdido más del 40% de la población que tenía en 1970.

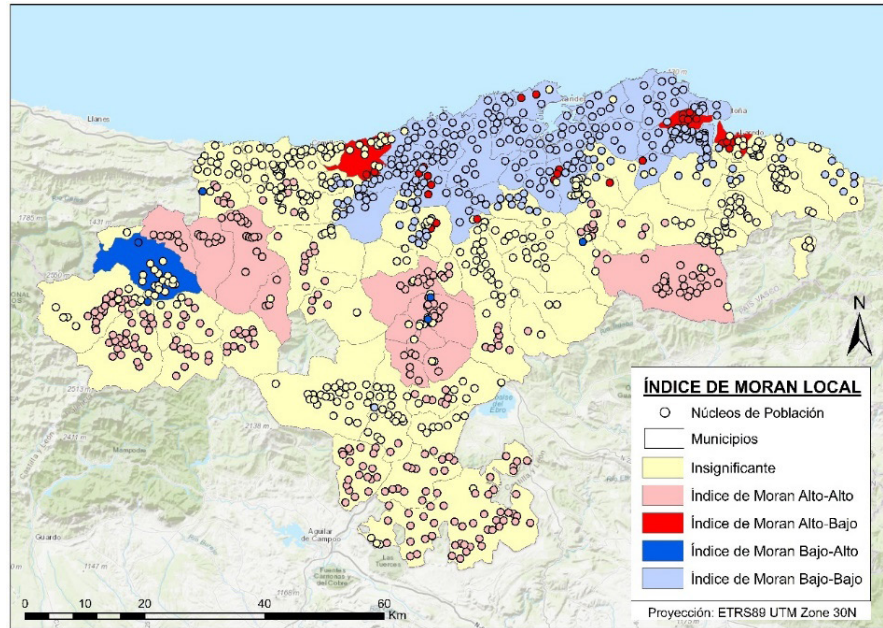
Figura 4. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la población media de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

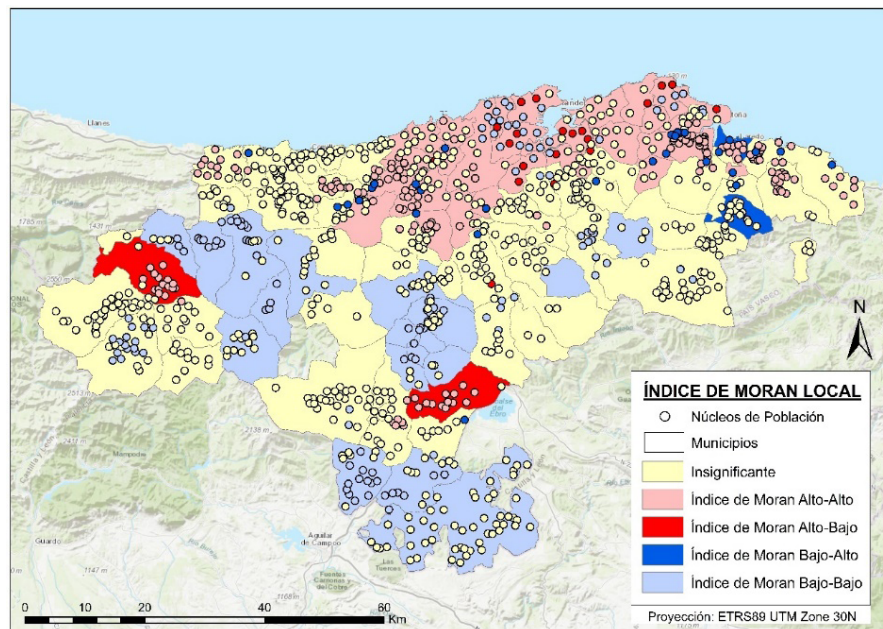
La variable demográfica relacionada con la tasa de envejecimiento (ver Figura 5) se desarrolla significativamente, ya que, según el ICANE (2020), Cantabria, con un 159,31%, posee el cuarto índice de envejecimiento más alto de España. La importancia de ese índice puede observarse, también, a escala municipal, ya que, 57 municipios (55,88%) poseen un Índice de Moran insignificante, 11 con valor alto-alto, 3 (Escalante, Limpias y Alfoz de Lloredo) con valor alto-bajo, 1 (Cillorigo de Liébana) con valor bajo-alto y 30 con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos el 29,41% de las áreas con mayor vulnerabilidad territorial en relación con la tasa de envejecimiento. Asimismo, analizando la distribución que siguen los núcleos de población, un total de 375 se encuentran agrupados con valores no significativos, 311 (31,64 %) con valor alto-alto, 27 (2,75%) con valor alto-bajo, 6 (0,61%) con valor bajo-alto y 264 (26,86%) con valor bajo-bajo. Por ende, cabe destacar la existencia de vulnerabilidad territorial en base a esta variable en las zonas ruralizadas del interior, ya que en ellas el envejecimiento es mucho mayor que en las áreas más pobladas de la región.

Figura 5. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de envejecimiento de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de juventud de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



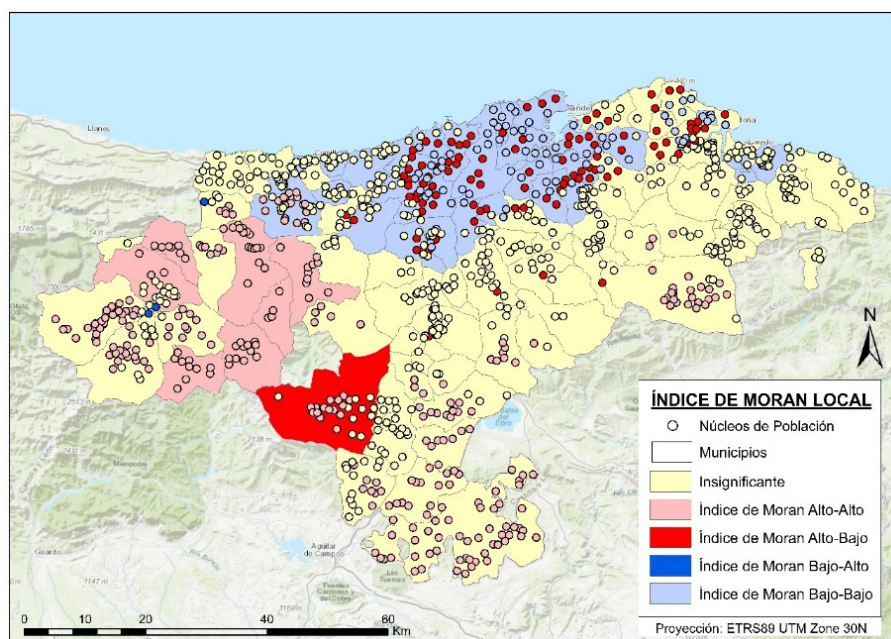
Fuente: Elaboración propia.

