

# Los indicadores censales como herramienta para evaluar la vulnerabilidad social frente a la caída de ceniza volcánica. El caso de Villa La Angostura (Argentina) durante la erupción del Cordón Caulle 2011

Agustín Delménico\*  
Gustavo Villarosa\*\*  
Débora Beigt\*\*\*  
Valeria Outes°  
María Isabel Andrade°°  
Carolina Manzoni°°°

## Resumen

La vulnerabilidad está definida por las condiciones socioeconómicas previas a la ocurrencia de un evento catastrófico. La erupción del Cordón Caulle iniciada en junio de 2011 trajo consecuencias a la región del Nahuel Huapi, principalmente Villa La Angostura, en actividades económicas, servicios básicos, transportes y comunicaciones, entre otras. El objetivo del trabajo es desarrollar una herramienta metodológica para evaluar la vulnerabilidad social frente a la caída de ceniza volcánica a partir de indicadores provistos por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en el año 2010, que muestra el escenario previo a dicha erupción, a la vez que facilita su replicabilidad a partir de datos disponibles a nivel nacional. Los indicadores fueron mapeados, analizados por radios censales y se cotejaron con información disponible sobre las medidas adoptadas durante la emergencia y se elaboró un mapa final de vulnerabilidad. Se destacó la oportunidad y pertinencia que presentan los datos censales para anticipar sitios vulnerables, especialmente cuando se consideran las condiciones habitacionales, el abastecimiento de agua potable y los materiales e inclinación de los techos, así como también las mejoras realizadas luego de la emergencia, por ejemplo, en el sistema de abastecimiento y distribución del agua de red.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, Erupción, Caída de ceniza volcánica, Indicadores censales, Cordón Caulle.

\* Becario IPATEC (CONICET-UNCOMA). Grupo de Estudios Ambientales GEA y Docente UNCo Bariloche. [agustindelménico@gmail.com](mailto:agustindelménico@gmail.com)

\*\* Investigador IPATEC (CONICET-UNCOMA). Grupo de Estudios Ambientales GEA y UNCo Bariloche. [villarosag@comahue-conicet.gob.ar](mailto:villarosag@comahue-conicet.gob.ar)

\*\*\* Investigadora IPATEC (CONICET-UNCOMA). Grupo de Estudios Ambientales GEA. [dbeigt@comahue-conicet.gob.ar](mailto:dbeigt@comahue-conicet.gob.ar)

° Carrera de Personal de Apoyo, IPATEC (CONICET-UNCOMA). Grupo de Estudios Ambientales GEA. [outesv@comahue-conicet.gob.ar](mailto:outesv@comahue-conicet.gob.ar)

°° Investigadora IdIHCS (CONICET-UNLP). Centro de Investigaciones Geográficas (CIG) y Docente UNLP. [miandrade@fahce.unlp.edu.ar](mailto:miandrade@fahce.unlp.edu.ar)

°°° Docente, UNCo Bariloche. [cmanzoni@outlook.com](mailto:cmanzoni@outlook.com)

## **Census indicators as a tool for assessing social vulnerability to the fall of volcanic ash. The case of Villa La Angostura (Argentina) during the eruption of Cerdón Caulle, 2011**

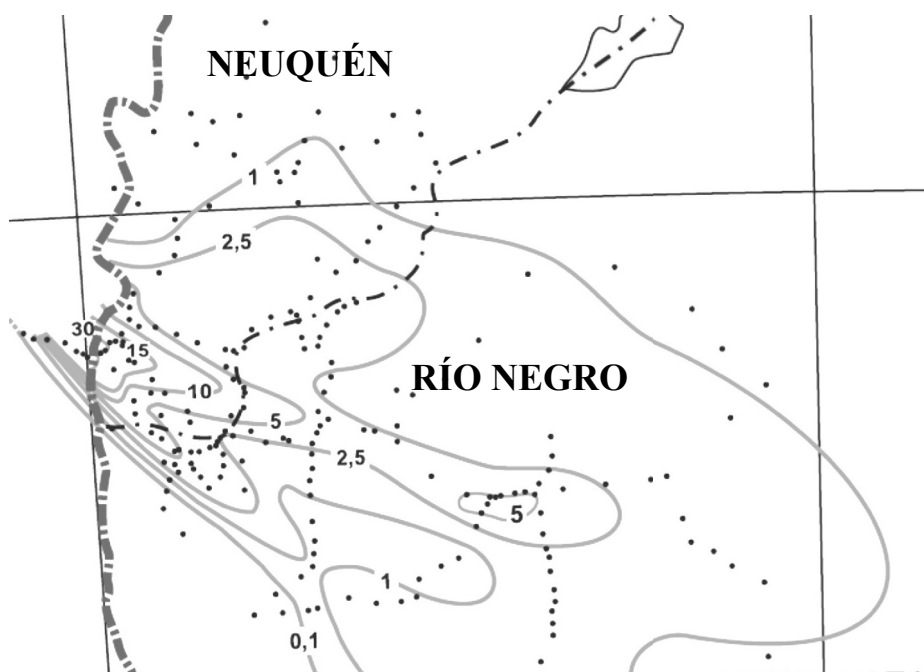
### **Abstract**

Vulnerability is defined by the socioeconomic conditions prior to the occurrence of a catastrophic event. The eruption of Cerdón Caulle in June 2011 brought consequences to the Nahuel Huapi region, mainly in Villa La Angostura. Economic activities, basic services, transport and communication systems, among others, were all affected by the ash fall. The objective of this paper is to develop a methodological tool to assess the social vulnerability to the fall of volcanic ash from the indicators provided by the 2010 National Household and Housing Population Census which shows the scenario prior to the eruption. At the same time, it facilitates its replicability based on data available at the national level. The indicators were mapped, analyzed by census radios and collated with available information on the measures adopted during the emergency so that a final vulnerability map was drawn up. The opportunity and relevance of census data to anticipate vulnerable sites was highlighted especially when considering the housing conditions, drinking water supply system and the materials and roof's slope, as well as the improvements made after the emergency (e.g. drinking water supply and distribution systems).

**Key words:** Vulnerability, Eruption, Volcanic ash fall, Census indicators, Cerdón Caulle

## Introducción

La erupción del Cordón Caulle de 2011 trajo consecuencias significativas en localidades costeras del lago Nahuel Huapi como San Carlos de Bariloche, Dina Huapi y Villa La Angostura. La magnitud de la erupción fue tal que la superficie con 10 centímetros de tefra (depósito inconsolidado de material piroclástico), alcanzó los 1450 km<sup>2</sup>, mientras que 170 km<sup>2</sup> fueron cubiertos por 30 o más centímetros (Villarosa y Outes, 2013). La mayor parte de la acumulación se produjo durante las primeras semanas luego de iniciada la erupción, el 4 de junio de 2011 (Fig. 1). A su vez, la removilización del material depositado continuó en los meses subsiguientes.

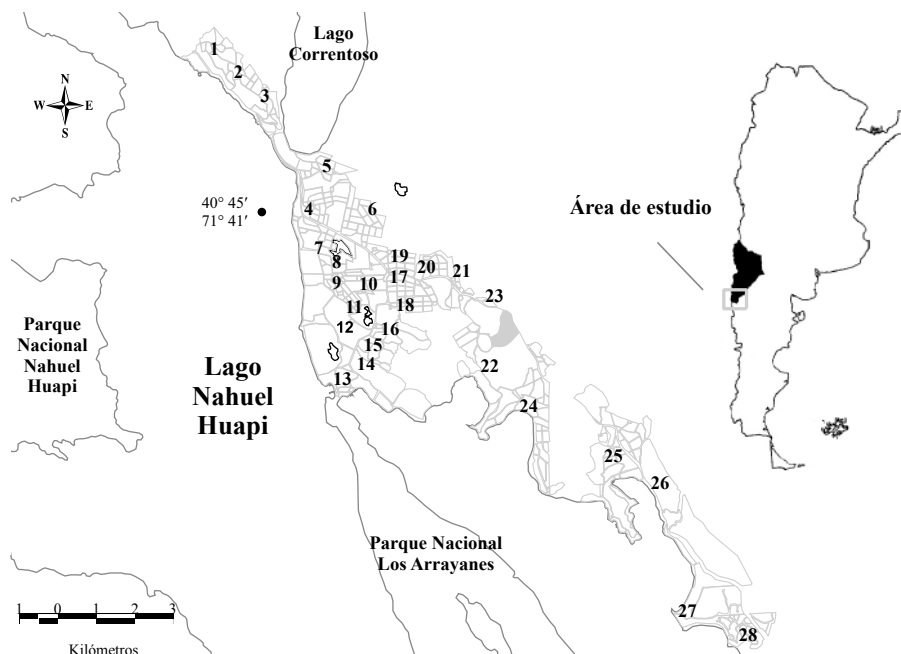


**Figura 1.** Mapa isopáquico de la erupción del Cordón Caulle de 2011 (provincias de Neuquén y Río Negro). Depósitos piroclásticos (espesores en cm).

Fuente: modificado de Alloway, Pearce, Villarosa, Outes y Moreno (2015).

En toda el área impactada, la erupción del Cordón Caulle acarrió diversos problemas a la población asociados a la ceniza suspendida en el aire y en el agua, además de inconvenientes a las actividades ganaderas, el abastecimiento de servicios básicos, el tratamiento de aguas residuales/domiciliarias, el transporte y las comunicaciones (Wilson, Stewart, Bickerton, Baxter, Outes, Villarosa y Rovere, 2013), muchos de los cuales se extendieron hasta localidades extraandinas (Villarosa y Outes, 2013). Una de las localidades del país más afectada por la caída directa de material piroclástico fue Villa La Angostura, en la provincia de Neuquén (Fig. 2) donde, por su cercanía al foco de emisión, ubicado a unos 40 kilómetros de dis-

tancia, se han registrado espesores de entre 16 y 24 centímetros de ceniza y lapilli (Villarosa, Schneider, Outes, López, Dzendoletas, Beigt, Villarosa, Galosi y Ruiz, 2012). Villa La Angostura es la ciudad más austral de la provincia de Neuquén. Su área urbana tiene un trazado general en sentido Noroeste-Sudeste. Rodeada por los Parques Nacionales Arrayanes y Nahuel Huapi, está compuesta por más de una veintena de barrios que se extienden a lo largo de unos 16 km acompañando las costas de los lagos Nahuel Huapi y, en menor medida, Correntoso.



### VILLA LA ANGOSTURA MAPA DE BARRIOS

- |                        |                        |                  |                     |
|------------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| 1 Arauco               | 8 Peumayen             | 15 Antilhue      | 22 Las Balsas       |
| 2 Las Bandurrias       | 9 Las Margaritas       | 16 Del Ciprés    | 23 Faldeo del Bayo  |
| 3 Villa Correntoso     | 10 Calafate            | 17 El Cruce      | 24 Cumelén          |
| 4 Lomas del Correntoso | 11 El Mallín           | 18 El once       | 25 Puerto Manzano   |
| 5 Epulafquen           | 12 El Pinar            | 19 El Colihue    | 26 Loma Guacha      |
| 6 Norte                | 13 Puertos de la Villa | 20 Las Piedritas | 27 Muelle de Piedra |
| 7 Tres Cerros          | 14 Maikana             | 21 Los Volcanes  | 28 Calfuco          |

**Figura 2.** Barrios de Villa La Angostura, Neuquén. 2010.

Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de información catastral.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una herramienta metodológica para evaluar la vulnerabilidad social frente a la caída de material piroclástico a partir de un conjunto de indicadores suministrados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en el año 2010, pocos meses antes de iniciarse dicha erupción, constituyendo esta una situación excepcional que muestra el escenario previo a la erupción.

