



**Estudio de la Vulnerabilidad Social en Argentina
Mediante el Uso de SIG. Construcción de un Índice de Aplicación Local**
Assessment of Social Vulnerability in Argentina Using GIS. Development of a Local Index

Natacha Soledad Represa; Yanina Sanchez & Andrés Porta

*UNLP, Centro de Investigaciones del Medio Ambiente
Facultad de Ciencias Exactas, 47 y 115, La Plata - CP 1900 - La Plata - Argentina
E-mails: solrepresa@quimica.unlp.edu.ar; yaninasanch@gmail.com; aporta@quimica.unlp.edu.ar
Recibido em: 02/03/2018 Aprobado em: 16/07/2018
DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_351_357*

Resumen

El diagnóstico de la vulnerabilidad social es una parte central en los procesos de mitigación y adaptación del riesgo. Los mapas de vulnerabilidad social pueden ser utilizados para mejorar la gestión territorial y la planificación del desarrollo. En base a esto, en este trabajo se presenta una metodología para la construcción de un índice de vulnerabilidad social a escala local, utilizando la técnica estadística de análisis de componentes principales en un sistema de información geográfica. Como ventaja, esta técnica facilita la ponderación de los indicadores disminuyendo la subjetividad del proceso. Como caso de aplicación se analizó la República Argentina. A partir de las variables incluidas en el censo nacional, se construyeron 19 indicadores descriptivos, los cuales se sintetizaron en un único índice que permitió categorizar todo el territorio a nivel de radio censal. La clasificación empleada resultó útil para discriminar los radios censales con condiciones extremas de vulnerabilidad social. Con algunas excepciones, se observó una mayor vulnerabilidad social en el sector oeste y norte del país. En contraposición, la región pampeana, patagónica y la capital del país presentaron los índices más bajos.

Palabras claves: vulnerabilidad social; SIG; ACP; cartografía

Abstract

Social vulnerability assessment is a central part of mitigation and adaptation to risks. Social vulnerability maps can be used to improve land use management and economic development. This paper presents a methodological proposal for elaborating a social vulnerability index at local level, using the statistical technique of principal component analysis in a geographic information system. As an advantage, this technique facilitates the weighting of indicators by decreasing the subjectivity of the process. The Argentine Republic was analyzed as an application case. Based on the variables included in the national census, 19 descriptive indicators were constructed, which were summarized in a single index that allowed the entire territory to be categorized at the level of census radio. The classification used was useful in discriminating against census stations with extreme conditions of social vulnerability. With some exceptions, greater social vulnerability was observed in the western and northern sectors of the country. In contrast, the Pampean and Patagonian region and the capital city of the country had the lowest rates.

Keywords: Social vulnerability; GIS; PCA; cartography

1 Introducción

La falta de un desarrollo económico sostenible, la superpoblación y la alteración constante de los ecosistemas han deteriorado de forma permanente el ambiente, exponiendo a la población a un constante riesgo a desastres. Desde este enfoque, la vulnerabilidad aparece como un factor previo a que suceda un desastre y con una presencia continua en el tiempo y el espacio, constituyendo su análisis una parte central en los procesos de mitigación y adaptación del riesgo (Beck, 1998; Vazquez-Brust, 2012).

En la medida que la vulnerabilidad queda expresada como una noción dinámica y multidimensional se dificulta su cuantificación. Una de las técnicas más utilizadas para su estudio ha sido el análisis de componentes principales (ACP), que permite reducir las variables descriptivas para generar un índice sintético (Fatemi *et al.*, 2017).

En este trabajo, se propone la elaboración de un índice de vulnerabilidad social a escala local (ILVS) para el análisis sistemático de la vulnerabilidad social en el territorio argentino. Su elaboración y aplicación resultan una herramienta conveniente para los tomadores de decisiones, ya que permite comparar distintas unidades espaciales en distintos tiempos, dando una mejor comprensión de los fenómenos territoriales.