La cuarta variable demográfica, la equivalente a la tasa de juventud, actúa de manera inversa si se compara con la anterior (tasa de envejecimiento), ya que, tal y como se puede comprobar en la figura anteriormente expuesta (Figura 6), 50 municipios (49,02%) adquieren un Índice de Moran insignificante, 31 con valor alto-alto, 2 (Campoo de Yuso y Cillorigo de Liébana) con valor alto-bajo, 2 (Rasines y Limpias) con valor bajo-alto y 17 con valor bajo-bajo, considerándose estos

últimos el 16,67% de las áreas con mayor vulnerabilidad territorial en relación a la tasa de juventud. Del mismo modo, analizando los núcleos de población, es necesario añadir que el 62,97% de tales núcleos se encuentran agrupados con valores no significativos y un total de 182 (18,51 %) con valor alto-alto, 20 (2,03%) con valor alto-bajo, 29 (2,95%) con valor bajo-alto y 133 (13,53%) con valor bajo-bajo.

En quinto lugar, la variable demográfica de la tasa de masculinidad (Figura 7) hace que a escala municipal se ordenen 63 municipios con valores no significativos, 7 (Peñarrubia, Cillorigo de Liébana, Pesaguero, Tudanca, Rionansa, Polaciones y Cabuérniga) con valor alto-alto, 1 (Hermandad de Campoo de Suso) con valor alto-bajo y 31 con valor bajo-bajo. Estos últimos 31 municipios, situados en el margen norte de la región, se asocian con el 30,39% de la vulnerabilidad territorial en relación con la tasa de masculinidad, pues según Datos Macro (2021), en Cantabria, la población femenina es mayoritaria, con 299.250 mujeres, lo que supone el 51.26% del total, frente a los 284.434 hombres que son el 48.73%. Haciendo referencia a la capa puntual, de los 983 núcleos que posee Cantabria, 488 (49,64%) se asocian a valores no significativos, 308 (31,33%) a valor alto-alto, 102 (10,38) a valor alto-bajo, 3 (0,31) a valor bajo-alto y 82 a valor bajo-bajo. Resumiendo, estos últimos 82 núcleos localizados en la zona norte pueden considerarse los más vulnerables, debido a que en los municipios norteños la población femenina se sitúa por encima de la masculina.

Figura 7. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de masculinidad de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)

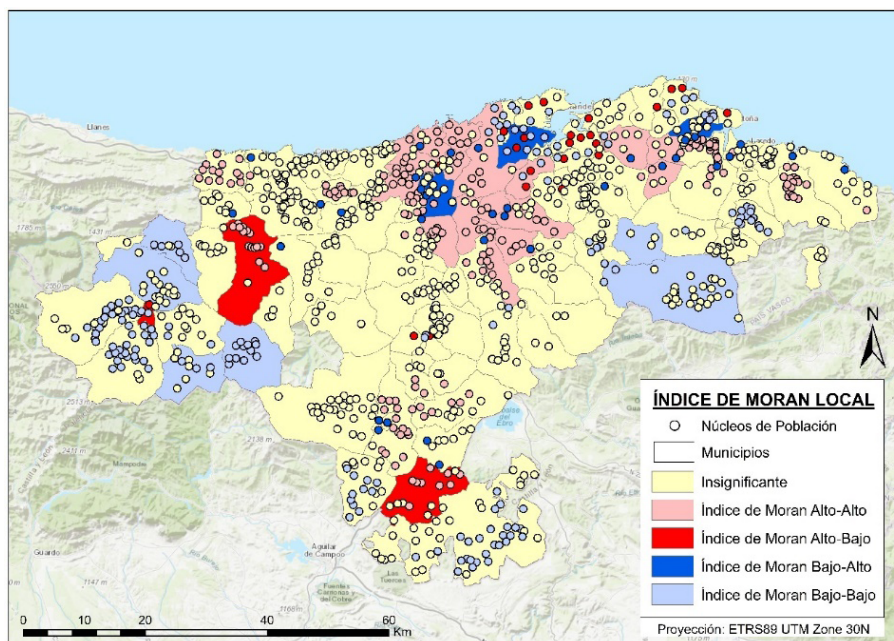


Fuente: Elaboración propia.

La siguiente variable demográfica que se analiza se corresponde con la tasa de natalidad (ver Figura 8), una variable que actualmente recibe importancia debido a que, a escala municipal, 74 municipios cántabros poseen un Índice de Moran insignificante, 16 con valor alto-alto, 3 (Valdeprado del Río, Rionansa y Potes) con valor alto-bajo, 3 (Escalante, Torrelavega y Camargo) con valor bajo-alto y 6 (Cillorigo de Liébana, Peñarrubia, Pesaguero, Polaciones, Soba y Arredondo) con valor bajo-bajo. Del mismo modo, prestando atención a la capa de núcleos, un total de 556

núcleos poblacionales, es decir, el 56,56%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 195 con valor alto-alto, 24 con valor alto-bajo, 33 con valor bajo-alto y 175 con valor bajo-bajo. Teniendo como referencia los valores más bajos del Índice de Moran Local, esta vulnerabilidad territorial se agrupa en las regiones occidentales y orientales de Cantabria, ya que al ser las menos desarrolladas en el ámbito económico, la natalidad es más baja que, por ejemplo, en las localidades del norte.

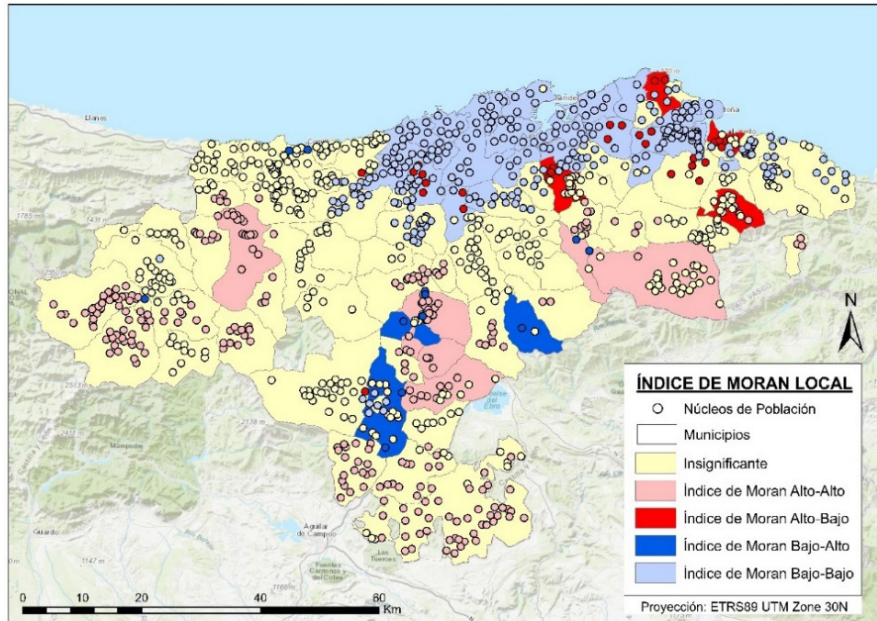
Figura 8. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de natalidad de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