En función de los impactos acaecidos en Villa La Angostura, esta localidad ofrece una oportunidad inigualable como caso de estudio para avalar esta metodología, cuya replicabilidad se ve facilitada al proveer de criterios básicos homogéneos para la evaluación de la vulnerabilidad, a partir de datos disponibles para todo el país. Los impactos teóricos de las caídas piroclásticas cooperaron para seleccionar los indicadores, los cuales fueron mapeados y analizados a nivel de radios censales, elaborándose un mapa donde se identificaron los barrios más vulnerables<sup>1</sup>.

La información suministrada por el censo fue procesada en un sistema de información geográfica<sup>2</sup> por radios censales e intervalos naturales, lo que permite una mejor aproximación a las diferentes realidades dentro de la misma localidad. Además, se mencionan en este trabajo las principales medidas generales llevadas a cabo por diferentes organismos de Villa La Angostura —Municipalidad, Ejército Argentino, Protección Civil municipal— durante la emergencia volcánica de 2011, con la finalidad de constatar la pertinencia de los indicadores seleccionados para confirmar los sitios más vulnerables al impacto de una caída de ceniza. Por último, la confección de mapas temáticos y su interpretación completan los recursos metodológicos utilizados en este trabajo.

### **Medidas generales adoptadas durante y después de la emergencia volcánica de 2011**

Ante los eventos naturales que revisten peligrosidad, la recuperación de una localidad depende de la preparación de su población y de los distintos organismos competentes y la capacidad de gestión en momentos de emergencia. En el caso de Villa La Angostura, Outes, Villarosa, Delménico, Gómez Lissarrague, Beigt, Manzoni, Arretche (2015) describen las medidas adoptadas en forma inmediata a la erupción del Cordón Caulle:

- Conformar un Comando de Operaciones en Emergencias (COE). Hacia fines del mes de junio de 2011, desde la intendencia se decretó la creación de un Comité de Asistencia Técnico-Científica a los fines de asistir al COE y, desde un primer momento, la Oficina Regional Patagónica de la Dirección Nacional de Protección Civil se asesoró para la conformación de dicho comando.
- Garantizar la transitabilidad en los barrios más afectados para que pudiera circular el personal abocado al mantenimiento del sistema eléctrico y asistencia a los pobladores.

<sup>1</sup> Quedan excluidos del análisis las áreas rurales del departamento Los Lagos y los parques nacionales Nahuel Huapi y Los Arrayanes.

<sup>2</sup> Se recurrió al uso del software libre GVSIG versión 1.12.0.

- Garantizar el suministro de energía eléctrica, dado que el sistema es muy vulnerable a los efectos de la ceniza, la cual tiene una gran capacidad conductora de la electricidad. Por ello, se debieron reemplazar piezas del sistema de distribución y transmisión eléctricas.
- Dar apoyo a las familias afectadas en la reparación y apuntalamiento de techos de viviendas precarias.
- Otras tareas consistieron en la limpieza de techos, distribución de agua, control de nivel de los cauces, relevamientos de las familias y viviendas en zonas inundables y con posibilidad de ser afectadas por lahares secundarios (flujo por removilización de material piroclástico a partir de precipitaciones abundantes).
- Asegurar el abastecimiento de agua potable de calidad, para lo cual se analizaron muestras de agua del lago Nahuel Huapi y de arroyos próximos a la ciudad para verificar la posible presencia de contaminantes inorgánicos aportados por la ceniza (Wilson et al., 2013). A su vez, se elevó sustancialmente la clorinación, anticipando la capacidad de la ceniza de anular el efecto del cloro en el agua.
- Durante la emergencia, se repartieron módulos alimentarios<sup>3</sup> distribuidos de la siguiente manera:
  - Junio: 1450 módulos alimentarios.
  - Julio: 800 módulos alimentarios, ya ordenada la entrega en forma quincenal.
  - Agosto: 690 módulos alimentarios.
  - Septiembre: se regulariza la entrega de módulos alimentarios una vez por mes y se entregan 700.
  - En octubre, noviembre y diciembre, se entregan mensualmente los módulos alimentarios a razón de 700 módulos por mes.

En las distintas tareas mencionadas, trabajaron diversos organismos municipales, grupos comunitarios, Protección Civil, Ejército Argentino, Bomberos Voluntarios, Parques Nacionales y Prefectura Naval Argentina.

Las medidas adoptadas con posterioridad a la emergencia, apuntaron a reducir la vulnerabilidad del sistema de provisión de agua y la protección de las captaciones. En tal sentido, se instalaron filtros de agua, se reemplazaron algunas bombas

---

<sup>3</sup> Información suministrada por la Subsecretaría de Desarrollo Social, Municipalidad de Villa La Angostura. En virtud de la demanda, se repartieron los módulos según las necesidades, no habiendo registro de los beneficiarios según el barrio de pertenencia, por ende, no se cuenta con la información por barrios.

y determinadas captaciones localizadas en arroyos cercanos a la ciudad fueron excluidas del sistema de abastecimiento, como fueron los casos del arroyo Las Piedritas y el río Bonito. Asimismo, se implementó un sistema de alerta ante el desborde de arroyos dado que muchos de ellos continuaron con una importante carga sedimentaria aún después de varios meses de finalizada la erupción.

### **Aspectos teóricos**

Los peligros o amenazas, ya sean de origen natural o antrópico, constituyen uno de los componentes más relevantes en las diferentes concepciones sobre el riesgo que se erigen en la actualidad (Giddens, 1993; Maskrey, 1993; Natenzon, 1995; Blaikie, Cannon, David, Wisner, 1996; Beck, 1999;). En Patagonia Norte las amenazas tienen diversos orígenes, siendo relativamente frecuentes las nevadas, las fuertes lluvias, los sismos, los incendios forestales y los diferentes procesos de remoción en masa.

Las amenazas volcánicas tienen una significativa importancia dado que Norpatagonia se encuentra bajo la influencia de las erupciones explosivas de los volcanes de la Zona Volcánica Sur (ZVS), donde se localizan cerca de 60 volcanes activos. Cuando estos volcanes producen erupciones explosivas, pueden desarrollar una columna eruptiva cargada de gases y material piroclástico que alcanza grandes alturas en la atmósfera y se desplaza por la acción de los vientos. En esta región, los vientos dominantes del oeste (westerlies) movilizan gran parte de estos componentes hacia el territorio argentino afectando, incluso, zonas localizadas a grandes distancias del foco emisor.

Las erupciones volcánicas en Patagonia conllevan una peligrosidad significativa, particularmente en la región del Nahuel Huapi. Los episodios registrados por el Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle (CVPCC) con las consecuentes caídas de cenizas en los años 1921 y 1960, constituyen los antecedentes más relevantes y muy especialmente la última erupción ocurrida en 2011. Este caso ofrece la invaluable oportunidad de comprender más cabalmente las características de la amenaza y de establecer con mayor certeza los impactos directos e indirectos que sufrieron las poblaciones de la región.

La comprensión de los riesgos no se agota con un acabado conocimiento de la peligrosidad, sino que debe complementarse con los aspectos sociales de la temática. Gellert de Pinto (2012) sostiene que las ciencias sociales se ocuparon crecientemente de la problemática de los riesgos desde 1980, centrándose en el estudio de la vulnerabilidad como factor determinante en la causa de los desastres o la conformación de riesgos. El abordaje de los riesgos desde la vulnerabilidad desplazó aquella visión en la que era habitual asociar la noción de riesgo a la de desastre, pensados como eventos fortuitos o castigo divino. Giddens (1990) retoma

a Luhmann agregando que el término riesgo reemplaza lo que con anterioridad se pensó como fortuna —fatalidad— .

Si bien existen diferentes acepciones para el término vulnerabilidad, a grandes rasgos se pueden distinguir tres perspectivas vinculadas entre sí. Por un lado, aquella que pone énfasis en la propensión de un grupo social a sufrir daños (Cardona, 1993; Herzer y Gurevich, 1996a; Lavell, 1996). Por otro, la que considera la vulnerabilidad en términos de la capacidad de un grupo social de adaptarse a los cambios en el ambiente ( Wilches-Chaux, 1993; Blaikie et al., 1996). Por último, muy vinculada a la primera, se encuentra la perspectiva que considera un conjunto de condiciones o procesos de diversa índole que anteceden a una amenaza natural y determinan los impactos (Blaikie et al., 1996; Barrenechea, Gentile, González y Natenzon, 2000; Natenzon, 1995, 2003; EIRD/ONU, 2004).

En el marco del objetivo planteado, y en virtud de la última perspectiva mencionada, se acuerda con Barrenechea et al. (2000) cuando sostienen que la vulnerabilidad está definida por las condiciones socioeconómicas previas a la ocurrencia del evento catastrófico, en tanto que constituye una “capacidad diferenciada” de hacerle frente. Ello involucra numerosos aspectos que van desde la percepción del riesgo hasta las condiciones económicas, sociales e institucionales, que implica la preparación ante la emergencia. Este conjunto de factores definen un estado de fragilidad social frente a la amenaza volcánica que condiciona la posibilidad de una comunidad de enfrentar dicha amenaza. Un aporte clave de la noción de vulnerabilidad es que permite superar caracterizaciones dicotómicas (pobre / no pobre) y reconocer las diversas configuraciones socioeconómicas de distintos grupos sociales (Natenzon y González, 2010).

Por último, cabe señalar que hay un gran número de estudios sobre riesgo y vulnerabilidad social en Argentina relacionados con las problemáticas que giran en torno al recurso agua, principalmente las inundaciones, como fenómeno recurrente en diferentes lugares del territorio nacional (Caputo, Hardoy y Herzer, 1985; Herzer y Gurevich, 1996b; González, 2001; Andrade, Plot, Infesta, Scarpatti, Pintos, Papalardo, Vallejos, Montes, Gratti, Losano, Carut, Benitez y Del Río, 2003; Natenzon, 1998, 2003; Andrade, 2013; por citar algunos ejemplos), siendo escasos los trabajos en materia de vulnerabilidad volcánica en general, y ante la caída de ceniza en particular. Trabajos como los realizados por Craig, Wilson, Stewart, Villarosa, Outes, Cronin y Jenkins (2016), Jenkins, Wilson, Magill, Miller, Stewart, Marzocchi y Boulton (2014) y Wilson, Wilson, Deligne y Cole (2014) tienen una orientación hacia la evaluación de los impactos de las cenizas volcánicas en las infraestructuras críticas como son los sistemas de abastecimiento de agua potable, el servicio eléctrico y el transporte, entre otras.



## **La vulnerabilidad social en Villa La Angostura: una aproximación desde indicadores censales**

Los censos nacionales de población constituyen una importante fuente de información que resulta sumamente relevante para evaluar aspectos sociales de diversa naturaleza. La peligrosidad volcánica, y la caída de cenizas en especial, comprenden un conjunto de especificidades que requiere de una serie de indicadores que se complementan entre sí para evaluar la vulnerabilidad de una comunidad frente a esta amenaza.

### **El crecimiento demográfico del departamento Los Lagos**

El departamento Los Lagos se ubica en el extremo sur de la provincia de Neuquén. Su ciudad cabecera es Villa La Angostura; también se encuentran pequeñas localidades y parajes como Villa Traful, Confluencia y Cuyín Manzano, entre otras. La población departamental creció vertiginosamente duplicándose en el período 1991-2001, pasando de 4181 a 8654 habitantes, respectivamente. La población de 5 años o más de edad que en 1996 vivía en otra localidad argentina y en 2001 residía en Villa La Angostura alcanzó las 2547 personas, es decir, el 32,5 % de la población. En otros términos, el fuerte crecimiento demográfico se debe en gran medida al aporte inmigratorio, fundamentalmente de origen nacional<sup>4</sup>.