2 Antecedentes Sobre Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social aparece dentro de las investigaciones en ciencias sociales como una variable descriptiva necesaria para complementar los estudios sobre la pobreza (Adger *et al.*, 2007; Calvo *et al.*, 2012). El concepto de vulnerabilidad ha sido abordado desde distintos enfoques, pero existe un consenso general en que la vulnerabilidad hace referencia al potencial que mantiene una entidad a sufrir un daño como resultado de un evento o un proceso particular (Canon, 2017).

La vulnerabilidad social, por otra parte, hace énfasis en que el objeto en estudio es el sistema social, y que la vulnerabilidad viene determinada por los contextos sociales, tanto por factores individuales como colectivos. Las causas subyacentes a la

vulnerabilidad social son procesos económico, demográficos y políticos que afectan la asignación y distribución de los recursos entre los diferentes grupos sociales, y que reflejan las relaciones de poder que se generan entre ellos (Golovanevsky, 2007).

En un acercamiento a estos determinantes, podemos describir una serie de factores que son de consenso general:

1- Un limitado acceso a los recursos económicos y culturales: La pobreza resulta un aspecto importante del aumento de la vulnerabilidad social. A su vez, trae aparejada un desarrollo desigual de las capacidades de los colectivos sociales, junto a un restringido acceso a las tecnologías de comunicación.

2- Un limitado acceso a las políticas públicas y a la representación política: La ausencia de servicios (educación, salud, agua potable, servicios sanitarios) y la falta de representación política en los espacios de decisión gubernamentales mantiene un correlato significativo con la vulnerabilidad de la población.

3- Una mala calidad en las infraestructuras edilicias: La presencia de materiales precarios en las viviendas y el hacinamiento resultan factores claves en el estado de salud de la población.

4- Ciertas características socio-demográficas: Distintos estudios señalan que la presencia de individuos que precisan cuidado y atención, como niños y ancianos, acrecientan el grado de vulnerabilidad del grupo social donde pertenecen. Lo mismo sucede frente a una elevada diversidad de identidades sociales minoritarias, que están expuestas a la marginalidad social y económica. Por último, cabe señalar que el grado de violencia de género y el desigual acceso a los recursos económicos, culturales, sociales y políticos en los países latinoamericanos, generan una mayor vulnerabilidad a las mujeres por sobre los varones (Cutter *et al.*, 2013; Barrenechea *et al.*, 2000).

Frente a la gran cantidad de factores que es posible identificar como determinantes de la vulnerabilidad social, resulta sumamente importante la selección de un método para su ponderación. En este trabajo se utilizará el ACP como método de ponderación y los SIG para facilitar su visualización en el territorio (Tate, 2012).

2.2 Cartografía de la Vulnerabilidad Social

La cartografía ha sido tradicionalmente considerada como un recurso básico para el control y reducción del riesgo (OEA, 1993). Los sistemas de información geográfica (SIG) constituyen una herramienta indispensable para esta tarea, dado que otorgan una gran facilidad en la integración de la información y en el análisis territorial.

Las tecnologías SIG manejan estructuras de bases de datos espaciales y no espaciales, desde las cuales pueden identificarse entidades y sus relaciones, dadas las coincidencias o el solapamiento espacial. Estas entidades pueden ser visualizadas, en forma individual o combinada, a través de la generación de cartografías temáticas. A su vez, el SIG tiene la ventaja de permitir actualizaciones, pudiéndose incorporar nuevos elementos relevantes en el diagnóstico (Chang, 2006).

Trabajos previos en distintas partes del mundo han abordado la determinación de la vulnerabilidad social mediante las herramientas SIG (Roshiti, 2010; Martins 2012; Lee, 2014; Rahman 2015). En particular, para Argentina, se encuentran pocos antecedentes en este campo. Podemos nombrar los estudios de Barrenechea *et al.* (2000), Natenzon & Ríos (2015), donde se desarrolla un índice de vulnerabilidad social frente a desastres mediante un proceso analítico jerárquico. Otros antecedentes aplicados a una menor escala son para las ciudades de Córdoba (Gonzalez *et al.*, 2007), Bahía Blanca (Prieto, 2016), Monte Caseros (Zulaica & Ferraro, 2016), Neuquén (Perez, 2014) y Buenos Aires (Con *et al.*, 2011).