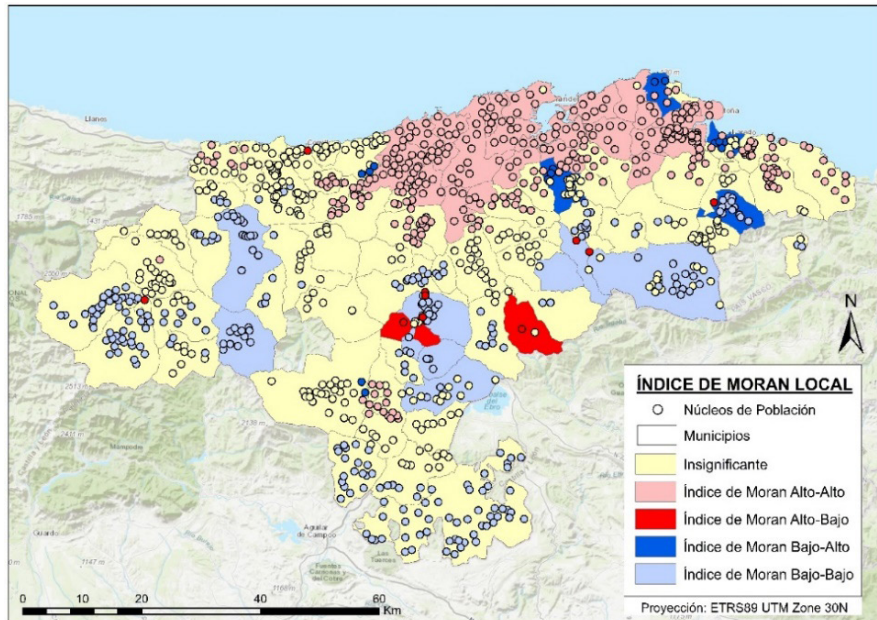
La tasa de mortalidad es de gran interés, pues, según el ICANE (2020), las defunciones registradas por cada 100.000 habitantes en Cantabria en el año 2020 se sitúan entre los hombres en 1.119,2 y entre las mujeres en 1.102,3 muertes. Observando la Figura 9, se puede comprender la importancia de dicha variable, ya que de los 102 municipios cántabros, 62 aparecen con valores no significativos, suponiendo el 60,78% de los municipios de la región, 7 (Rionansa, Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo, Molledo, Soba, San Roque de Riomiera y Pesquera) con valor alto-alto, 4 (Arnuelo, Rasines, Laredo y Liérganes) con valor alto-bajo, 3 (Bárcena de Pie de Concha, San Pedro del Romeral y Campoo de Enmedio) con valor bajo-alto y 26 con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos las áreas con menor incidencia negativa en relación a la tasa de mortalidad. Asimismo, atendiendo a los 983 núcleos de población de este territorio, un total de 383, es decir, el 38,96%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 268 (27,26%) con valor alto-alto, 29 (2,95%) con valor alto-bajo, 12 (1,22%) con valor bajo-alto y 291 (29,60%) con valor bajo-bajo. En este caso, la vulnerabilidad territorial en relación con la mortalidad se le atribuye a los municipios y núcleos de población que poseen los valores más altos en base al Índice de Moran, ya que se relacionan con aquellos en los que la mortalidad es mayor.

Figura 9. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de mortalidad de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa del crecimiento vegetativo de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



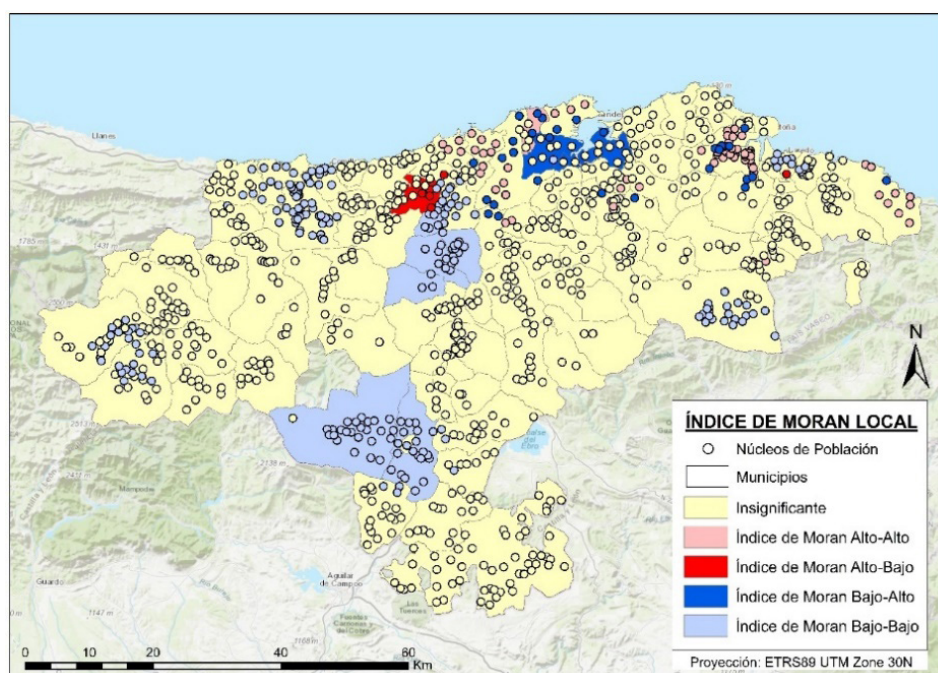
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura anterior (Figura 10) la variable demográfica del crecimiento vegetativo, que hace que, a escala municipal, se ordenen territorialmente 61 municipios con valores no significativos, suponiendo el 59,8% de los municipios de la región, 26 con valor alto-alto, 2 (Bárcena de Pie de Concha y San Pedro del Romeral) con valor alto-bajo, 4 (Arnuelo, Rasines, Laredo y Liérganes) con valor bajo-alto y 9 con valor bajo-bajo, siendo estos últimos las áreas con

mayor fragilidad territorial en relación a esta variable. Igualmente, un total de 309 núcleos de población, es decir, el 31,43%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 359 (36,52%) con valor alto-alto, 10 (1,02%) con valor alto-bajo, 14 (1,42%) con valor bajo-alto y 291 (29,60%) con valor bajo-bajo. Teniendo en cuenta lo anterior, la vulnerabilidad territorial respecto al crecimiento vegetativo la adquieren los municipios y núcleos del centro y sur de Cantabria, ya que, a lo largo del tiempo, han experimentado un crecimiento natural negativo, un dato que constata la alarmante situación demográfica de las zonas rurales respecto a las urbanas (INE, 2020).