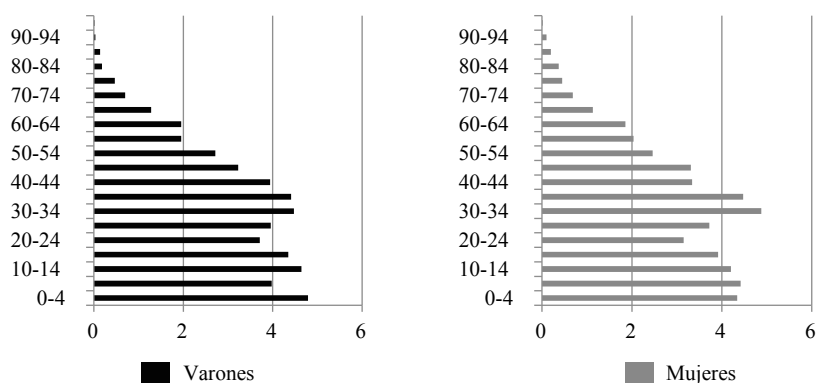
Sin embargo, y de acuerdo con la información aportada por el Censo 2010, sobresale que la población que vive en el departamento Los Lagos sigue siendo escasa, alcanzando los 11.998 habitantes. Si se analiza su estructura (Fig. 3), se observa un leve predominio de los hombres por sobre las mujeres.

De esta estructura, sobresale nuevamente el componente inmigratorio de esta población, especialmente en edades adultas (25 a 39 años). La información demográfica no es menor si se considera que la percepción del riesgo y la ponderación que se hace del mismo varían según aspectos como las experiencias concretas de la comunidad<sup>5</sup> en relación con los peligros; la existencia de otros riesgos más urgentes; la experiencia acumulada según se trate de comunidades que históricamente han convivido con el peligro o bien que tienen, por ejemplo, un alto porcentaje de inmigrantes que deben reconstruir su sentido de pertenencia al lugar incorporando el riesgo en su imaginario (Barrenechea et al., 2000).

---

<sup>4</sup> La población extranjera alcanzaba 1205 habitantes del total.

<sup>5</sup> Las experiencias anteriores fueron la erupción del Cordón Caulle en 1960 y la erupción del volcán Chaitén en 2008, con características demográficas muy diferentes a las actuales.



**Figura 3.** Composición por edad y sexo de la población del departamento Los Lagos, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (INDEC).

Por último, en más estricta relación con el área de estudio, la ciudad de Villa La Angostura contaba en 2010 con una población que alcanzaba los 11.063 habitantes, lo que representa el 92,2 % de la población del departamento Los Lagos, encontrándose en estos valores un indicador de la importancia de analizar la vulnerabilidad urbana de esta localidad frente a la caída de ceniza volcánica.

### **El papel de las condiciones demográficas y habitacionales en la vulnerabilidad de Villa La Angostura frente a la caída de cenizas**

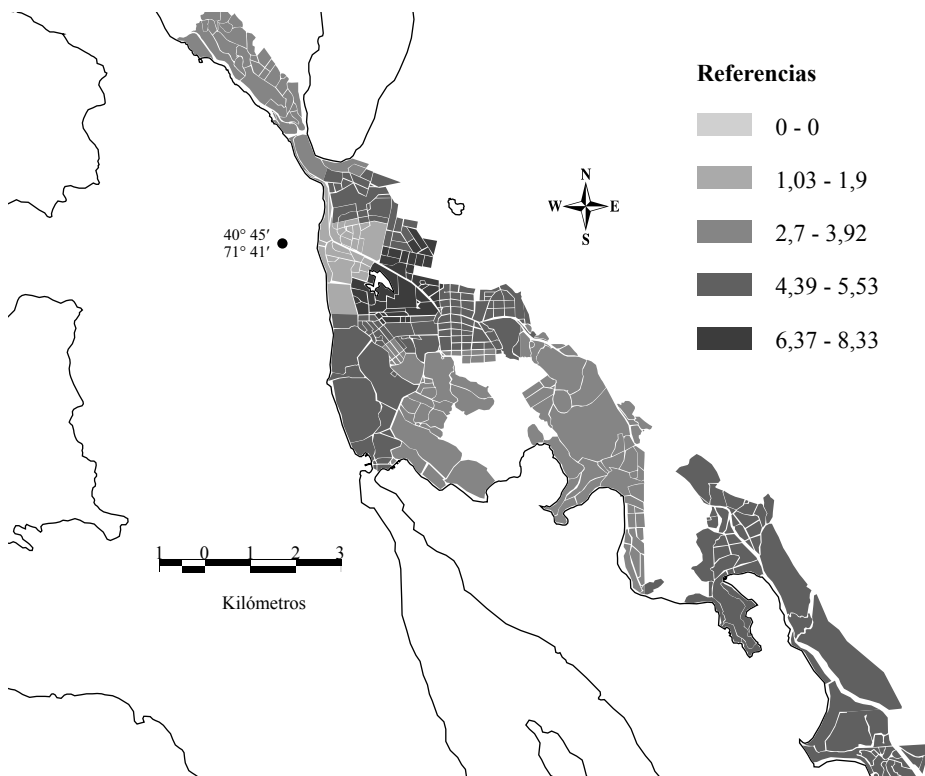
Las diferenciaciones territoriales al interior de la localidad de Villa La Angostura son relevantes para la comprensión de la vulnerabilidad social y es, por este motivo, que los diferentes indicadores presentados en esta sección se analizan por *radio censal*, la menor unidad geográfica con la que se realiza el censo.

#### **• Tasa de desocupación**

Según el INDEC, la tasa de desocupación es el porcentaje entre la población desocupada y la población económicamente activa y brinda información sobre la proporción de personas que están demandando trabajo y no lo consiguen (INDEC, 2013). Si bien es conveniente emplear el concepto de desocupación<sup>6</sup>, Natenzon y González (2010) sostienen que el desempleo y sus variantes señalan diferentes grados de carencia respecto de un sostén económico del hogar y, por lo tanto, una

<sup>6</sup> Las estadísticas miden *desocupación*.

mayor vulnerabilidad frente a los desastres. En la figura 4 se puede observar la distribución de la desocupación por radios censales.



**Figura 4.** Desocupación (en porcentaje). Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delmónico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

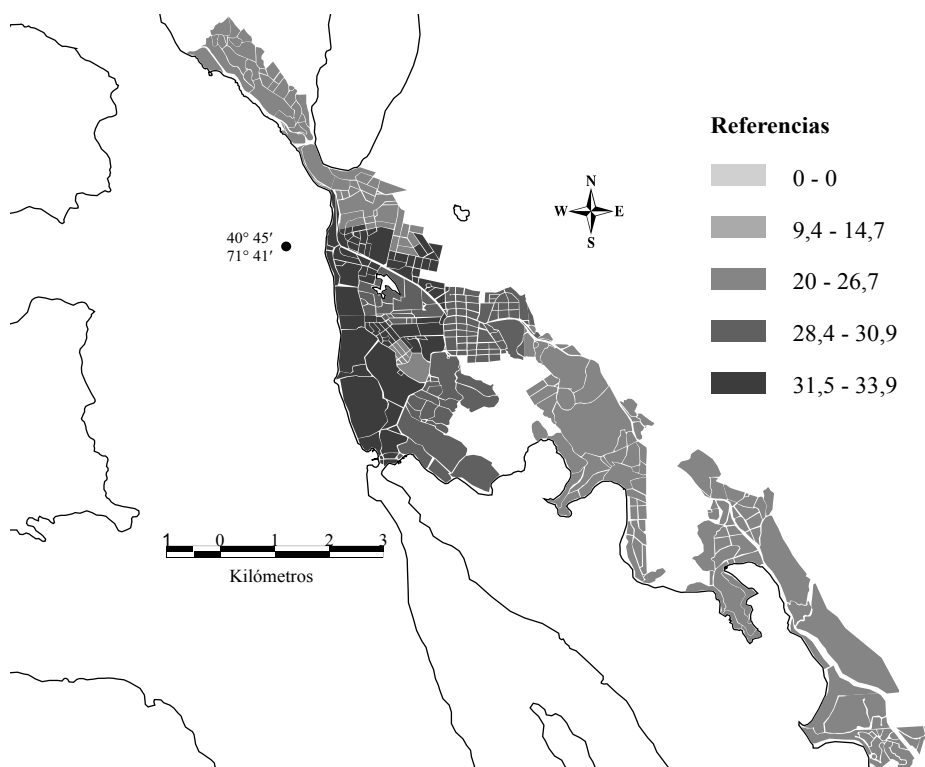
En términos generales, si bien la desocupación en Villa La Angostura es baja, los barrios Norte, Peumayen y Las Margaritas muestran los valores más elevados. Le siguen en importancia Los Volcanes, Las Piedritas, El Cruce, El Once, Epulafquen, El Mallín, Calafate y Puerto Manzano.

- **Jefe de hogar femenino**

Los hogares cuyo jefe es femenino generan una condición de vulnerabilidad, desde el punto de vista de que la mujer asume sola las responsabilidades y los trabajos domésticos y extradomésticos (Barrenechea et al., 2010). La fragilidad en estos hogares está ligada a los aspectos económicos, siendo fundamental en este esquema el desigual acceso al mercado de trabajo que presentan las mujeres en comparación con los hombres. Para el año 2007, el ingreso laboral de las mujeres

era menor que el de los varones, producto de una inserción laboral más precaria, con menos participación en el mercado de trabajo, mayores tasas de desempleo, menor acceso al empleo asalariado registrado y menor ingreso por hora trabajada (Rojo Brizuela y Tumini, 2008).

La franja central del área urbana muestra los mayores resultados —entre 28 y 34 %—, correspondiendo a los barrios Norte, Tres Cerros, Lomas del Correntoso, Las Margaritas, Peumayen, El Mallín, El Pinar y Calafate (Fig. 5). Menores valores —pero relevantes también— poseen los barrios Los Volcanes, Las Piedritas, Ciprés, Antilhue, Maikana, el Once y El Cruce.