Una debilidad común que presentan estos trabajos es la ausencia de una metodología sistemática en la estimación de la vulnerabilidad social que aumente el número de variables en estudio y a su vez, reduzca el carácter subjetivo en la ponderación de los indicadores que integran el índice. Esta falencia puede ser superada utilizando una técnica estadística de reducción de variables, la cual facilite la selección de los factores más significativos y su ponderación como es la técnica de ACP.

3 Metodología

3.1 Base de Datos

La cartografía de la vulnerabilidad social presenta como principal dificultad la escasez de fuentes de información y datos de calidad fiables y actualizados, que den cuenta de las características sociodemográficas en toda la extensión del territorio argentino. Por ello, para este trabajo se decidió trabajar con la base del Censo Nacional de Vivienda y Hogares (INDEC, 2010) que brinda datos comparables y completos para todo el país. La selección de esta base de datos para la confección del índice de vulnerabilidad social limita la unidad mínima de análisis espacial al radio censal (rc).

3.2 Indicadores de la Vulnerabilidad Social

Tras definir las categorías analíticas para la vulnerabilidad social y a partir de la bibliografía consultada (Cutter *et al.*, 2013; Barrenechea *et al.*, 2000), se confeccionaron los indicadores presentados en la Tabla 1. Los indicadores mantienen una misma direccionalidad, es decir se espera que la vulnerabilidad social aumente a medida que aumentan los indicadores.

3.3 Análisis Estadístico

En la construcción de los indicadores se procedió a utilizar proporciones relativas. Esto permite evitar que las áreas de mayor vulnerabilidad sean siempre aquellas con mayor población. Un beneficio adicional, es que los indicadores resultan independientes de la unidad de medida (Tate, 2013).

Para la estandarización de los indicadores se utilizó el puntaje z , que produce una transformación de las variables a una media igual a cero y una desviación estándar de uno. En cada unidad de análisis i , el valor del indicador y_i representa la distancia entre el valor de la variable y la media poblacional, sobre la desviación estándar. Este método de normalización resulta el indicado para conjuntos de datos con valores extremos (Nardo *et al.*, 2005).

Para sintetizar la información se seleccionó la técnica de ACP. Esta técnica estadística permite

Estudio de la Vulnerabilidad Social en Argentina Mediante el Uso de SIG. Construcción de un Índice de Aplicación Local

Indicador	Descripción
Número de personas por hogar	Personas presentes en el hogar con mayor frecuencia
Régimen de propiedad de la vivienda y el terreno	Ocupación por préstamo, trabajo u otra situación temporal.
Dependencia de jóvenes	Proporción de población menor de 14 respecto a la población de 15-64 años
Dependencia de adultos mayores	Proporción de la población mayor de 65 respecto a la población de 15-64 años
Proporción de mujeres	Proporción de mujeres sobre el total de la población
Inmigrantes	Proporción de inmigrantes sobre el total de la población
Personas con nivel primario incompleto	Proporción de la población que nunca asistió a un establecimiento educativo formal
Analfabetismo	Proporción de la población mayor de 14 años que no lee ni escribe.
Personas en situación de calle	Proporción de la población en situación de calle
Desocupación	Proporción de la población desocupada sobre la población activa
Necesidades básicas insatisfechas	Proporción de la población con alguna necesidad básica insatisfecha
Calidad de los materiales	Proporción de viviendas con materiales precarios.
Vivienda compartida	Proporción de viviendas con 2 o más hogares en la misma vivienda
Carencia de teléfono en la vivienda	Proporción de viviendas sin teléfono
Carencia de heladera en la vivienda	Proporción de viviendas sin heladera
Provisión de agua potable	Proporción de viviendas con agua fuera de la vivienda o del terreno
Combustible utilizado para cocinar en la vivienda	Proporción de viviendas que utilizan leña, carbón u otro combustible alternativo para cocinar
Tipo de desagüe del baño de la vivienda	Proporción de viviendas sin desagües a red pública, a cámara séptica o pozo ciego
Carencia del baño de la vivienda	Proporción de viviendas sin baño interno

Tabla 1 Indicadores construidos para evaluar la vulnerabilidad social.

generar, a partir de combinaciones lineales de las variables originales, un conjunto menor de variables no correlacionadas (componentes principales) en las cuales se conserva la varianza de las variables ingresadas. Esta técnica permite el uso de los coeficientes de ponderación de los determinantes para la construcción del ILVS (Soto & Schuschny, 2009).