Seguidamente, la variable demográfica relacionada con el saldo migratorio (ver Figura 11) se desarrolla significativamente a lo largo del área de estudio, ya que, según el INE (2020), Cantabria registró un saldo migratorio positivo con el extranjero en 1.986 personas en 2020. A su vez, la importancia de ese índice tan elevado puede observarse, también, a escala municipal, donde el 89,22% de los municipios de la región aparecen con valores no significativos, 1 (Santa Cruz de Bezana) con valor alto-alto, 1 (Reocín) con valor alto-bajo, 3 (El Astillero, Camargo y Marina de Cudeyo) con valor bajo-alto y 6 (Hermandad de Campoo de Suso, Campoo de En medio, Cieza, Los Corrales de Buelna, Cartes y San Felices de Buelna) con valor bajo-bajo. Del mismo modo, prestando atención a la capa de puntos, 654 núcleos de población, es decir, el 66,53%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 73 (7,43%) con valor alto-alto, 6 con valor alto-bajo, 30 (3,05%) con valor bajo-alto y 220 (22,38%) con valor bajo-bajo. Con todo ello, las zonas vulnerables en relación con esta variable son las situadas en la parte occidental y central de Cantabria.

Figura 11. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para el saldo migratorio de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)

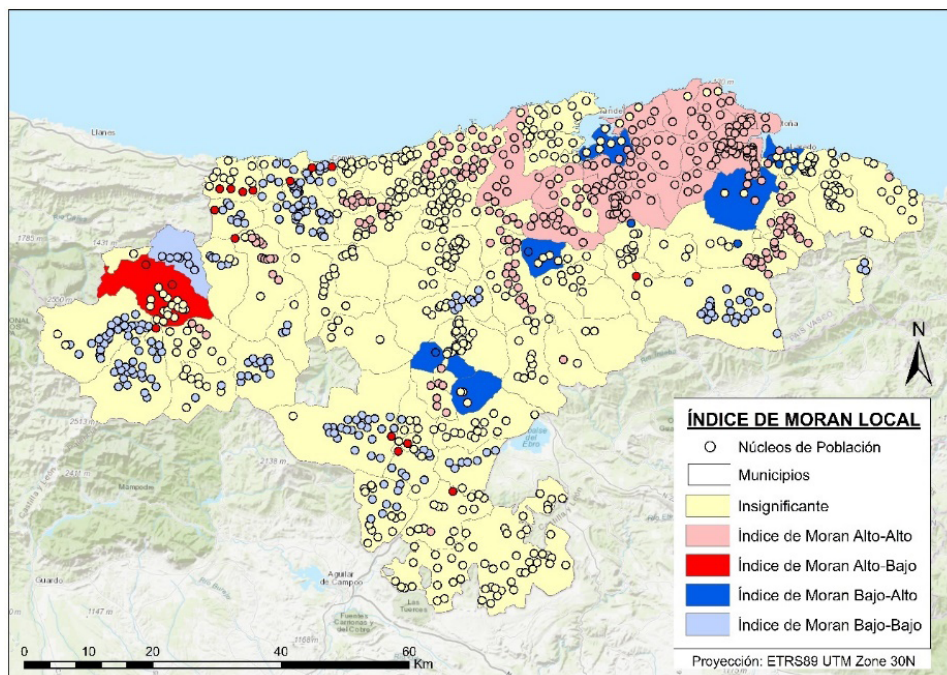


Fuente: Elaboración propia.

La siguiente variable se corresponde con el saldo migratorio, pero esta vez por cada mil habitantes. Observando la figura 12, se pueden distinguir 75 municipios con valores no significativos, suponiendo el 73,53% de los municipios de la región, 19 con valor alto-alto, 1 (Cillorigo de Liébana) con valor alto-bajo, 6 (Bárcena de Pie de Concha, San Miguel de Aguayo, Villafufre, Marina de

Cudeyo, Voto y Laredo) con valor bajo-alto y 1 (Peñarrubia) con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos las áreas con mayor vulnerabilidad territorial respecto a dicha variable. Asimismo, atendiendo a una escala más precisa, un total de 440 núcleos de población, es decir, el 44,76%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 284 (28,89%) con valor alto-alto, 17 (1,73%) con valor alto-bajo, 6 (0,61%) con valor bajo-alto y 236 (24,01%) con valor bajo-bajo. Las zonas vulnerables con relación a la migración de habitantes se corresponden con las localizadas en las áreas del oeste y sur de la región cántabra.

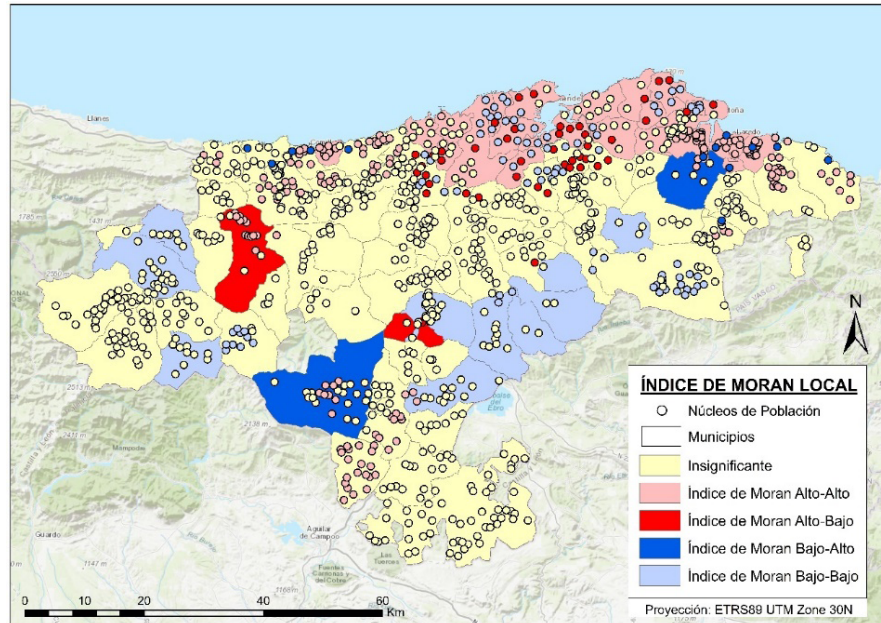
Figura 12. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para el saldo migratorio (mil hab.) de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

Dejando atrás las variables demográficas, la primera variable socioeconómica analizada es la de la renta per cápita. Analizando el siguiente mapa (ver Figura 13), se aprecia que, de los 102 municipios cántabros, 62 aparecen con valores no significativos, 26 con valor alto-alto, 2 (Rionansa y Bárcena de Pie de Concha) con valor alto-bajo, 2 (Voto y Hermandad de Campoo de Suso) con valor bajo-alto y 10 con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos las áreas con mayor vulnerabilidad territorial con relación a la renta per cápita. A su vez, un total de 665 núcleos, es decir, el 66,63%, se encuentran agrupados con valores no significativos, 182 (18,51%) con valor alto-alto, 45 (4,58%) con valor alto-bajo, 13 (1,32%) con valor bajo-alto y 88 (8,95%) con valor bajo-bajo. En este caso, la vulnerabilidad en base a la renta per cápita se les atribuye a los municipios y núcleos de población con renta per cápita baja, como es el caso de los municipios occidentales y centrales de la región, y los núcleos situados en el entorno de Santander.