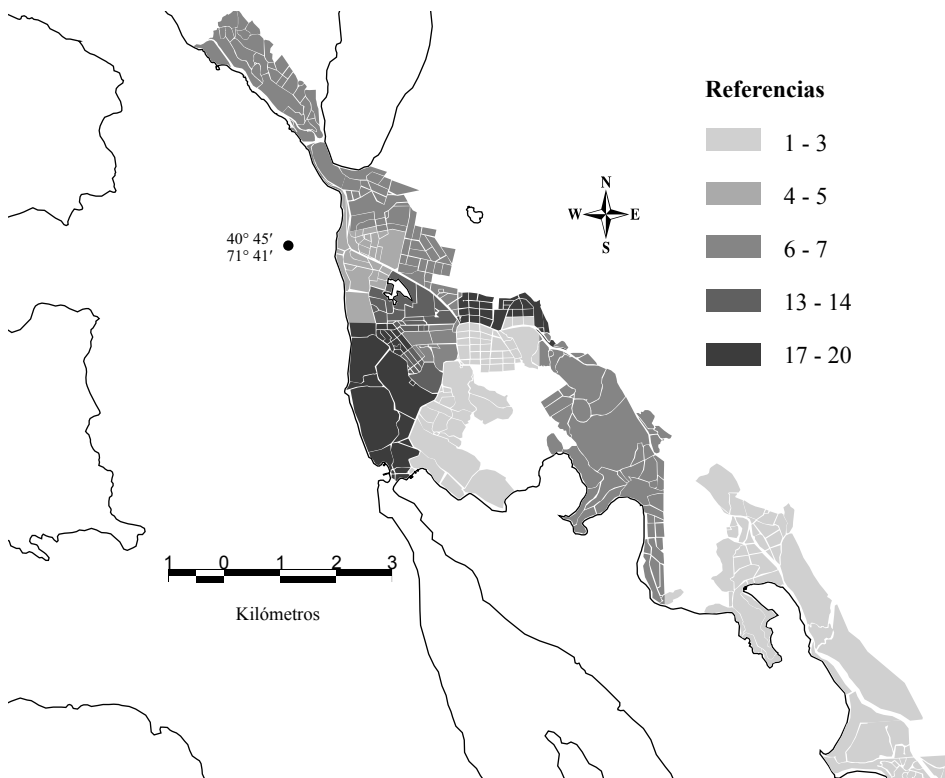


**Figura 5.** Hogares con jefe de hogar femenino (en porcentaje). Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

### • Analfabetismo

Si bien el analfabetismo es el porcentaje de la población de 10 años y más que no sabe leer y escribir (INDEC, 2013), este indicador se presenta en términos absolutos. Entre otros aspectos, la población analfabeta tiene menos capacidad

para tomar mejores decisiones frente a situaciones extremas, de hacer valer sus derechos a un ambiente saludable o aprovechar indicaciones en momentos críticos (Natenzon y González, 2010). La figura 6 muestra la distribución por radio censal de la cantidad de personas con analfabetismo.



**Figura 6.** Personas con analfabetismo. Villa La Angostura, Neuquén. 2010.

Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

El analfabetismo en el departamento Los Lagos alcanza el 1,25 %. En Villa La Angostura, los mayores valores absolutos de analfabetismo los presentan los barrios El Pinar, El Coihue, Los Volcanes, Las Piedritas, El Cruce, El Mallín y Calafate.

## • Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

A partir de la información recabada por el censo, se construye un indicador denominado Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)<sup>7</sup>, el cual mide lo que se conoce como pobreza estructural. Su complejidad, evidenciada en sus cinco indicadores, presenta una oportunidad para identificar asuntos específicos ligados a la peligrosidad volcánica.

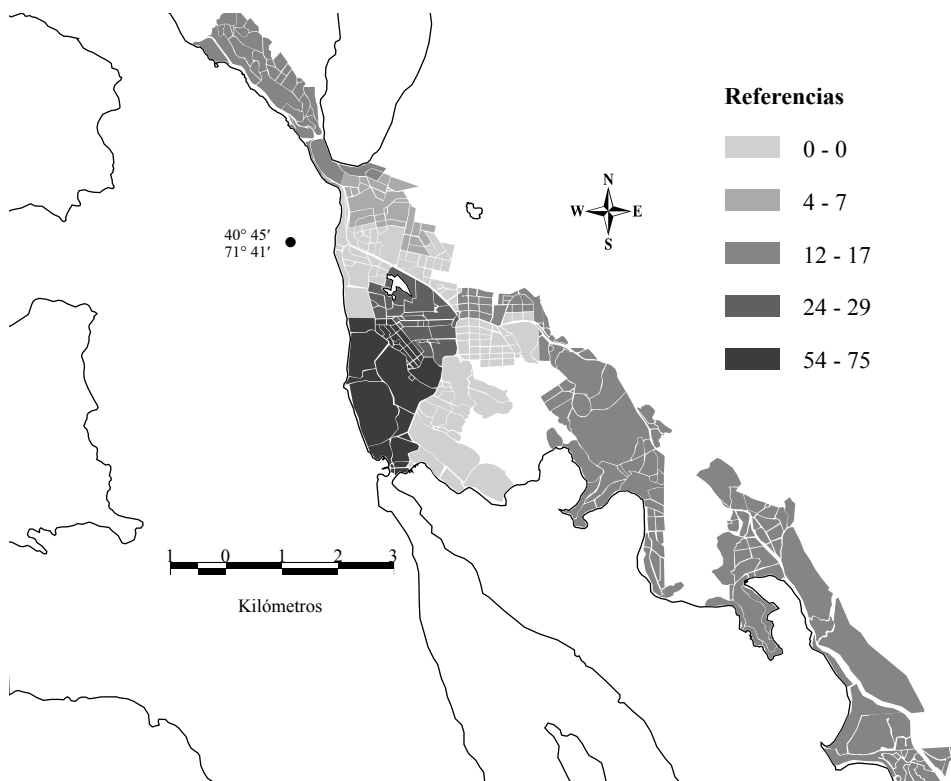
Para evaluar la vulnerabilidad de Villa La Angostura previa a la erupción de 2011, es importante analizar el *hacinamiento* (Fig. 7), en la medida que representa condiciones de fragilidad de las personas que habitan una vivienda, suministrando una información valiosa a las organizaciones competentes en la gestión del riesgo, por ejemplo, ante posibles evacuaciones (autoridades locales, protección civil, bomberos, gendarmería, ONG, entre otras).

Si bien la localidad no presenta valores elevados de personas con hacinamiento, los mayores registros se encuentran en los barrios El Mallín, El Pinar y Calafate y le sigue en importancia el barrio Las Margaritas.

El peso de la ceniza acumulada, en especial si está húmeda, genera una sobrecarga que tiene una gran capacidad de dañar infraestructuras y, muy frecuentemente, estructuras como techos. De acuerdo a las densidades que presentaron las tefras de la erupción de 2011 obtenidas en el Laboratorio de Tefrocronología y Limnogeología (IPATEC) sobre muestras de diversa granulometría, desde ceniza gruesa colectada durante los primeros días de la erupción en Villa La Angostura y sectores aledaños hasta ceniza muy fina como la caída en Villa Traful o eventos puntuales en Villa La Angostura, indican valores que oscilan entre 0,66 g/cm<sup>3</sup> hasta 0,84 g/cm<sup>3</sup>. Los valores de densidad húmeda para las mismas muestras varían entre 1,05 g/cm<sup>3</sup> hasta 1,49 g/cm<sup>3</sup>. Este aspecto presenta una relevancia mayor si se considera la carga adicional que presenta la nieve en temporada invernal, como sucedió en el caso de la erupción de 2011 (Fig. 8), con la caída de techos por el excesivo peso y el consecuente daño a diferentes infraestructuras.

---

<sup>7</sup> Según el INDEC se consideran hogares con NBI aquellos en los cuales está presente al menos uno de los siguientes indicadores de privación: hogares que habitan viviendas con más de 3 personas por cuarto (hacinamiento crítico), hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo), hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua, hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela, hogares que tienen 4 o más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (solo asistió dos años o menos al nivel primario). En [http://www.indec.mecon.ar/glosario/textos\\_glosario.asp?id=39](http://www.indec.mecon.ar/glosario/textos_glosario.asp?id=39).



**Figura 7.** Personas con hacinamiento. Villa La Angostura, Neuquén. 2010.  
 Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

Otro componente de NBI relevante para los fines de este trabajo es el de *vivienda inconveniente*<sup>8</sup> (Fig. 9), ya que en cierta medida refleja la capacidad de la vivienda de afrontar una caída de cenizas (especialmente para los casos de viviendas precarias).

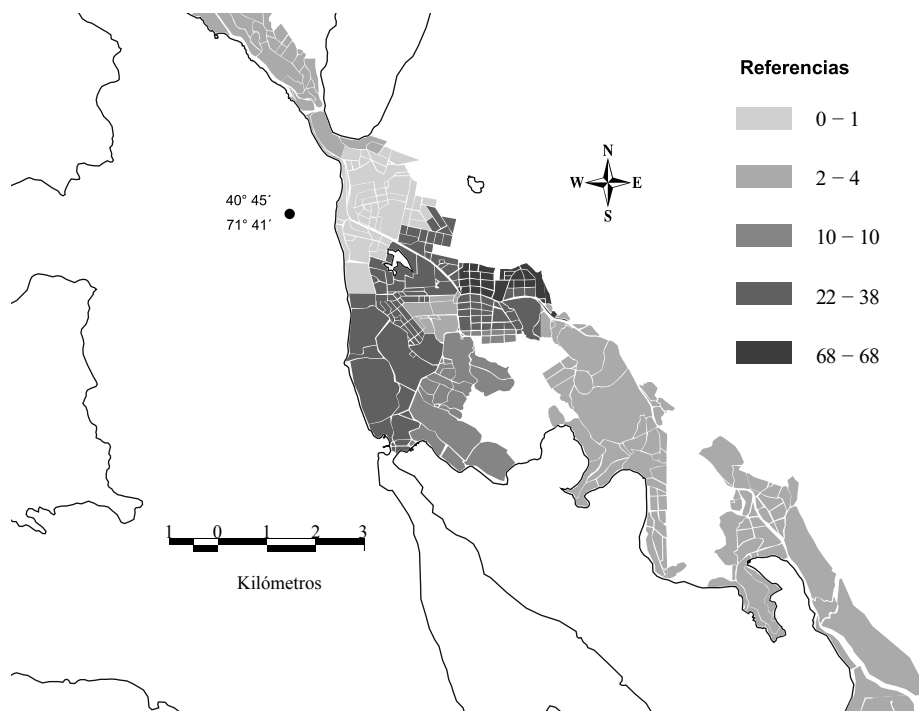
Al interior de Villa La Angostura, los barrios Las Piedritas, El Coihue, Los Volcanes y El Cruce poseen los números más elevados de cantidad de personas en viviendas inconvenientes. Le siguen en importancia los barrios El Once, Norte, las Margaritas Calafate y El Mallín.

Las aberturas precarias e indebidamente selladas permiten el ingreso de la ceniza a la vivienda, siendo esta una característica importante para considerar este indicador en la evaluación de la vulnerabilidad volcánica.

<sup>8</sup> Vivienda inconveniente incluye pieza de inquilinato, pieza de hotel o pensión, casilla, local no construido para habitación o vivienda móvil, excluyendo casa, departamento y rancho.



**Figura 8.** Los efectos de la ceniza volcánica en los techos. Paso Internacional Cardenal Samoré, Neuquén. 2011. Imagen captada el 8 de Junio de 2011, 4 días después de iniciada la erupción. Fuente: Gustavo Villarosa y Valeria Outes.



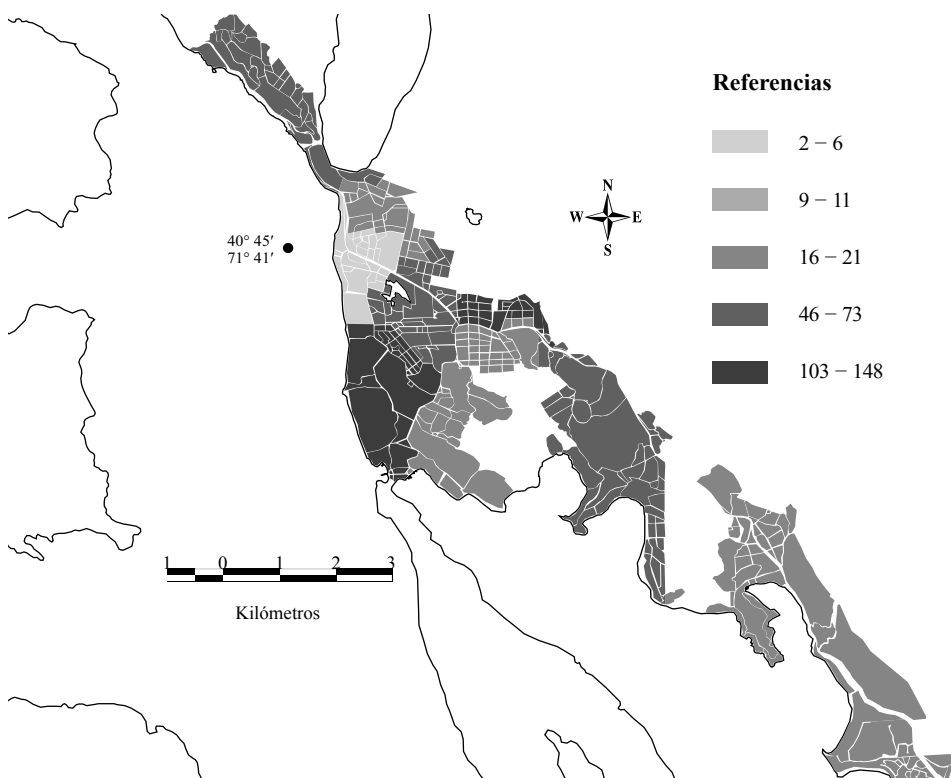
**Figura 9.** Personas en vivienda inconveniente. Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.