Por último, se realizó un re-escalamiento del índice, para transformar los valores a un rango de 0 a 1, manteniendo las distancias relativas. Como técnica de re-escalamiento, a cada valor de $ILVS_i$ se le restó el ILVS mínimo obtenido y se lo expresó respecto al rango de ILVS ($ILVS_{\text{máximo}} - ILVS_{\text{mínimo}}$).

Todos los análisis realizados en este trabajo se efectuaron con el lenguaje de programación estadístico R, mediante el software R-Studio. Para la realización de las cartografías también se trabajó con el software QGIS.

4 Resultados

4.1 Análisis de la Base de Datos

Para la construcción del índice local de vulnerabilidad social se utilizó la información del

Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. En la confección del censo se establecieron 52.406 rc para todo el territorio argentino, donde la relación media es de 765 habitantes/ rc con una desviación típica de 495. La mayor cantidad de rc se encuentra en las provincias de Buenos Aires (19.577 rc), Córdoba (4.752 rc), Santa Fe (3.779 rc) y CABA (3.553 rc).

A partir de las variables incluidas en el censo, se construyeron 19 indicadores de la vulnerabilidad social. Al analizar sus coeficientes de variación, se advirtió una gran variabilidad en el territorio. La mayor dispersión la presentaron los indicadores: “Calidad de los materiales”, “Carencia del baño de la vivienda”, “Combustible utilizado para cocinar en la vivienda” y “Personas en situación de calle”.

4.2 Índice local de Vulnerabilidad Social

Para determinar el grado de fiabilidad entre los parámetros normalizados se calculó el parámetro Alpha Cronbach. Este parámetro da cuenta de la consistencia interna que presentan los datos. Para la base de datos trabajada se obtuvo un Alpha de 0,89, garantizando la confiabilidad de los indicadores empleados.

Luego, se evaluó la colinealidad entre las variables. Se estableció como criterio que debieran presentar una correlación significativa superior a 0,3 para alguna de las variables (con $p < 0,001$). De los indicadores elaborados se descartaron las variables “Inmigrantes”, “Vivienda compartida” y “Personas en situación de calle”. A su vez, para el diagnóstico de la multicolinealidad se trabajó con la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Se obtuvo un KMO muy bueno ($KMO = 0,89$), poniendo de manifiesto la factibilidad de realizar la reducción de las variables.

Como primer paso del ACP, se realizó un gráfico de sedimentación. El mismo mostró que con los primeros 4 componentes es posible explicar el 77% de la varianza total, porcentaje satisfactorio para un estudio de análisis poblacional.

Tras esto, se evaluaron distintas rotaciones matriciales para la realización del ACP. El método seleccionado fue el proceso de varianza máxima (varimax), dado que minimiza el número de variables que mantienen una carga alta para cada factor, aumentando la variación porcentual para cada uno de los factores.

Una vez establecidos los indicadores que más influyeron sobre cada componente y obtenidos sus coeficientes de ponderación, se procedió a calcular los cuatro componentes de vulnerabilidad social para poder fusionarlos y generar el índice sintético mediante la suma. Para finalizar, se realizó el re-escalamiento del índice y se geolocalizaron sus valores en un mapa de la República Argentina (Figura 1a).

Para facilitar la interpretación de los datos obtenidos, se procedió a categorizar los valores del ILVS en 5 niveles. El criterio elegido para establecer los segmentos de corte en la clasificación fue tomar como condición media de vulnerabilidad social aquella a la cual se encontraba el mayor número de rc (50%). Quedando en las categorías “baja” y “alta” otra gran parte de los rc totales (49%). Para ello, se tomaron como valores de corte el primero, segundo, cuarto y quinto cuartil. Las categorías aplicadas fueron: “Muy bajo”, “Bajo”, “Medio”, “Alto”, “Muy alto”. Así, el ILVS oscila entre 0 (muy baja vulnerabilidad social) y 1 (muy alta vulnerabilidad social) con una puntuación de vulnerabilidad promedio de 0.4789 para todos los rc de Argentina. Esta estrategia de clasificación resultó útil para discriminar los ra-