Figura 13. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para renta per cápita de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)

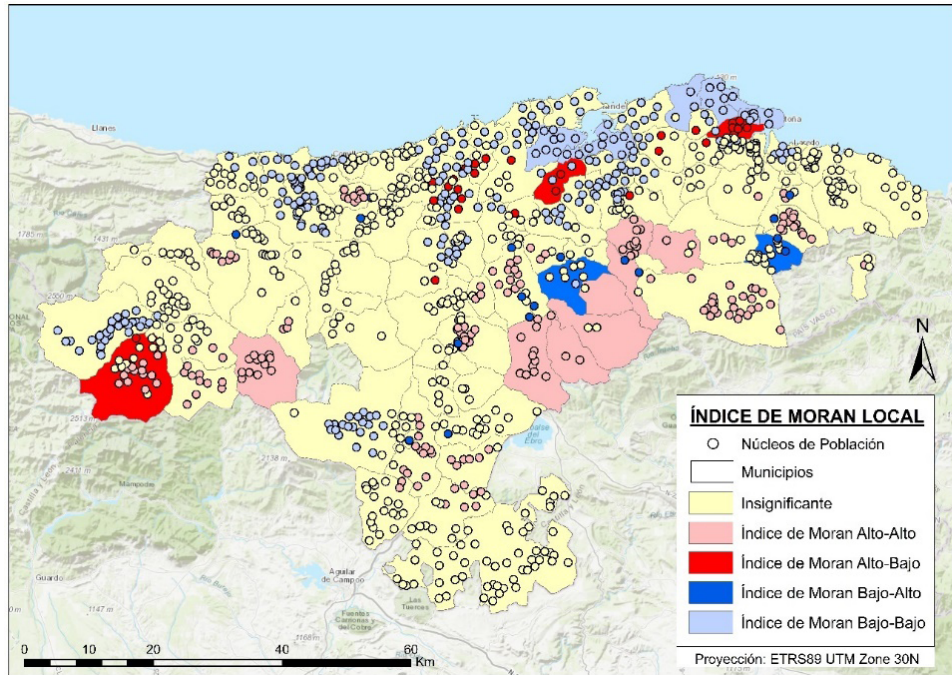


Fuente: Elaboración propia.

Se sigue con la tasa de desempleo, una tasa que preocupa en la actualidad, debido a que, según la Encuesta de Población Activa (EPA) (2020), Cantabria cerró 2020 con 31.700 personas en desempleo, 900 más que un año antes. A escala regional, el desempleo supone una característica negativa para esta Comunidad, y, a escala municipal, ocurre prácticamente lo mismo, pues atendiendo a la Figura 14, 81 municipios aparecen con valores no significativos, 8 con valor alto-alto, 3 (Escalante, Villaescusa y Vega de Liébana) con valor alto-bajo, 2 (Ramales de la Victoria y Villacarriedo) con valor bajo-alto y 8 con valor bajo-bajo. Asimismo, observando los núcleos de población, un total de 474 se encuentran agrupados con valores no significativos, 188 con valor alto-alto, 28 (2,85%) con valor alto-bajo, 17 (1,73%) con valor bajo-alto y 276 con valor bajo-bajo. Teniendo en cuenta lo anterior, las zonas en las que la tasa de desempleo es mayor y la vulnerabilidad menor, son las que poseen un índice de Alto-Alto, es decir, las localizadas en la zona occidental, y sur de la región, o lo que es lo mismo, en las zonas menos pobladas, donde la ruralización y el envejecimiento están presentes.

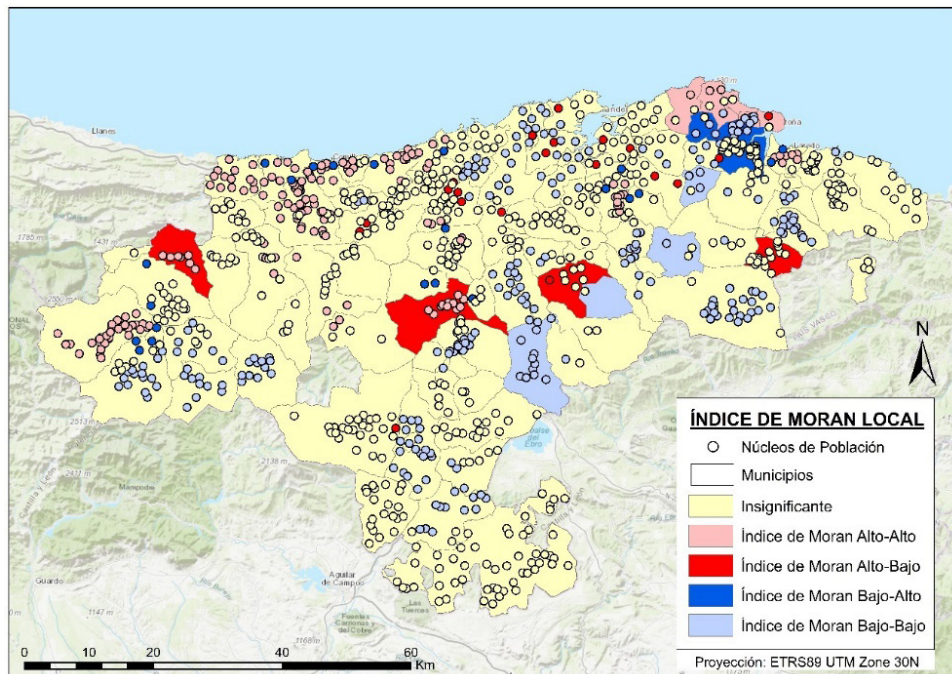
En la Figura 15, está representada la tasa de empleo, con la que a escala municipal se ordenan territorialmente 86 municipios con valores no significativos, suponiendo el 84,31% de los municipios de la región, 5 (Bareyo, Arnuelo, Argoños, Noja y Santoña) con valor alto-alto, 4 (Arenas de Iguña, Villacarriedo, Peñarrubia y Ramales de la Victoria) con valor alto-bajo, 3 (Meruelo, Escalante y Bárcena de Cicero) con valor bajo-alto y 4 (Arredondo, Luena, Selaya y Solórzano) con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos las áreas con mayor debilidad territorial en relación a la tasa de empleo. Asimismo, total de 509 núcleos de población se encuentran agrupados con valores no significativos, 172 (17,5%) con valor alto-alto, 21 (2,14%) con valor alto-bajo, 22 (2,24%) con valor bajo-alto y 259 (26,35%) con valor bajo-bajo. Con todo ello, es posible observar una fuerte vulnerabilidad territorial en base al empleo localizada de manera dispersa a lo largo de Cantabria.