• **Material predominante de la cubierta exterior del techo**

Este indicador complementa los abordados anteriormente para NBI y guarda relación directa con el peso de la ceniza, la capacidad de la infraestructura de la vivienda para resistir una caída de cenizas y los peligros derivados de las necesarias tareas de limpieza.

El Censo contempla ocho materiales<sup>9</sup>, de los cuales dos de ellos se consideran como los más propensos a sufrir daños por una caída de ceniza: los techos de chapa de cartón y los techos de caña, palma, tabla o paja con o sin barro. La presencia de este último es escasa, por lo cual no se trata en profundidad. La figura 10 exhibe la distribución de hogares con techos de chapa de cartón.



**Figura 10.** Hogares con techo con chapa de cartón. Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

<sup>9</sup> a) Cubierta asfáltica o membrana, b) baldosa o losa (sin cubierta), c) pizarra o teja, d) chapa de metal (sin cubierta), e) chapa fibrocemento o plástico, f) chapa de cartón, g) caña, palma, tabla o paja con o sin barro, h) otro.

El mayor número de hogares que presenta este tipo de material<sup>10</sup> en su cubierta exterior se encuentra en los barrios Los Volcanes, Las Piedritas, El Coihue, El Cruce, El Mallín, El Pinar y Calafate. También es elevado en los barrios Norte, Las Margaritas, Las Balsas y Cumelén.

Durante la emergencia volcánica generada por la erupción del Cordón Caulle, se conformó un grupo del Ejército que fue destinado a la limpieza, reparación y apuntalamiento de techos (Fig. 11). La mayor parte del trabajo de este grupo<sup>11</sup>, con más de una veintena de casas asistidas, se concentró en los barrios El Mallín (6 viviendas), Las Piedritas (5 viviendas), Calafate (4 viviendas) y Norte (3 viviendas) y, en menor orden, en los barrios Peumayen, Epulafquen, Los Volcanes, Las Margaritas, Villa Correntoso y Las Balsas (todos ellos con una vivienda).



**Figura 11.** Los efectos de la ceniza en los techos de chapa de cartón. Villa La Angostura, Neuquén. 2011. Fuente: gentileza del Comando de Operaciones en Emergencias (COE) de Villa La Angostura.

### Procedencia del agua de beber y cocinar

La caída de ceniza volcánica eleva rápidamente los niveles de turbidez tanto en los cursos superficiales como en los cuerpos de agua, de los cuales se obtiene el agua potable para la localidad de Villa La Angostura. Por este motivo, el *acceso al agua potable* es otro indicador de suma importancia, dado que su uso se requiere no solo para el consumo humano, sino también para la limpieza y la humidificación de la ceniza caída, evitando de este modo su removilización por el viento y consecuente

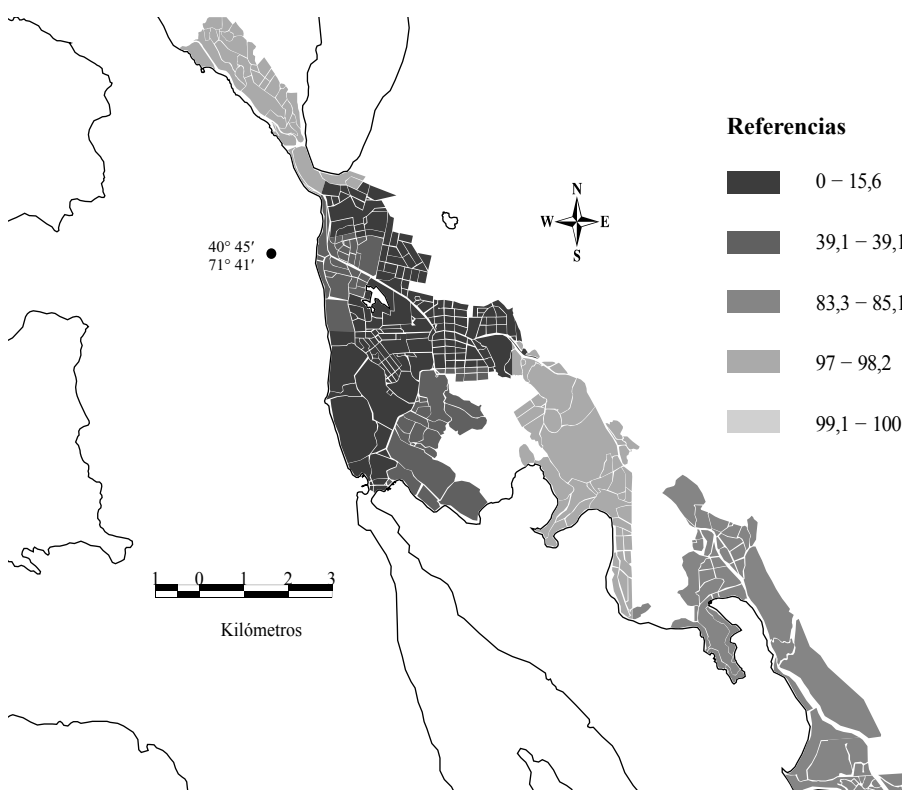
<sup>10</sup> El apartado 4.1.2 del “Código de Edificación” (Ordenanza Municipal 1415/03) aclara que en el área “R” (centro de Villa La Angostura) y “R1” (avenida Arrayanes) definidas por el Código de Planeamiento Ambiental Urbano (Ordenanza Municipal n.º 2659/12), no se permitirá la chapa acanalada traslúcida ni la de cartón. Por otra parte, en el ítem 4.2.2 se estipulan los materiales permitidos para la construcción de los techos: chapas galvanizada o de aluminio, de cobre, de fibras, tejas cerámicas, gravilladas, tejas de madera, asfálticas, pizarra hormigón armado. En edificaciones de uso comercial no se permite la chapa de cartón (el subrayado es propio). El apartado 4.3.6 del Código de Edificación referido a las pendientes de los techos sostiene que todos los elementos que componen una cubierta de techos tendrán una pendiente mínima de 25° (veinticinco grados sexagesimales) o 46,67 % para un mínimo de la mitad de la superficie de los techos; la otra mitad deberá tener como mínimo un 80 % de cubierta con pendiente no menor a 12° (medidas en proyección perpendicular sobre un plano horizontal que pase por el punto más alto de la cubierta).

<sup>11</sup> Totalizaron 25 viviendas (una de ellas sin domicilio definido).

disminución de la visibilidad y calidad del aire en la vía pública y en el entorno inmediato a la vivienda.

La procedencia del agua puede ser de red pública, por perforación (con bomba manual o a motor), de pozo, transporte por cisterna y agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia. A este último, se deben agregar los lagos, lagunas y vertientes<sup>12</sup>. Entre las fuentes de provisión de agua menos susceptibles de ser afectadas por una caída de cenizas, se destacan:

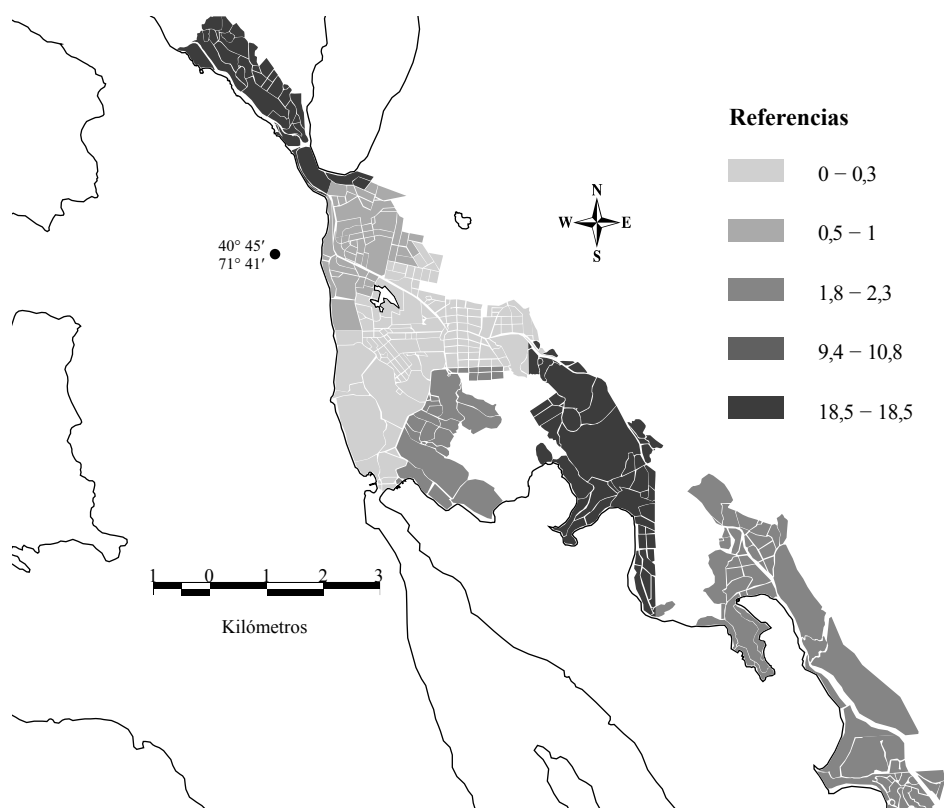
- Agua de red pública (Fig. 12): si bien su fuente de provisión se encuentra principalmente en los cuerpos de agua altamente expuestos a la caída de material piroclástico, asegura ciertos estándares de calidad a partir de los controles bromatológicos que se le aplican con regularidad. El área centro de Villa la Angostura tiene una cobertura casi total de agua de red.



**Figura 12.** Hogares con agua de red pública (en porcentaje). Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

<sup>12</sup> Dada la escasa presencia de hogares con fuentes de provisión de agua de pozo y por cisterna, los mismos no son tratados en detalle.