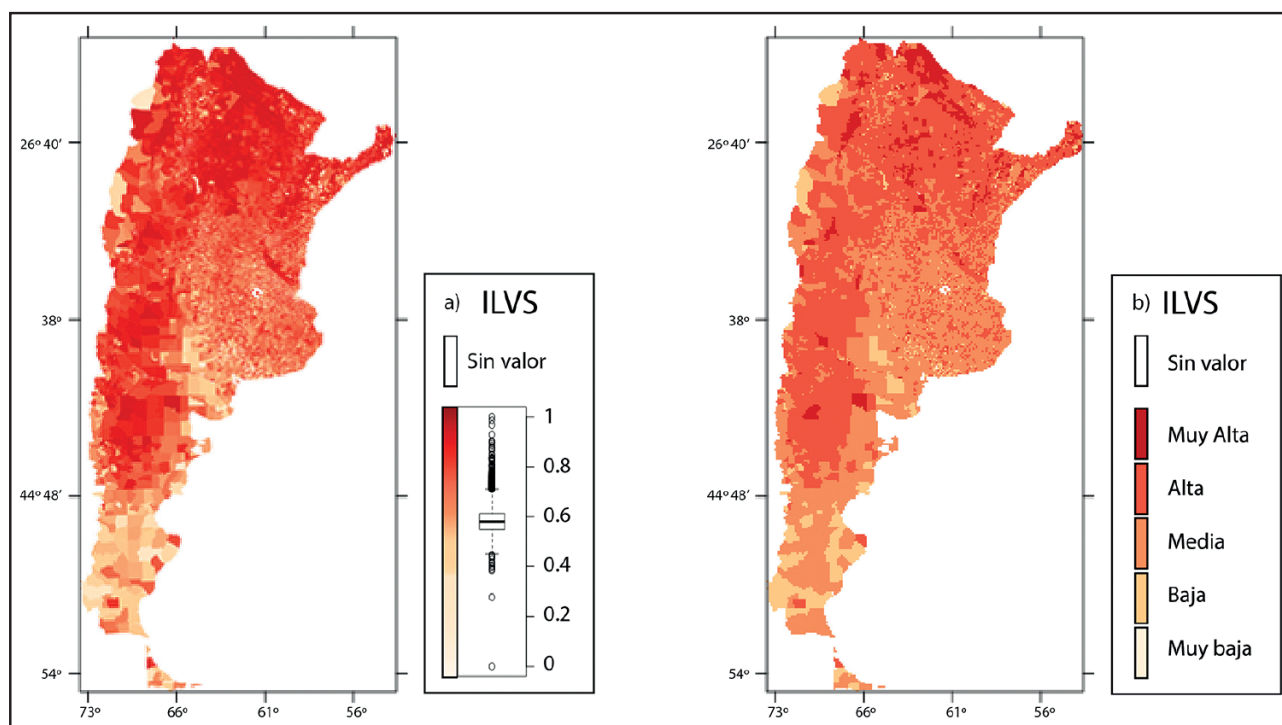


Figura 1 Índice Local de Vulnerabilidad Social para Argentina. a- sin categorizar; b- aplicando la categorización

dios censales que presentaron condiciones extremas de vulnerabilidad social.

La distribución de los valores de ILVS presentaron una asimetría positiva y una fuerte curtosis, resultando: 12 radios censales con ILVS muy bajo, 13.082 con nivel bajo, 26.189 con nivel medio, 12.787 con nivel alto y 307 con un nivel muy alto de vulnerabilidad (Figura 1b).

Con algunas excepciones, se observa una mayor vulnerabilidad social en el sector oeste y norte del país. En contraposición, muestran mejores condiciones la región pampeana y patagónica y la Capital Federal. Esto coincide con la bibliografía, donde se reconocen que las regiones con mayor pobreza estructural son el noroeste, noreste y cuyo argentino (Andrada, 2015; Manzanal & Villarreal, 2010).