Figura 14. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de desempleo de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de empleo de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)

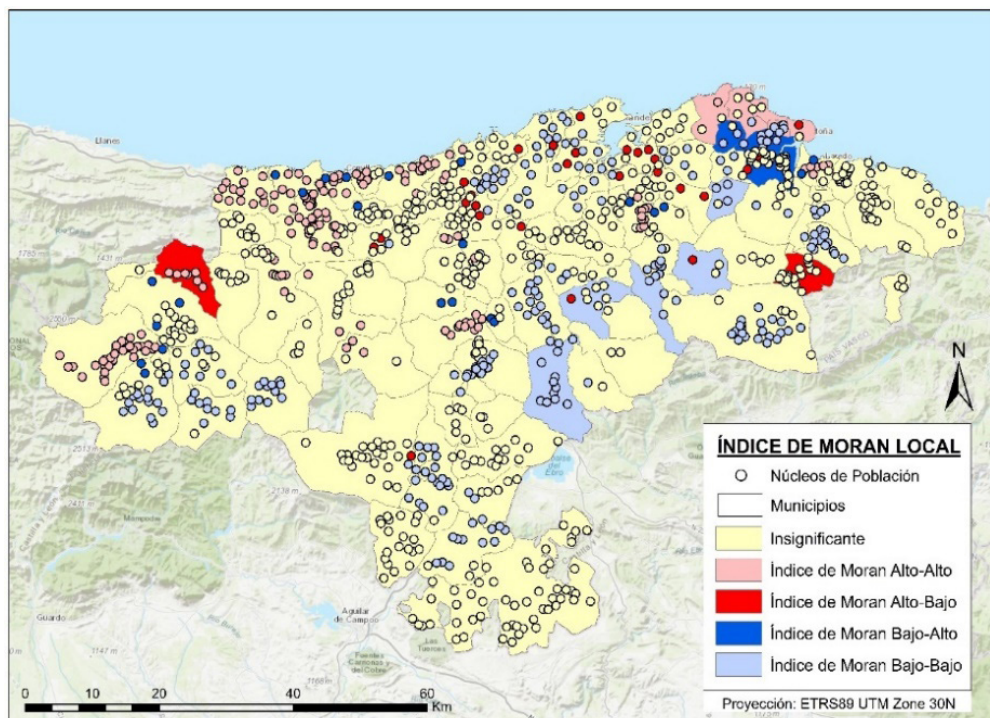


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la tasa de actividad, una variable que se desarrolla significativamente, ya que, según el ICANE (2020), en el último trimestre de 2020, la tasa de actividad de Cantabria fue del 54,12%.

Atendiendo a la Figura 16, a escala municipal, 87 municipios aparecen con valores no significativos, 5 con valor alto-alto, 2 (Peñarrubia y Ramales de la Victoria) con valor alto-bajo, 3 (Meruelo, Escalante y Bárcena de Cicero) con valor bajo-alto y 5 (Luena, Solórzano, Villacarriedo, San Roque de Riomiera y Arredondo) con valor bajo-bajo, considerándose estos últimos las áreas con mayor vulnerabilidad territorial con relación a la tasa de actividad. Asimismo, a una escala más precisa, un total de 507 núcleos se encuentran agrupados con valores no significativos, 173 (17,5%) con valor alto-alto, 28 (2,85%) con valor alto-bajo, 23 (2,34%) con valor bajo-alto y 252 (25,64%) con valor bajo-bajo. Al igual que anteriormente, las zonas más vulnerables de Cantabria se sitúan de manera heterogénea a lo largo del territorio.

Figura 16. Resultado del cálculo Índice de Moran Local para la tasa de actividad de los municipios y núcleos de Cantabria (2015-2020)



Fuente: Elaboración propia.

En resumen, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, cabe destacar que la vulnerabilidad territorial de Cantabria, en base a variables demográficas y socio-económicas, se localiza fuertemente en los municipios y núcleos rurales del interior de la región, aunque existen excepciones, como en el caso de la tasa de empleo y actividad, que aportan fragilidad, también, a grandes zonas urbanas en las que los datos referidos a la natalidad y economía son mucho más elevados.

5. Discusión

En este trabajo, se ha logrado alcanzar el objetivo propuesto, ya que se han estructurado los datos alfanuméricos de diversas variables demográficas y socioeconómicas y los datos cartográficos de los municipios y núcleos de población de Cantabria y se ha analizado, a través del Índice de Moran Global y Local, la vulnerabilidad territorial de la región, partiendo de la hipótesis de que dicha vulnerabilidad afecta mayormente a los municipios y núcleos menos poblados y más rura-

lizados. De este modo, se confirma la hipótesis planteada, ya que los resultados muestran que el territorio cántabro es complejo, y que las zonas menos desarrolladas son las más vulnerables. Así, en el contexto de la región de Cantabria, la vulnerabilidad territorial vendría definida por una situación desventajada en las dimensiones demográfica y económica.

Desde el punto de vista metodológico, al igual que ocurre en los trabajos internacionales de Álvarez *et. al.*, (2009), Ramírez y Falcón (2015), Hernández *et. al.*, (2016) y Marconato *et. al.*, (2021), y nacionales de Mur (1992), Gómez Sánchez (2008), Ordóñez *et. al.*, (2011), Méndez y Prada (2014), Gómez *et. al.*, (2015) y Nieto *et. al.*, (2020), los resultados de esta investigación hacen que el Índice de Moran Global y Local adquieran una funcionalidad significativa en el estudio del comportamiento espacial de las variables seleccionadas. Variables similares son analizadas, también a través del estadístico I de Moran, en estudios de autores como Durán (2017), que trabaja las condiciones de vulnerabilidad social, económica, física y ambiental en Colombia, Prada (2018), que combina el método de autocorrelación espacial I de Moran con métodos de correlación y autocorrelación bivariada, y Lucero y Celemín (2008), que observan la calidad de vida de la población de Mar del Plata (Argentina). Sin embargo, a pesar de la gran funcionalidad, una vez obtenidos los resultados en este trabajo, cabe razonar sobre la posibilidad de llevar a cabo el análisis de la vulnerabilidad territorial de Cantabria utilizando otros métodos que puedan arrojar otros resultados, ya que, como se puede observar en la cartografía resultante, muchos valores han sido asignados como “no significativos”. Tales métodos se podrían relacionar con los que utiliza Méndez (2015), analizando el impacto de la crisis en las provincias españolas a partir de quince indicadores, interpretando su diferente intensidad y proponiendo algunas reflexiones finales sobre estrategias de recuperación, Rodríguez-Domenech (2016), señalando cuáles son los escenarios de vulnerabilidad demográfica en Castilla-La Mancha a partir del índice de vulnerabilidad demográfica aplicado por la UE, o De Cos y Reques (2019), analizando la relación entre los patrones espaciales de la vulnerabilidad territorial y de la vulnerabilidad demográfica en España a partir de un modelo SIG basado en la lógica difusa. De este modo, a pesar de la abundancia de valores no significativos, las agrupaciones en base a la clasificación de Moran son destacables, debido a que muestran la existencia de una vulnerabilidad territorial marcada en los municipios concretos de la zona suroeste de la región.