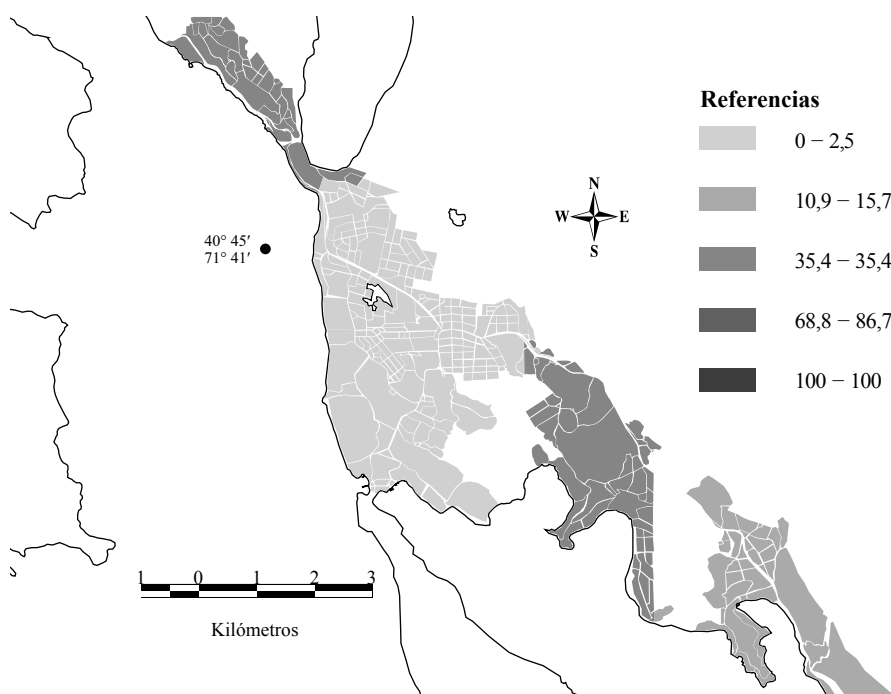
— Agua de perforación (Fig. 13): es de baja vulnerabilidad por tratarse de una fuente de agua subterránea, sin exposición directa al material piroclástico. La particularidad que presenta la zona para esta fuente de provisión es que aprovecha el agua de acuíferos freáticos, generalmente superficiales que, en líneas generales, están relativamente expuestos al aporte rápido de aguas de recarga que estuvieron en contacto con el material volcánico. Esto podría suponer algún nivel de exposición a contaminación química, mayor al que tendrían las aguas de acuíferos confinados que se explotan en otras regiones del país. La periferia de la ciudad presenta los mayores valores, de hasta casi un 20 % de los hogares.



**Figura 13.** Hogares con agua por perforación manual y mecánica (en porcentaje). Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

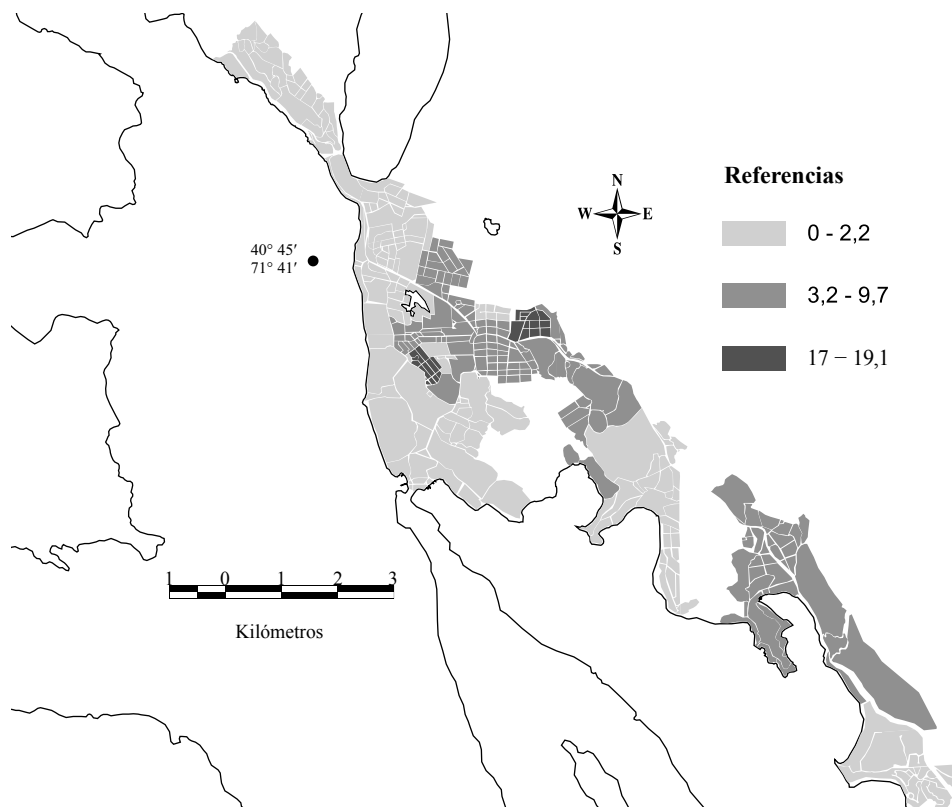
— El transporte por cisterna: si bien es de escasa recurrencia en Villa la Angostura, en caso de aplicarse buenas prácticas, su origen en fuentes seguras garantizaría la calidad del agua transportada.

- El pozo, al estar descubierto, presenta una situación intermedia de vulnerabilidad. Si bien su exposición a la caída de ceniza es directa, se trata de pequeñas superficies expuestas y fáciles de proteger; no obstante, es de escasa presencia en la ciudad.
- La toma directa de agua de lluvia, río, canal, arroyo, acequia y lagos (Fig. 14) son las más vulnerables, en parte por la carga sedimentaria que traen los cursos, pero además por la exposición directa a la caída de cenizas y la carga en suspensión adicional que esta añade. Los barrios Villa Correntoso, Bandurrias, Las Balsas y Cumelén presentan los mayores valores de hogares con este abastecimiento de agua.



**Figura 14.** Hogares con agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia (en porcentaje). Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con REDATAM+SP.

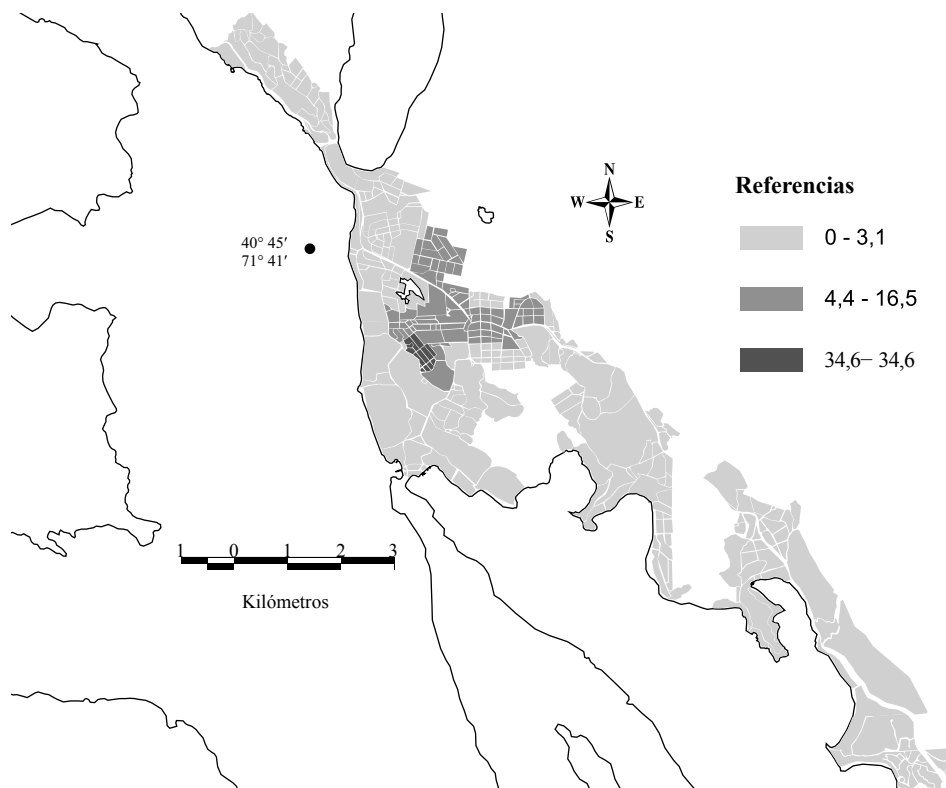
Según información suministrada por el Honorable Concejo Deliberante de Villa La Angostura, en registros que constan en el *Informe final de donaciones* (Exp. n.º 49/2011) que se distribuyeron durante la emergencia volcánica de 2011, se destaca que desde el inicio de la entrega de agua (29 de junio de 2011) hasta su culminación (19 de agosto de 2011) en el centro de acopio (gimnasio Barbagelata), se asistió a 4600 familias. Los registros comprobables (Fig. 15) totalizaron la suma de 4303 entregas de agua, las cuales se clasificaron según los barrios a los que se destinó dicha asistencia.



**Figura 15.** Distribución de la asistencia de agua potable en Villa La Angostura, Neuquén, durante la emergencia volcánica de 2011 (%). Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de información suministrada por el Honorable Concejo Deliberante de la localidad de Villa La Angostura.

Asimismo, entre los días 14 de julio y 12 de agosto de 2011, en el Centro de Día se repartió no solo agua potable, sino también leche (Fig. 16). La información procesada por barrio, sobre un total de 2619 registros, se muestra en la figura 16, en la que los barrios con valores muy bajos fueron: El Pinar, Las Balsas, Puerto Manzano, Tres Cerros, Lomas del Correntoso, Los Volcanes, Puerto Villa, Cumelén, Villa Correntoso, El Coihue, Muelle de Piedra, laderas del Bayo, Antilhue, Arauco, Perilago, Ejército, Hogar de Ancianos, COE, Brazo Rincón, Paso Coihue, Lago Espejo, 7 Lagos, Inalco, Arroyo Colorado, domicilios sin especificar, entre otros.

El abastecimiento de agua potable fue un problema general a toda la localidad de Villa La Angostura, principalmente durante los inicios del proceso eruptivo. La asistencia de agua potable fue notablemente mayor en los barrios El Mallín, Las Margaritas y Las Piedritas que en el resto de la ciudad pese a que la red de agua que los abastece es mayormente pública.



**Figura 16.** Distribución de la asistencia de agua potable y leche en Villa La Angostura, Neuquén, durante la emergencia volcánica de 2011 (en porcentaje)  
 Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de información suministrada por el Honorable Concejo Deliberante de la localidad de Villa La Angostura.

Sin embargo, la mayor demanda de agua y leche se concentró en los barrios El Mallín y Las Margaritas, hecho que resulta esperable dado que los radios censales que incluyen, entre otros, a estos barrios poseen la mayor población relativa y absoluta de niños de entre 0 y 14 años de edad, según datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Es importante en este punto analizar la problemática del abastecimiento a nivel cuenca, considerando la situación durante y después de la erupción y los factores de vulnerabilidad preexistentes. La carga sedimentaria de los cursos de agua producida por la removilización del material piroclástico se puede prolongar por un largo período de tiempo dependiendo de la cantidad de ceniza caída y la superficie de la cuenca drenada por los cursos afectando, de este modo, la fuente de agua potable.

Con anterioridad a la erupción del Cordón Caulle, el sistema de provisión de agua potable de la localidad de Villa La Angostura era considerado deficiente

dadas las escasas tomas con las que contaba, las fallas en el sistema de filtrado, el uso de filtros de arena (en ciertos casos) y la presencia de bacterias endémicas (como *Shigella*<sup>13</sup>) que comúnmente ocasionan problemas sanitarios a la población (Stewart, Cronin, Wilson, Bickerton, Villarosa, Outes y Baxter, 2012), aunque durante la erupción no se produjo un aumento en el número de casos registrados de diarrea aguda (Wilson et al., 2013). A esta situación, advertida desde el área de Bromatología municipal antes de la erupción, se agrega que todos los sistemas de bombeo se vieron dañados durante la emergencia por el efecto abrasivo y corrosivo de la ceniza volcánica.