5 Discusión

Como otros trabajos ya han señalado (Calvo *et al.*, 2012; Lee, 2014), los sistemas sociales resultan sistemas complejos, difíciles de ser valorados. Y por tanto, no todo lo que integra la vulnerabilidad social, como concepto teórico, será susceptible de ser cuantificado. Esto nos lleva a reflexionar respecto a los distintos aspectos que entran en juego en el análisis y que no son factibles de ser cuantificados. A su vez, pone en relieve la importancia en la selección de los indicadores a la hora de elaborar la estructura del índice, debiendo abarcar distintos aspectos de la configuración social.

Sin embargo, el tipo de variable resulta condicionado por la información que se disponga, debiendo mantener periodicidad y alcance espacial. El trabajo con la información censal resulta acertado en este sentido, pero queda limitado a un escaso número de indicadores. Tal como se señala en Maguid (2000), la falta de otros registros que complementen la información censal limita la capacidad estadística para analizar lo que sucede en el territorio.

Respecto a la metodología, el uso del ACP para la integración de las variables disminuye el carácter subjetivo en la elaboración del índice. Si bien la elaboración de los indicadores sociales resulta de una elaboración teórica, la técnica de ACP reemplaza

la construcción arbitraria de ponderadores para cada una de las variables.

Queda pendiente para ser abordado en otro estudio, la existencia de factores latentes dentro de los determinantes confeccionados. Un nuevo estudio deberá residir en este punto, profundizando en la elaboración de factores de vulnerabilidad social.

Finalmente, cabe señalar que esta metodología puede emplearse para el análisis temporal de los indicadores y de la vulnerabilidad social. Para ello resulta apropiado mantener las medias y desviaciones estándar calculadas en este estudio para emplearlas como referencia en próximos cálculos (Soto & Schuschny, 2009).

6 Conclusiones

El ILVS resulta una medida resumen que da cuenta del grado de la vulnerabilidad social a lo largo del territorio nacional. Permite diferenciar unidades territoriales según la intensidad de las privaciones que padece su población, así como establecer órdenes de prioridad en las políticas públicas orientadas a mejorar la calidad de vida de la población y a fortalecer la justicia distributiva regional.

La acentuada asimetría económica que se presenta en Argentina, como en el resto de América Latina, se expresa en la distribución desigual, ya sea en los beneficios como en los riesgos socioambientales. Los mapas de vulnerabilidad social pueden ser utilizados para mejorar la gestión de la vulnerabilidad social y la planificación del desarrollo, creando un mejor contexto para los tomadores de decisiones. En este sentido, la generación de cartografía utilizando un índice sintético resulta imprescindible para abordar responsabilidades relacionadas con el acceso a servicios de salud y educación, como con la planificación estratégica, la evaluación del impacto ambiental y la reducción del riesgo de desastres.

7 Referencias

- Adger, W.N.; Agrawala S.; Mirza M.M.Q.; Conde C.; O'Brien K.L.; Pulhin J.; Pulwarty R.; Smit B. & Takahashi K. 2007. *Assessment of adaptation practices, options,*