Por lo tanto, puede ser, también, interesante analizar la vulnerabilidad territorial de Cantabria comparando los resultados obtenidos con otras investigaciones que la analicen, pero, esta vez, utilizando otros métodos de estudio, como por ejemplo el Getis-Ord, la densidad de Kernel o el Proceso de Análisis Jerárquico, es decir, métodos que buscan ubicaciones que reúnan determinados criterios identificativos de vulnerabilidad.

6. Conclusiones

Desde hace años, los documentos que tratan el concepto de vulnerabilidad territorial y sus características son abundantes, al igual que las investigaciones sobre este tema en distintos ámbitos y a diferentes escalas. Sin embargo, a pesar de la abundante bibliografía que existe sobre la vulnerabilidad territorial, a escala regional, Cantabria no posee ningún estudio dedicado a este tema, por lo que este trabajo puede ser el comienzo de futuras investigaciones que aporten conocimientos nuevos y desarrollo favorable a esta Comunidad Autónoma.

Asimismo, tal y como se ha observado anteriormente, el empleo del Índice de Moran Global y Local recibe protagonismo a nivel nacional e internacional cuando se analiza la existencia de con-

centraciones (clúster) y valores atípicos en un conjunto de entidades establecidas y en un campo de análisis determinado, como puede ser la demografía, economía, biología, geología, sanidad, etc. La revisión bibliográfica que se llevó a cabo teniendo en cuenta este índice sirvió para conocer el enorme interés que tienen diversas ramas de investigación a la hora de analizar una variable determinada utilizando en primera línea este algoritmo matemático. De esta manera, con los datos alfanuméricos utilizados en este trabajo, se ha conseguido obtener una base de datos completa que ha hecho posible la ejecución de un análisis verídico sobre la vulnerabilidad territorial que sufre esta Comunidad Autónoma. A su vez, cabe destacar que, gracias al tratamiento de los datos cartográficos, se ha comprobado que, con la utilización de los SIG, se pueden resolver cantidad de problemas que surgen a raíz de la planificación y gestión del territorio. Así pues, se ha observado que la utilización de estos sistemas hace que se establezca una comunicación positiva entre varios sectores, permitiendo, así, establecer un balance entre las variables estudiadas y los resultados obtenidos, y facilitar la toma de decisiones.

Comparando los resultados obtenidos a partir de los cálculos del Índice de Moran Global y Local, se ha podido observar que, para el caso del Índice de Moran Global, la distribución de la vulnerabilidad territorial es homogénea en ambas escalas y periodos temporales, ya que el valor p es 0 o próximo a cero, los valores de z son altos y el Índice de Moran posee valores positivos. Sin embargo, en el caso de la capa de municipios, las variables relacionadas con el crecimiento de población y saldo migratorio poseen una distribución aleatoria, ya que tal índice es negativo. En cambio, para el caso del Índice de Moran Local, se ha comprobado que los municipios y núcleos más vulnerables son los que se asientan en la zona oeste y sur de Cantabria, es decir, los que se encuentran más ruralizados y presentan un desarrollo económico menor, como es el caso de Campoo de En medio, Cillorigo de Liébana, Peñarrubia, Pesaguero, Soba, Cieza, Luena, Arredondo, Selaya, Villacarriedo, San Roque de Riomiera. Por el contrario, los municipios que carecen de dicha vulnerabilidad son los que se encuentran más poblados y poseen una economía más desarrollada, como ocurre con Santander, Torrelavega, Camargo, Piélagos y Santa Cruz de Bezana.

En términos generales, se puede afirmar que la vulnerabilidad territorial de los municipios de Cantabria se ve influenciada por varios factores, como el envejecimiento demográfico, la baja natalidad, la elevada mortalidad, la pérdida de población debido a la migración, el déficit de trabajo, la pérdida de renta per cápita, etc.

Por último, teniendo en cuenta lo mencionado en el apartado anterior, se pretende, en investigaciones futuras, indagar en nuevos métodos geoestadísticos con el fin de analizar la vulnerabilidad territorial de la comunidad cántabra en base a variables demográficas y económicas, hasta conseguir resultados que evidencien, lo mejor posible, la realidad de los municipios cántabros.

Referencias bibliográficas

- Alguacil, J. (2006). Barrios desfavorecidos: un diagnóstico de la situación española, *V Informe FUEM de políticas sociales: La exclusión social y Estado de Bienestar en España*, pp. 155-168. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/view/380942>
- Alguacil, J., Camacho, J., & Hernández, A. (2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los barrios vulnerables, *Empiria Revista de metodología de Ciencias Sociales*, 17, pp. 73-94. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/10863/10970>
- Álvarez, G., Lara, F., Harlow, S. D., & Denman, C. (2009). Mortalidad infantil y marginación urbana: análisis espacial de su relación en una ciudad de tamaño medio del noroeste mexicano, *Revista Panamericana de Salud Pública*, 26, pp. 31-38. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v26n1/05.pdf