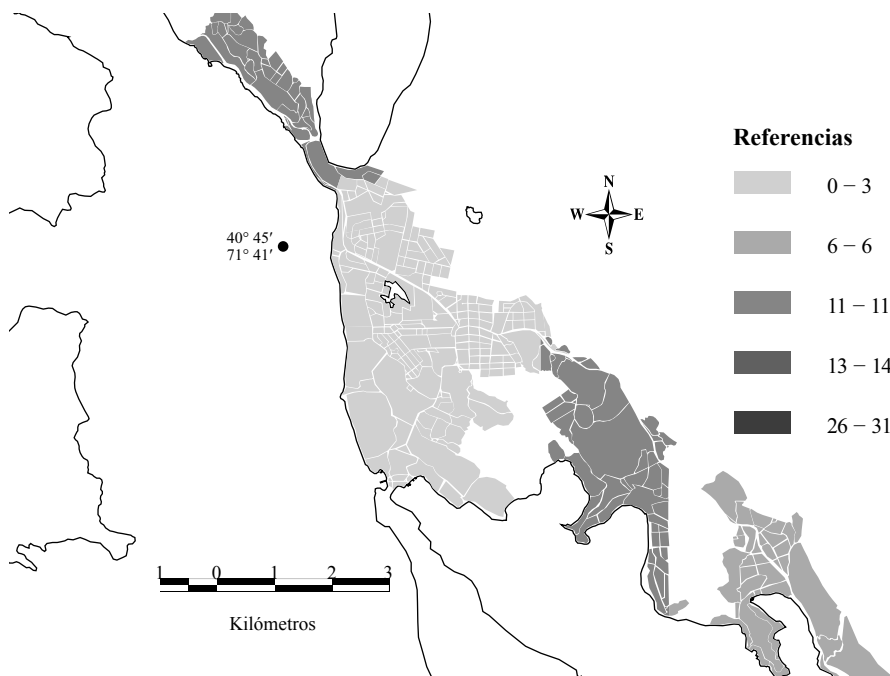
Como consecuencia de esto y con posterioridad a la erupción, se asistió gradualmente a un cambio en las fuentes de agua. Anteriormente, el sistema se proveía de los arroyos y lagos circundantes a Villa La Angostura, siendo en la actualidad predominantemente el agua de los lagos Nahuel Huapi y Correntoso, donde el factor dilución es importante y los valores de turbidez muy bajos. Si bien se registraron mejoras en el servicio de agua potable luego de la erupción volcánica, aún hay barrios como Las Balsas y Cumelén que no cuentan con agua de red pública, careciéndose aún de adecuados sistemas de filtrado o decantación de material suspendido para el caso del agua proveniente de los lagos.

#### • **Combustible usado principalmente para cocinar**

En momentos de emergencia volcánica por caída de ceniza, una de las principales recomendaciones que se sugieren es proteger las viviendas para evitar el ingreso de material piroclástico a las mismas, por ejemplo, sellando aberturas y chimeneas. Por esta razón, cualquier procedimiento que implique un proceso de combustión interna genera un riesgo implícito al verse reducida la ventilación de la vivienda, exponiendo a sus habitantes a una intoxicación por monóxido de carbono y es en este contexto que adquiere relevancia el combustible utilizado para cocinar. El Censo reconoce diferentes combustibles para cocinar, entre ellos: 1) gas de red, 2) gas a granel, 3) gas de tubo, 4) gas de garrafa, 5) electricidad, 6) leña o carbón y 7) otro (INDEC, 2013). El combustible que más relevancia adquiere para el estudio de la vulnerabilidad en el marco de caída de ceniza volcánica es la leña o carbón, el cual en muchas ocasiones suele utilizarse también para calefaccionar las viviendas. La figura 17 exhibe la distribución del número de viviendas con combustible de leña o carbón utilizados preferentemente para cocinar: los barrios Las Balsas, Cumelén, Arauco, Las Bandurrias y Villa Correntoso, presentan valores medios. Puerto Manzano, Loma Guacha, Muelle de Piedra y Calfuco presentan valores bajos, siendo la zona central del ejido urbano la que presenta los valores más bajos.

<sup>13</sup> En Alerta Epidemiológico, Semana 15 de 2008. Actualización de Diarrea Aguda desde la vigencia de la Salud, Provincia del Neuquén. Situación Provincial relacionada a Diarrea Aguda. Dirección de Epidemiología y Estadística, Subsecretaría de Salud.





**Figura 17.** Combustible usado principalmente para cocinar: leña o carbón (viviendas). Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con Redatam +SP.

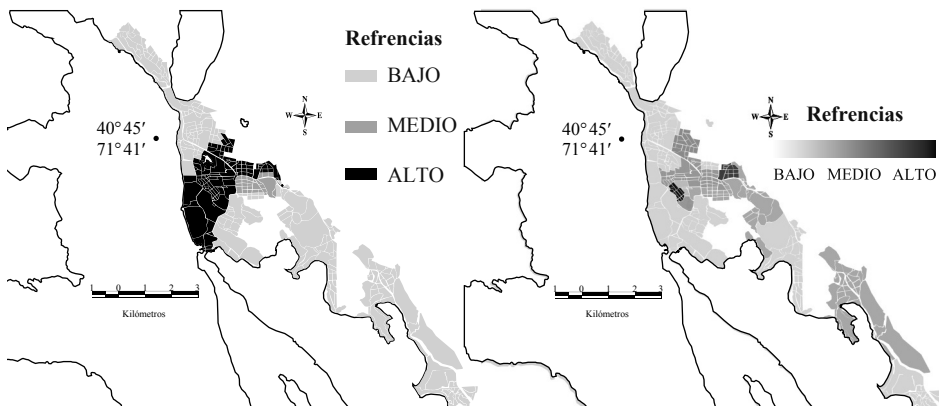
### Mapa de vulnerabilidad frente a la caída de ceniza volcánica

En función de los impactos conocidos para caídas piroclásticas y de la importancia intrínseca que presenta cada indicador, se evaluó la vulnerabilidad social. Para realizar esta aproximación a la problemática de la caída de ceniza volcánica en Villa La Angostura, se trabajaron nueve indicadores: tasa de desocupación, jefe de hogar femenino, analfabetismo, hacinamiento, vivienda inconveniente, chapa de cartón como material predominante de la cubierta exterior del techo, procedencia de agua de lluvia, río, arroyo, o acequia, de red pública y de perforación. A excepción de estas dos últimas fuentes de provisión de agua, que se identificaron como las menos vulnerables, los siete indicadores restantes se utilizaron para definir categorías de vulnerabilidad *alta*, *media* y *baja* mediante los criterios que se mencionan a continuación:

- Vulnerabilidad alta: si al menos la mitad de los indicadores, es decir, cuatro o más de ellos, son altos-muy altos.
- Vulnerabilidad media:

- si tres indicadores son altos-muy altos o
  - si dos indicadores son altos-muy altos y ambos pertenecen al material predominante de la cubierta exterior del techo, al hacinamiento o vivienda inconveniente.
- Vulnerabilidad baja:
    - si como máximo un indicador es alto-muy alto o
    - si dos indicadores son altos-muy altos y no corresponden al material predominante de la cubierta exterior del techo, al hacinamiento o vivienda inconveniente.

El resultado de la aplicación de estos criterios da lugar al mapa de vulnerabilidad para la localidad de Villa La Angostura (Fig. 18, izquierda) y, para su comparación, a la derecha se muestra la ayuda facilitada durante la emergencia de 2011 (incluye la distribución de agua y leche y la asistencia en apuntalamiento y cambio de techos). Las variables analizadas en el mapa de ayuda facilitada durante la emergencia, fueron solapadas con transparencia al 50 % (Fig. 18, izquierda). En relación a la vulnerabilidad de la mencionada localidad, los barrios Las Piedritas, El Cruce, El Mallín, El Pinar, Las Margaritas, Peumayén, Los Volcanes, El Coihue, Norte y Calafate presentan los niveles más elevados dentro del área urbana y solo el barrio El Once y parte de El Cruce presentan condiciones de vulnerabilidad media. En tanto, respecto de la ayuda facilitada durante la emergencia de 2011, la zona central de Villa La Angostura, sobre todo los barrios Las Piedritas y El Mallín, presentan los niveles de ayuda más elevados, ambos se encuentran comprendidos dentro del área de vulnerabilidad alta en el mapa de vulnerabilidad final (izquierda).



**Figura 18.** Mapa de vulnerabilidad. Villa La Angostura, Neuquén. 2010. Izquierda: mapa final de vulnerabilidad. Derecha: mapa de la ayuda distribuida durante la emergencia volcánica. Fuente: elaborado por Delménico, Villarosa, Beigt, Outes, Andrade y Manzoni sobre la base de información censal (INDEC).

## Conclusiones

La vulnerabilidad es un estado de fragilidad caracterizado por las condiciones económicas, demográficas y educativas siendo de gran importancia, para el caso de la caída de ceniza volcánica, las condiciones habitacionales. Como se señaló al comienzo del trabajo, las circunstancias socioeconómicas previas a un evento peligroso constituyen un factor clave para anticipar las consecuencias que puede producir un episodio de caída de cenizas.

En términos generales, se puede hablar de una vulnerabilidad local cuando existe un conjunto de aspectos que son propios de la localidad en su totalidad, como la exposición a eventos peligrosos, los procesos demográficos más relevantes —como la inmigración—, entre otros. En este sentido, se remarcó que todo el departamento Los Lagos presentó un fuerte crecimiento demográfico y, por ende, de la población expuesta a los peligros volcánicos. Este factor es muy dinámico y a la vez relevante y debe tenerse siempre presente al momento de analizar la vulnerabilidad local.

Otra situación transversal a toda la ciudad se manifiesta en el sistema de aprovisionamiento de agua potable, cuyo abastecimiento en momentos de emergencia se orientó hacia los barrios estimados como más vulnerables. El sistema se abastece mayoritariamente de fuentes expuestas directamente a la caída de cenizas. Cuando el sistema no está preparado para estos episodios, colapsa. Esa situación se vivió en 2011, pero dicha experiencia condujo a mejoras que reducen la vulnerabilidad ante posibles nuevas emergencias volcánicas.

A esta visión más general, se la debe complementar con las diferentes realidades al interior de la ciudad de Villa La Angostura. Luego de seleccionar, mapear y analizar un conjunto de indicadores del Censo 2010 por radios censales y contemplar las medidas adoptadas durante la emergencia, se destaca la oportunidad que presentan los datos censales para anticipar aquellos sitios de mayor impacto de una caída de ceniza en función de los efectos conocidos que producen estos eventos. De este modo, se reveló que los barrios Las Piedritas, Los Volcanes, Las Margaritas, El Cruce y El Mallín presentaban las condiciones propicias para un impacto mayor, principalmente por las condiciones habitacionales que presentaban las viviendas; barrios que según el análisis realizado son los más vulnerables y que efectivamente se encontraron entre los más asistidos durante la emergencia volcánica de 2011. Si bien son escasos los datos que se registran en casos de emergencias, la erupción del Cordón Caulle en el año 2011 presentó una oportunidad muy valiosa para proponer un análisis de la vulnerabilidad desde indicadores censales y constatar de manera lo más aproximada posible la efectividad de los mismos.

Cuando se profundiza en el análisis de la diferenciación espacial al interior de la localidad, se observa la relevancia de tratar los indicadores censales por fracción

y radio y, vinculado a la caída de cenizas, sobresale la importancia que adquieren los aspectos habitacionales, especialmente el material predominante en la cubierta exterior del techo. El peso de la ceniza, principalmente si está húmeda, aparece como el aspecto central que evidencia la necesidad de contemplar el material constructivo de los techos en las evaluaciones sobre vulnerabilidad frente a la caída de material piroclástico. Complementariamente, la inclinación de los techos es otra variable importante que reduce considerablemente la propensión al daño, situación que si bien se contempla en la legislación vigente, debiera generalizarse en todas las viviendas e infraestructuras de la zona. Adicionalmente, el efecto sinérgico de esto podría reducir los daños potenciales frente a fuertes nevadas.

Si bien se trataron los peligros directos asociados a la caída de ceniza, se encuentran otras amenazas indirectas, como los lahares secundarios, que debieran contemplarse en la gestión de los riesgos y cuya línea de trabajo se está iniciando, abarcando las áreas ya identificadas como sensibles (Córdoba, Villarosa, Sheridan, Viramonte, Beigt y Salmuni, 2015) y sumando indicadores censales para evaluar la vulnerabilidad de la población en estos entornos urbanos de Villa La Angostura.

La disponibilidad de datos censales y la continuidad del análisis de los indicadores utilizados a los fines de evaluar la vulnerabilidad ante la caída de cenizas emergen como aspectos centrales en la gestión del riesgo, dado que permiten anticipar las consecuencias de la erupción, actuar previamente y acelerar la recuperación posterior a un evento eruptivo. Es importante, en este esquema, la generación de datos e indicadores específicos tendientes a complementar y mejorar la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad locales, como medición permanente de los niveles de desocupación, la actualización de la información relacionada a los hogares con acceso al agua potable a través de la red pública, el relevamiento de la cantidad de personas con problemas de salud respiratorios susceptibles de agravarse durante un evento eruptivo, entre otros indicadores.

## **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Dirección Provincial de Estadística y Censos (provincia del Neuquén), Dirección de Estadísticas y Censos (provincia de Río Negro), Delegación de Estadísticas y Censos (San Carlos de Bariloche, Río Negro), Protección Civil de Villa La Angostura, Subsecretaría de Desarrollo Social de Villa La Angostura y Honorable Concejo Deliberante de Villa La Angostura.

## Referencias

Alloway, B. V., Pearce, N. J. G., Villarosa, G., Outes, V. & Moreno, P. I. (2015). Multiple melt bodies fed the AD 2011 eruption of Puyehue-Cordón Caulle, Chile. *Scientific Reports*, 5, 17589. DOI: 10.1038/srep17589.

Andrade, M. I., Plot, B., Infesta, M. E., Scarpatti, O. E., Pintos, P., Papalardo, M. M. ..., & Del Río, J. P. (2003). Problemática de inundaciones en el Gran La Plata: mapa de riesgo hídrico desde la teoría social del riego. En P. Pinto (Comp.). *Pensar La Plata. Políticas públicas, Sociedad y Territorio en la década de los noventa* (pp. 71-99). La Plata: Ed. Al Margen.

Andrade, M. I. (Octubre, 2013). Ocurrencia de inundaciones en el Gran La Plata Abril de 2013. En *Actas IV Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y XI Jornadas Cuyanas de Geografía*. Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Barrenechea, J., Gentile, E., González, S. & Natenzon, C. (Noviembre, 2000). Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la Teoría Social del Riesgo. En *Actas IV Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Beck, U. (2007). *Vivir en la sociedad del riesgo mundial. Serie: Dinámicas interculturales*. Documento del Center for International Affairs of Barcelona (CIDOB), nro. 8. Recuperado de [http://www.cidob.org/es/publicaciones/documentos/dinamicas\\_interculturales/vivir\\_en\\_la\\_sociedad\\_del\\_riesgo\\_mundial\\_living\\_in\\_the\\_world\\_risk\\_society](http://www.cidob.org/es/publicaciones/documentos/dinamicas_interculturales/vivir_en_la_sociedad_del_riesgo_mundial_living_in_the_world_risk_society)

Blaikie, P., Cannon, T., David, I. & Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad. El entorno social, económico y político de los desastres*. Documento de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red). Recuperado de: <http://www.desenredando.org>.

Caputo, M. G., Hardoy, J. E. & Herzer, H. M. (1985). La inundación en el Gran Resistencia (Provincia del Chaco, Argentina) 1982–1983. En *Desastres Naturales y Sociedad en América Latina* (pp. 129-156). Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.

Cardona, O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo. En Maskrey, A. (Comp.). *Los desastres no son naturales*. (pp. 45-65). Edición de La Red. Recuperado de: <http://www.desenredando.org>.

Collini, E., Osoreo, M. S., Folch, A., Viramonte, J. G., Villarosa, G. & Salmuni G. (2013). Volcanic ash forecast during the June 2011 Cordón Caulle eruption, *Natural Hazards*, 66(2), 389–412. DOI: 10.1007/s11069-012-0492-y

Córdoba, G.; Villarosa, G.; Sheridan, M.; Viramonte, J. G.; Beigt, D. & Salmuni, G. (2015). Secondary lahar hazard assessment for Villa La Angostura, Argentina, using Two-Phase-Titan modelling code during 2011 Cordón Caulle eruption. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 15, 757-766. DOI: 10.5194/nhess-15-757-2015.

Craig, H., Wilson, T., Stewart, C., Villarosa, G., Outes, V., Cronin, S. & Jenkins, S. (2016). Agricultural impact assessment and management after three widespread tephra falls in Patagonia, South America. *Natural Hazards*, 82(2), 1167-1229. DOI: 10.1007/s11069-016-2240-1

EIRD/ONU (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas). (2004). Vivir con el Riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres.. Ginebra: ONU. Recuperado de <http://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/index2.htm>.

Gellert-De Pinto, G. I. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Sapiens Research*, 2(1), 13-17.

Giddens, A. (1993). *Consecuencias de la Modernidad*. Madrid: Alianza Editorial.

González, S. (2001). Gestión del riesgo por inundaciones en la ciudad de Buenos Aires. Situación actual y alternativa. *Realidad Económica*, N°177, 1-14.

Herzer, H. & Gurevich, R. (1996a). Construyendo el riesgo ambiental en la ciudad. *Desastres y sociedad*, 7(4), 9-17. Recuperado de: <http://www.observatorioubogrd.cl/descargas/CONSTRUYENDO%20EL%20RIESGO%20AMBIENTAL%20EN%20LA%20CIUDAD.pdf>

Herzer, H. & Gurevich, R. (1996b). Degradación y desastres: parecidos y diferentes: tres casos para pensar y algunas dudas para plantear. En M. A. Fernández (Comp.). *Ciudades en riesgo. Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres* (pp. 75-91). Lima: La Red.

INDEC (2013). Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas 2010. Base de Datos REDATAM. Definiciones de los indicadores. Serie Base de datos Censo 2010. Recuperado de <http://200.51.91.245/redarg/CENSOS/CPV2010rad/Docs/indicadores.pdf>

Jenkins, S.F., Wilson, T.M., Magill, C.R., Miller, V. & Stewart, C. (2014). *Volcanic ash fall hazard and risk*. Technical background paper for the UN-ISDR Global. Informe del Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (UNISDR). Global Volcano Model and IAVCEI. Recuperado de: [www.preventionweb.net/english/hyogo/gar](http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar), 1-39.

Lavell, A. (1993). Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. En Maskrey, A. (Comp.). *Los desastres no son naturales*. (pp. 111-127). Edición de La Red. Recuperado de: <http://www.desenredando.org>.

Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. En M. A. Fernández (Comp.). *Ciudades en riesgo. Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres* (pp. 12-42). Lima: La Red.

Maskrey, A. (Comp.). (1993). *Los desastres no son naturales*. Lima: La Red. Recuperado de <http://www.desenredando.org>.

Natenzon, C. E. (1995). Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre. Serie de Documentos e Informes de Investigación, N° 197, FLACSO, 1-19.

Natenzon, C. E. (Julio-Agosto, 2003). Inundaciones catastróficas, vulnerabilidad social y adaptaciones en un caso argentino actual. Cambio climático, elevación del nivel medio del mar y sus implicancias. En *Workshop IX Climate Change Impacts and Integrated Assessment EMF (Energy Modeling Forum)*. Colorado, Snowmass: Stanford University.

Natenzon, C. E. y González, S. G. (2010). Riesgo Vulnerabilidad social y construcción e indicadores. Aplicaciones para Argentina. En M. Arroyo & P. Zusman, P. (Org.). *Argentina e Brasil. Posibilidades e obstáculos no proceso de integração territorial* (pp. 195-217). Universidade de São Paulo/ Universidad de Buenos Aires. San Pablo: Humanitas.

Outes, V., Villarosa, G., Delménico, A., Gómez Lissarrague, M., Beigt, D., Manzoni, C. & Arretche, M. (2015). La erupción del Cordón Caulle 2011 en Villa La Angostura: una experiencia de cooperación entre los sistemas científico y de protección civil. En J. Viand & F. Briones (Comps.). *Riesgos al Sur. Diversidad de riesgos de desastres en Argentina* (pp: 229-256). Buenos Aires: Imago Mundi/La Red

Rojo Brizuela, S. & Tumini, L (2008). Inequidades de género en el mercado de trabajo de la Argentina: las brechas salariales. *Revista de Trabajo Nueva Época*, 4(6), 53-70.

Stewart, C., Cronin, S., Wilson, T., Bickerton, H., Villarosa, G., Outes, V. & Baxter, P. (Noviembre, 2012). Volcanic ashfall, drinking water and public health – recent experiences from the 2011 Puyehue-Cordón Caulle and 2012 Tongariro eruptions. En *The Cities on Volcanoes Conference Series*. Universidad de Colima, Méjico.

Villarosa, G., Outes, V. & Gómez, E. (2012). La erupción del CC del 4 de junio de 2011. Mapa de distribución, características de la ceniza volcánica caída en la región e impactos en la comunidad. Informe elaborado en el marco del Convenio CRUB, UNCOMA-Legislatura de la provincia del Neuquén (pp. 12-59). Inédito.

Villarosa, G., Schneider, M., Outes, V., López, E., Dzenoletas, M. A., Beigt, D., .... & Ruiz, M. (2012). Estudio de peligrosidad de avalanchas en el Parque Nahuel Huapi vinculado a la erupción del Cordón Caulle (CC). Informe realizado en el marco del Convenio de Asistencia Técnica INIBIOMA (CONICET-Universidad Nacional del Comahue)-Administración de Parques Nacionales. Inédito.

Villarosa, G. & Outes, V. (2013). Distribución, características de la ceniza volcánica caída en la región e impactos en la comunidad. En Convenio de Asistencia Técnica, Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue) -Legislatura de Neuquén: Efectos de la caída de cenizas del CPCC sobre la región del lago Nahuel Huapi. Informe Final, Diciembre de 2013, 12-59. Inédito.

Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En Maskrey, A. (Comp.). *Los desastres no son naturales*. (pp. 11-44). Edición de La Red. Recuperado de: <http://www.desenredando.org>.

Wilson, T., Stewart, C., Bickerton, H, Baxter, P., OUTES, V., Villarosa, G. & Rovere, E. (2013). Impactos en la salud y el medioambiente producidos por la erupción del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle del 4 de Junio de 2011. Informe técnico de GNS Science (pp. 1-88).

Wilson, G., Wilson, T. M., Deligne, N.I. & Cole, J.W. (2014). Volcanic hazard impacts to critical infrastructure: A review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 286, 148–182.

Fecha de recepción: 28 de febrero de 2018

Fecha de aceptación: 14 de mayo de 2018

© 2018 por los autores; licencia otorgada a la Revista Universitaria de Geografía. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-NoComercial 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite [http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/deed.es\\_AR](http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/deed.es_AR)