- constraints and capacity. Cambridge University Press: Cambridge, p. 719-743.
- Andrada, M.J. 2015. Niveles de mortalidad y vulnerabilidad social en el Noroeste Argentino. 2001-2010. *Revista de Salud Pública*, 18(2): 42-53.
- Barrenechea, J.; Gentile, E.; González, S. & Natenzon, C. 2000. Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo. *In: JORNADAS DE SOCIOLOGÍA*, 4 UBA, Ponencia. 13 p.
- Beck, U. 1998. *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós. 400 p.
- Bolin, B. 2007. Race, class, ethnicity, and disaster vulnerability. *In: HANDBOOK OF DISASTER RESEARCH*, p. 113-129.
- Calvo, A.; Caspani, M.L.; Barrenechea, J. & Natenzon, C.E. 2012. Statistical Information for the Analysis of Social Vulnerability in Latin America—Comparison with Spain. *In: BUSINESS AND ENVIRONMENTAL RISKS*. Springer, Netherlands, p. 35-52
- Cannon, T. 2017. Social Vulnerability and Environmental Hazards. *In: THE INTERNATIONAL ENCYCLOPEDIA OF GEOGRAPHY*, p. 1-8
- Chang, K.T. 2006. *Geographic information system*. John Wiley & Sons, Ltd. 435p.
- Con, M.; Susini, S.; Catalá, S. & Quinteros, S. 2011. Índice de vulnerabilidad social (IVS). Dirección de Investigación y Estadística del Ministerio de Educación del GCBA. 12p.
- Cutter, S.L.; Boruff, B.J. & Shirley, W.L. 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 84(2): 242-261.
- Fatemi, F.; Ardalan, A.; Aguirre, B.; Mansouri, N. & Mohammadfam, I. 2017. Social vulnerability indicators in disasters: Findings from a systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22: 219-227.
- Golovanevsky, L. 2007. Vulnerabilidad Social: Una Propuesta para su Medición en Argentina. *Revista de Economía y Estadística*, 14(2): 53-94.
- González, L.; Peláez, E. & Herrero, V. 2007. Vulnerabilidad social, rezago y deserción escolar en el Gran Córdoba (Argentina). *In: JORNADAS ARGENTINAS DE ESTUDIOS DE POBLACIÓN (AEP)*, 9, Huerta Grande, Provincia de Córdoba. ISBN: 978- 987-23989-0-3
- Lee, Y.J. 2014. Social vulnerability indicators as a sustainable planning tool. *Environmental Impact Assessment Review*, 44: 31-42.
- Maguid, A. 2000. El sistema de indicadores sociales de Argentina. *In: TALLER REGIONAL SOBRE INDICADORES SOBRE EL DESARROLLO SOCIAL-LC/R*. 2046-2000, 6, p. 77-94.
- Manzanal, M. & Villarreal, F. (eds.). 2010. *El desarrollo y sus lógicas en disputa en territorios del norte argentino*. CICCUS. 272p.
- Martins, V.N.; Silva, D.S. & Cabral, P. 2012. Social vulnerability assessment to seismic risk using multicriteria analysis: the case study of Vila Franca do Campo (São Miguel Island, Azores, Portugal). *Natural Hazards*, 62(2): 385-404.
- Márquez, R. 2006. *El diseño de índices sintéticos a partir de datos secundarios: Metodologías y estrategias para el análisis social*. Santiago de Chile: LOM Ediciones. 25p.
- Natenzon, C.E. & Ríos, D. 2015. *Riesgos, catástrofes y vulnerabilidades: aportes desde la geografía y otras ciencias sociales para casos argentinos*. Buenos Aires: Imago Mundi. 228p.
- Perez, G.G. 2014. Teoría social del riesgo y cartografía aplicada a la ciudad de Neuquén. *Boletín Geográfico*, 32: 115-124.
- Prieto, M.B. 2016. Vulnerabilidad sociodemográfica en el aglomerado urbano de Bahía Blanca-Argentina. *In: Encuentro Nacional de Estudios Populacionais*, 16, Anais, p. 1-20.
- Roshti, A.M. 2010. Social vulnerability assessment to earthquakes in cities. Case study: Zanzan city. *Munic. Reg. Res. Stud.*, 7(2010): 71–90
- Schlosberg, D. 2013. Theorising environmental justice: the expanding sphere of a discourse. *Environmental Politics*, 22(1): 37-55.
- Soto, H. & Schuschny, A. R. 2009. *Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. CEPAL. 109 p.
- Tate, E. 2013. Uncertainty analysis for a social vulnerability index. *Annals of the association of American Geographers*, 103(3): 526-543.
- Vazquez-Brust, D. A.; Natenzon, C. E.; de Burgos-Jiménez, J.; Plaza-Úbeda, J. A. & López, S.D. 2012. Evaluating the Firm's Environmental Risk: A Conceptual Framework. *In: BUSINESS AND ENVIRONMENTAL RISKS*, SPRINGER, DORDRECHT, p. 15-33.
- Zulaica, L. & Ferraro, R. 2016. Vulnerabilidad socioambiental en Monte Caseros, Corrientes: aportes al estudio de las problemáticas socio-espaciales de la localidad. *Journal de Ciencias Sociales*, 7: 93-114.