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association - LISA, *Geographical Analysis*, 27 (2), pp. 93-115.
- Antón, F., Cortés, L., Martínez, C., & Navarrete, J. (2008). La exclusión residencial en España. Políticas y bienes sociales, *Procesos de vulnerabilidad y exclusión social*, pp. 219-229.
- Ayuda, M. I., Collantes, F., & Pinilla, V. (2010). "From locational fundamentals to increasing returns: the spatial concentration of population in Spain, 1787-2000, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10109-009-0092-x>, 12(1), pp. 25-50.
- Cardona, O. D. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, *Internacional Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*. [Consulta: diciembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19852>
- Corbera-Millán, M., & González-Pellejero, R. (2000). Cambios en los aprovechamientos en la Mancomunidad Campoo-Cabuérniga (Cantabria), *Ería*, 53, pp. 287-301. <https://reunido.uniovi.es/index.php/RCG/article/view/1363>
- De Corso Sicilia, G. B., Pinilla, M. & Gallego, J. (2017). Métodos gráficos de análisis exploratorio de datos espaciales con variables espacialmente distribuidas. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 13(25), 92-104.
- De Cos-Guerra, O., & Reques-Velasco, P. (2019). Vulnerabilidad territorial y demográfica en España. Posibilidades del análisis multicriterio y la lógica difusa para la definición de patrones espaciales, *Investigaciones regionales-Journal of Regional Research*, 45, pp. 201-225. <https://investigacionesregionales.org/es/article/vulnerabilidad-territorial-y-demografica-en-espana-posibilidades-del-analisis-multicriterio-y-la-logica-difusa-para-la-definicion-de-patrones-espaciales/>
- Delgado-Viñas, C. (2018). El estado actual del proceso de despoblación de los espacios rurales de Cantabria, *Nuevas realidades rurales en tiempos de crisis: territorios, actores, procesos y políticas* (pp. 147-162). Universidad de Granada.
- Delgado-Viñas, C. (2010). Las áreas de montaña en Cantabria ante el reto de su desarrollo sostenible, *Polígonos*, Revista de Geografía, 18, pp.93-122. <http://revpubli.unileon.es/ojs/index.php/poligonos/issue/view/23>
- Durán-Gil, C. A. (2017). Análisis espacial de las condiciones de vulnerabilidad social, económica, física y ambiental en el territorio colombiano. *Perspectiva geográfica*, 22(1), 11-32.
- Font-Tullot, I. (2000). *Climatología de España y Portugal*. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca.
- Giménez-Bertomeu, V. M., Acebal-Fernández, A., Ferrer-Aracil, J., Cortés-Florín, E. M., De Alfonso-Hartmann, N., Mira-Perceval, M. T., & Domenech-López, Y. (2020). *Vulnerabilidad territorial: indicadores para su medición desde los servicios sociales*. Alicante: Limencop, S.L. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/103667>
- Gómez-Barroso, D., Prieto-Flores, M. E., Mellado- San Gabino, A., & Moreno- Jiménez, A. (2015). Análisis espacial de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la ciudad de Madrid, España, *Revista Española de Salud Pública*, 89 (1), pp. 27-37. <https://medes.com/publication/95969>
- Hernández-Vásquez, A., Azañedo, D., Antiporta, D. A., & Cortés, S. (2017). Análisis espacial de la anemia gestacional en el Perú, *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 34, pp. 43-51. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2017.v34n1/43-51/>
- Hernández-Vásquez, A., Díaz-Seijas, D., Espinoza-Alva, D., & Vilcarromero, S. (2016). Análisis espacial de la mortalidad distrital por enfermedades cardiovasculares en las provincias de Lima y Callao, *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 33, pp. 185-186. <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2016.v33n1/185-186/es/>
- Hidalgo-Sanchís, P. (2009). Vulnerabilidad territorial: Hacia una definición desde el contexto de la cooperación internacional, *Anales de Geografía*, 29 (2), pp. 155-171.
- INE (2008). Descripción de la encuesta, definiciones e instrucciones para la cumplimentación del cuestionario, *Encuesta de Población Activa. Metodología 2005*. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.ine.es/daco/daco43/resumetepa.pdf>
- INE (2018). Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero de 2018. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177011&menu=resultados&idp=1254734710990
- INE (2021). Indicadores demográficos básicos, *Metodología*. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: https://www.ine.es/metodologia/t20/metodologia_idb.pdf

- Lucero, P. I., Celemín, J. P. (2008). La calidad de vida de la población en la determinación de la calidad territorial. Un estudio de autocorrelación espacial aplicado a la ciudad de Mar del Plata, Argentina, *GeoFocus*, nº 8, p. 94- 114. ISSN: 1578-5157.
- Marconato, R., Larocca, A. P. C., & Quintanilha, J. A. (2012). Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local, *Revista de Política Agrícola*, 21(1), pp. 5-21.
- Méndez, R. (2015). Crisis, vulnerabilidad y nuevas desigualdades territoriales en España, *Sistema: revista de ciencias sociales*, 239, pp. 45-63. <https://fundacionsistema.com/ccrisis-vulnerabilidad-y-nuevas-desigualdades-territoriales-en-espana-crisis-vulnerability-and-territorial-inequalities-in-spain/>
- Méndez, R., & Prada-Trigo, J. (2014). Crisis, desempleo y vulnerabilidad en Madrid, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 18(474), pp. 1-22. <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/15059>
- Moran, P. A. P. (1950). Notes on Continuous Stochastic Phenomena, *Biometrika*, 37 (1), pp.: 17–23. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2332142>
- Moran, P.A.P. (1948). The interpretation of statistical maps, *Journal of the Royal Statistical Society*, 1010 (2), pp. 243-251. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2983777>.
- Moreno- Jiménez, A. (2007). *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Madrid, Ra-Ma. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/127>
- Mur-Lacambra, J. (1992). Contrastes de autocorrelación espacial: Un estudio de Monte Carlo, *Estadística española*, 34, pp. 285-307.
- Nieto, A., Cárdenas, G., & Engelman, A. (2020). Spatial analysis of the rural-urban structure of the Spanish municipalities, *ISPRS International Journal of GeoInformation*. <https://www.mdpi.com/2220-9964/9/4/213>
- Ordóñez-Galán, C., Varela-González, M., & Reyes-Pantoja, A. (2011): Desarrollo de un SIG para el análisis de patrones espaciales de incendios en viviendas, *GeoFocus*, 11, pp. 1-18. [Consulta: noviembre 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3720404>
- Prada-Trigo, J. (2018). Vulnerabilidad territorial, crisis y “post-crisis económica”: trayectoria y persistencia a escala intraurbana, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 22. [Consulta: diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/19710>
- Ramírez, L., & Falcón, V. (2015). Autocorrelación espacial: Analogías y diferencias entre el índice de Moran y el índice Getis y Ord. Aplicaciones con indicadores de acceso al agua en el norte argentino, *Ponencia presentada en las Jornadas Argentinas*.
- Rodríguez-Domenech, M. A. (2016). Vulnerabilidad demográfica en las regiones europeas NUTs-2. El caso de Castilla La Mancha, *Papeles de Población*, 22 (69), pp. 165-200. <https://www.redalyc.org/journal/112/11248009007/html/>

Contribución de autorías

Elma Cidoncha Goicochea ha recopilado la información, analizado los datos y redactado el trabajo, así como se ha ocupado de la producción de la cartografía. Gema Cárdenas Alonso ha coordinado y supervisado, junto a Ana Nieto Masot, la investigación y revisado el manuscrito.

Financiación

No hemos tenido ningún tipo de financiación.

Conflicto de intereses

Las autoras de este trabajo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses.