
Sakai, Paola ^{a(*)} / Caballero, Norma ^b / Sakai, Marco ^c / Aquino, Celeste ^b
Oreggioni, Fiorella ^d / López, Lucas ^e / Oberling, Daniel ^f
Schneider, Thaís ^f / Franzini, Ana ^f / Tischner, Angela ^f

Palabras clave: vulnerabilidad, ciudades, cambio climático, adaptación, resiliencia, eventos climáticos extremos

Vulnerabilidad climática de Puerto Iguazú, Argentina: Camino hacia la adaptación.

Abstract

Las ciudades ocupan un papel vital en el combate contra el cambio climático. Su importancia como actores esenciales se basa en el hecho de que concentran gran parte de la actividad económica y se espera que alberguen a dos terceras partes de la población del planeta para mediados de siglo. En este sentido, las acciones que las ciudades pueden realizar para enfrentar este desafío son significativas. Estas acciones incluyen esfuerzos para mitigar los efectos adversos del calentamiento global, así como gestiones para protegerse y adaptarse a eventos climáticos extremos, los cuales es probable que se tornen más intensos y frecuentes en un futuro. Hasta el momento, la atención se ha volcado predominantemente hacia las grandes metrópolis, dejando a un lado las ciudades medianas y pequeñas, las cuales a menudo son las que re-

a. School of Earth and Environment, Sustainability Research Institute, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, United Kingdom
b. Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay
c. Environment Department, University of York, Heslington, York, YO10 5NG, United Kingdom
d. Centro de Tecnología Apropriada, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"
e. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Argentina
f. Instituto Polo Internacional Iguassu, Brasil.
(*) Corresponding author, email: p.h.m.d.oca@leeds.ac.uk

gistran los niveles de crecimiento más altos y las que carecen de recursos de diversa índole para hacer frente a este desafío. Bajo este contexto, el presente artículo se enfoca a examinar la vulnerabilidad climática de Puerto Iguazú, una ciudad argentina situada en la llamada región de la “Triple Frontera”, ya que comparte límites territoriales con Ciudad del Este (Paraguay) y Foz do Iguaçu (Brasil). El análisis se base en un enfoque de métodos mixtos. En términos cuantitativos, se desarrolló un Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU), el cual incluye 73 indicadores económicos, sociales, físicos, climáticos y ambientales, con el propósito de cuantificar la sensibilidad de la ciudad a eventos climáticos extremos, así como su capacidad para responder y adaptarse. En términos cualitativos, información derivada de entrevistas fue utilizada para complementar los hallazgos. Este estudio forma parte de la iniciativa Ciudades Resilientes al Clima (CRC) en América Latina. El artículo, en este sentido, también hace una reflexión sobre la experiencia de conducir un proyecto bajo dicha iniciativa, y sobre las lecciones que estos resultados ofrecen a otras ciudades en contextos similares en América Latina.

Introducción

El papel de las ciudades es esencial para alcanzar con éxito las acciones prioritarias del Marco de Sendai. En este sentido, en octubre de 2016 se adoptó la llamada Nueva Agenda Urbana en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) celebrada en Quito, Ecuador. Dicha agenda comprende una guía para crear sinergias entre urbanización y desarrollo, y así encaminar acciones

hacia sendas de desarrollo urbano más incluyentes y sostenibles (Naciones Unidas, 2017b). En términos de la reducción y gestión de los riesgos de desastres, la agenda se enfoca en reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia y la capacidad de respuesta ante los peligros naturales y antropogénicos.

En el contexto del cambio climático, la atención mundial se ha volcado hacia las ciudades durante la última década. Ello se debe a su rol central no sólo como concentradoras de la ac-

tividad económica y como importantes polos de generación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), sino también por su cada vez mayor exposición a desastres relacionados a eventos climáticos, meteorológicos e hidrológicos extremos (World Bank, 2015). Los daños relacionados a estos eventos alcanzaron cifras cercanas a los 63.6 billones de dólares en 2015 (IFRC, 2016), una buena parte de ellos registrados en núcleos urbanos. Un ejemplo reciente son los daños billonarios registrados en las ciudades estadounidenses y del Caribe tras el impacto causado por los huracanes Harvey, Irma y María en 2017 (Shuckburgh *et al.*, 2017).

De forma paralela al Marco de Sendai y la Nueva Agenda Urbana, diversas iniciativas han surgido a nivel internacional para promover la resiliencia contra desastres en contextos urbanos. Ejemplo de ello es la iniciativa 100 Ciudades Resilientes, así como las campañas organizadas por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, por sus siglas en inglés), la organización ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, y la Federación Internacional

de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (quien organiza la campaña Coalición Un Billón por la Resiliencia). Adicionalmente, la tarea de desarrollar la resiliencia urbana ha sido consagrado en la meta 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De esta forma, la cantidad de ciudades que han emprendido acciones para mitigar el riesgo a desastres e incrementar su resiliencia ha crecido rápidamente, y el concepto de resiliencia ha comenzado a formar parte del léxico entre autoridades locales y tomadores de decisión en distintas ciudades a lo largo del planeta.

En el ámbito académico, los estudios sobre resiliencia y reducción del riesgo de desastres también han aumentado de forma acelerada. Sin embargo, gran parte de la atención se ha centrado fundamentalmente en las grandes metrópolis y centros urbanos más importantes, otorgando relativamente poca atención a las ciudades medianas y pequeñas. Esta omisión es grave, debido a que este tipo de ciudades a menudo son las que registran un mayor crecimiento poblacional, las que cuentan con una mayor vulnerabilidad y las que requieren construir

resiliencia con mayor premura. Parte de esto se explica por la menor cantidad de recursos de diversa índole e infraestructura con la que cuentan. Sin embargo, por otro lado, son este tipo de ciudades las que en ocasiones presentan mayores oportunidades para desarrollar resiliencia al clima, ya que se hallan en etapas tempranas de desarrollo y aún no se encuentran sujetas a infraestructuras existentes.

La necesidad de comprender las características, riesgos y oportunidades que están presentes en este tipo de ciudades ha dado origen a este estudio, especialmente en torno a las prioridades establecidas en el Marco de Sendai y la Nueva Agenda Urbana. Este artículo se enfoca en la ciudad argentina de Puerto Iguazú como caso de estudio, ya que se trata de una ciudad con alrededor de 50,000 habitantes caracterizada por su ubicación singular y estratégica en América del Sur, así como por su exposición a eventos climáticos, meteorológicos e hidrológicos extremos. Puerto Iguazú es una de las ciudades ribereñas que forman parte de la llamada “Triple Frontera”, ya que comparte límites territoriales con las ciudades vecinas de Foz do Iguacu en Brasil y

Ciudad del Este en Paraguay, sólo separadas por los ríos Paraná e Iguazú. La región de la Triple Frontera posee vastos recursos naturales, y es hogar de las afamadas Cataratas del Iguazú, consideradas una maravilla natural, así como de la presa hidroeléctrica Itaipu, la mayor planta generadora de energía renovable de su tipo en el mundo (Itaipu Binacional, 2015). Por otro lado, la provincia argentina de Misiones, a la que pertenece Puerto Iguazú, presenta altos niveles de pobreza (IPEC, 2015) y su población está expuesta a inundaciones extremas, tormentas, fuertes vientos, granizos y olas de calor. A esto se debe agregar que se espera un alto crecimiento poblacional en la región, ya que la vecina Ciudad del Este se encuentra entre las diez ciudades en América Latina que crecerán más rápido hacia el 2030 (United Nations, 2017a). Por otro lado, Puerto Iguazú presenta la oportunidad de examinar las dimensiones de la reducción del riesgo de desastres en un complejo contexto transfronterizo, del cual se pueden desprender útiles hallazgos y lecciones que pueden ser aplicadas en contextos similares en otras partes de América Latina y el mundo.

El objetivo de este artículo es presentar la evaluación de la vulnerabilidad de Puerto Iguazú, Argentina, la primera en llevarse a cabo para esta ciudad. La evaluación de la vulnerabilidad es considerada como el primer paso hacia la senda de adaptación al cambio climático (IPCC, 2014) y es indispensable para la gestión del riesgo de desastres. Si un sistema social, como lo es una ciudad, pretende implementar acciones para adaptarse, primero se debe estudiar la situación actual para descubrir los puntos que necesitan mayor intervención. Este artículo, de esta manera, presenta los resultados de esta evaluación.

Este estudio se enmarca bajo el proyecto “*Cooperación-triangular urbana: construyendo desarrollo resiliente al clima en la cuenca del Paraná*”, cuyo objetivo es impulsar la resiliencia climática a través de la cooperación de las tres ciudades de la Triple Frontera. Asimismo, el proyecto forma parte de la iniciativa Ciudades Resilientes al Clima (CRC) en América Latina, la cual se centra en trece ciudades del continente. Por otro lado, cabe resaltar que los resultados presentados en este artículo corresponden sólo a aquellos que atañen a Puerto Iguazú, mientras

que la evaluación de la vulnerabilidad se llevó a cabo de forma más extensa, incluyendo a las tres ciudades de la Triple Frontera. Los resultados completos de la evaluación de la vulnerabilidad para Foz do Iguazú y Ciudad del Este pueden ser consultados en Sakai *et al.* (2017a) y Sakai *et al.* (2017b).

A continuación, se presenta un breve marco conceptual sobre la vulnerabilidad, así como antecedentes básicos para entender la situación actual de Puerto Iguazú. Posteriormente, se describe la metodología que se utilizó y se presentan los resultados más relevantes. El artículo cierra con una rápida discusión de los resultados y se ofrecen conclusiones.

Entendiendo la vulnerabilidad

La vulnerabilidad cuenta ya con una larga tradición en la literatura académica del cambio climático. Varios autores han sugerido que el concepto ha representado una poderosa herramienta analítica a lo largo de los años (Adger, 2006; Eakin y Luers, 2006; Füssel y Klein, 2006; Janssen *et al.*, 2006; Cutter, 2003; Kelly y Adger, 2000; Brooks, 2003; O’Brien *et al.*,

2004a). Sin embargo, la vulnerabilidad es un término controversial y no se ha logrado un consenso con respecto a una definición universalmente aceptada (Carter *et al.*, 2015). En general, se entiende que la vulnerabilidad al cambio climático tiene una relación directa e indirecta con los aspectos biofísicos y socioeconómicos (O'Brien *et al.*, 2007). El quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) sugiere una tipología, en la cual la vulnerabilidad se entiende como *“la propensión o predisposición a verse afectado negativamente. La vulnerabilidad abarca una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o la susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para afrontar y adaptarse”* (IPCC, 2014b).

De esta manera, la sensibilidad y las capacidades adaptativas y para afrontar (o de reacción) son conceptos estrechamente vinculados con la vulnerabilidad. La sensibilidad o susceptibilidad al daño se explica como *“el grado al cual un sistema o especies son afectados, ya sea de forma adversa o benéfica, por la variabilidad climática. Los efectos pueden ser directos (v.g.*

el cambio en los cultivos en respuesta a un cambio en el promedio, rango o variabilidad de la temperatura) o indirectos (v.g. daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido al alza del nivel del mar)” (IPCC, 2014b). La sensibilidad, como se puede advertir, está influenciada por el grado de exposición, el cual se entiende como *“la presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones ambientales, servicios y recursos, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados de manera adversa”* (IPCC, 2014b). La capacidad adaptativa, por su parte, es *“la habilidad de los sistemas, de las instituciones, de los seres humanos y de otros organismos para adaptarse a los posibles daños, aprovechar las oportunidades o responder a las consecuencias”* (IPCC, 2014b). Por último, la capacidad para afrontar o de reacción se define como *“la capacidad de las personas, instituciones, organizaciones y sistemas, utilizando habilidades, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles para abordar, manejar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo”* (IPCC, 2014b).

Diferentes interpretaciones de la vulnerabilidad tienen diferentes implicaciones en la evaluación de los resultados y, consecuentemente, en las recomendaciones para los formuladores de políticas (Kelly & Adger 2000; O'Brien *et al.* (2004b). En esencia, la comprensión de estos términos afecta el tipo de adaptación que se promueve, influyendo en las decisiones sobre como operacionalizar el proceso de adaptación (O'Brien *et al.*, 2007). Existen dos principales ramas de la vulnerabilidad, la vulnerabilidad entendida desde el punto de partida y la vulnerabilidad vista desde el punto final o resultado. La primera se refiere a la falta de habilidades para resistir presiones o cambios externos, como condiciones climáticas cambiantes, y se trata de una característica de los sistemas sociales y ecológicos generada por múltiples factores y procesos de interacción entre el clima y la sociedad (IPCC, 2014b). Consecuentemente, el nivel de vulnerabilidad de una ciudad dependerá de sus capacidades iniciales de reacción y de adaptación en un momento determinado (O'Brien *et al.* 2007). En cambio, la segunda concepción trata a la vulnerabilidad

como la situación resultante en un sistema después de que un proceso de adaptación ha tenido lugar. Los estudios que adoptan esta perspectiva generalmente tratan la vulnerabilidad como el resultado final dentro una secuencia de análisis que inicia con proyecciones de emisiones futuras, seguidas por la estimación de escenarios climáticos y concluyendo con evaluaciones de impactos biofísicos y la identificación de opciones de adaptación (Kelly y Adger 2000; O'Brien *et al.*, 2007). En el presente estudio se adopta la primera de estas ramas o concepciones, entendiendo a la vulnerabilidad como la situación inicial o de partida de un sistema.

Existen diferentes métodos para analizar la vulnerabilidad (Nguyen *et al.* 2016; Tehelen y Pacha 2017). La evaluación de cada componente de vulnerabilidad (i.e. sensibilidad, capacidades de reacción y adaptación) puede realizarse mediante diferentes métodos, cada uno de los cuales tiene sus propias características. Las entrevistas o grupos focales tienden a ser más adecuados para la evaluación de la capacidad adaptativa (Kuhlicke *et al.*, 2011). Por otro lado, se ha sugerido que los enfoques de escenarios o modelización

son más aplicables para la evaluación de la sensibilidad (Tapia *et al.*, 2015). Otro método para evaluar la vulnerabilidad ha sido a través de mapas (Adger, 2006) y modelos matemáticos (Luers *et al.*, 2003). Un enfoque ampliamente utilizado en evaluaciones de vulnerabilidad ha sido el basado en indicadores. A pesar de la falta de consenso, una parte de la comunidad de investigación sobre vulnerabilidad ha afirmado que el uso de indicadores es «*una manera teóricamente sólida y técnicamente factible de evaluar la vulnerabilidad*» (Moss *et al.*, 2001). Un aspecto importante que debe tenerse en cuenta es que los indicadores cuantitativos no pueden describir todos los aspectos de la vulnerabilidad al cambio climático. Este problema se complica aún más por la escasa disponibilidad de datos. Por esta razón, este estudio también considera enfoques cualitativos adicionales para revelar aspectos de la vulnerabilidad que los indicadores cuantitativos no son capaces de mostrar.

Puerto Iguazú: antecedentes

Puerto Iguazú es actualmente uno de los municipios más importantes de

la provincia de Misiones. Según el Censo Nacional 2010, Puerto Iguazú fue uno de los municipios con mayor crecimiento poblacional en la Argentina respecto a 2001. La tasa de crecimiento del 33.7% contrasta con los promedios provinciales y nacionales del 14.1% y 10.6%, respectivamente (IPEC, 2015). A pesar de que existe controversia sobre la manera de clasificar a las ciudades por su tamaño, Puerto Iguazú podría considerarse una ciudad pequeña de acuerdo a la clasificación propuesta por la Comisión Europea y la OCDE (Dijkstra y Poelman, 2012), al contar con menos de 50,000 habitantes. En 2010, la población del municipio era de 42,850 personas. Sin embargo, es importante señalar que los datos proporcionados por los actores locales entrevistados para el estudio indican que en realidad el número de habitantes es mayor a lo que indican los registros oficiales. Por otro lado, se espera que la población de Puerto Iguazú para 2020 aumente a 58,760 habitantes (Provincia de Misiones, 2014), un incremento del 37.1% respecto a la década anterior.

Los primeros asentamientos urbanos se iniciaron en 1901, pero no fue hasta 1951 cuando se convirtió

en un municipio. La explotación maderera y la producción de yerba mate fueron relevantes en la ocupación de la provincia. Actualmente, el turismo es una de las principales actividades económicas. Sólo en 2010, el Parque Nacional de Iguazú, la principal atracción de la ciudad, recibió casi 1.2 millones de visitantes. De esta forma, el sector de servicios representó el 51.2% del PIB de la provincia en el año 2012, seguido por la industria, con el 37.4%, y el sector primario, con el 11.4% (IPEC, 2015).

En la medida en que pudo ser investigado, Puerto Iguazú no cuenta en la actualidad con instrumentos específicos para la adaptación al clima. Los esfuerzos y acciones se mantienen a nivel nacional y aún no permean a los niveles provinciales y municipales. En el ámbito nacional, Argentina es país signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) y del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres. En ese contexto, el país ha avanzado en el desarrollo de estrategias para la adaptación y la gestión del riesgo climático, paralelamente con acciones de mitigación de emisiones. Argenti-

na se encuentra actualmente confeccionando su Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático previsto para el 2019. Este documento proveerá el marco conceptual e institucional para implementar planes locales de adaptación. Previamente, en el 2015, se creó una Dirección de Adaptación en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS), la cual está realizando estudios que contribuirán a la estructuración de políticas y medidas de adaptación a nivel nacional, sectorial y local (MAyDS, 2016). Adicionalmente, en ese mismo año se publicó una guía sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para la gestión y planificación local, en un esfuerzo conjunto de tres instituciones: Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública, Subsecretaría de Desarrollo y Promoción Provincial, y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (actualmente MAyDS). Esta guía señala las medidas prioritarias presentadas en la Segunda Comunicación Nacional para el Cambio Climático, la cual incluye la infraestructura y uso del suelo, y proporciona una metodología para incorporar el componente climático en la planificación

local. Esto abarca cómo identificar vulnerabilidades, riesgos y potencialidades de adaptación a nivel municipio (SAyDS, 2015).

Con respecto a los instrumentos ya desarrollados en materia de cooperación entre Puerto Iguazú y las ciudades vecinas, cabe destacar que el espíritu de cooperación en la región ha sido evocado por diferentes iniciativas a lo largo de los años, como la firma de un acuerdo de integración conocido como Acta de Santa María del Iguazú en 1984. Por otra parte, es importante mencionar el Acuerdo Tripartito de Cooperación Técnica y Operativa entre Itaipu y Corpus, firmado por Paraguay, Brasil y Argentina en 1979. Otro acuerdo firmado en 2005 por Brasil y Argentina prevé medidas de cooperación para las localidades fronterizas como la frontera entre Foz do Iguazú y Puerto Iguazú. Esto incluye la elaboración de planes conjuntos de desarrollo urbano, dirigidos no sólo a integrar la infraestructura y servicios, sino también a la conservación y recuperación ambiental, así como al fortalecimiento de las identidades culturales comunes (Presidência da República, 2016). En 2017, se agre-

gó un ajuste complementario al documento, relativo a la prestación de servicios de asistencia de emergencia y a la cooperación en materia de protección civil. Otro acuerdo marco sobre medio ambiente ha sido firmado a nivel nacional en el ámbito del Mercosur, en 2001, al cual se añadió un protocolo adicional de cooperación y asistencia a emergencias ambientales en 2004.

Metodología

Siguiendo el marco teórico de Hernández-Montes-de-Oca (2013), se desarrolló un Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU) para cuantificar la vulnerabilidad de Puerto Iguazú a eventos climáticos y meteorológicos extremos, como el aumento de la temperatura, la precipitación (incluido el granizo y el viento), las inundaciones y las sequías. El IVU es un indicador agregado (es decir, compuesto por varios sub-indicadores) y se construyó siguiendo una serie de pasos analíticos, comenzando con la caracterización de las diferentes dimensiones y sub-dimensiones de la vulnerabilidad, las cuales serán explicadas en los siguientes párrafos.

Una revisión comprensiva de la literatura permitió a los investigadores construir una lista genérica con cerca de 73 indicadores, los cuales fueron agrupados en 15 sub-dimensiones. El siguiente paso en la secuencia implicó la recopilación de datos para capturar las diferentes sub-dimensiones. Se intentó conseguir datos de fuentes oficiales siempre y cuando éstos estuvieran disponibles. Los principales criterios de elección fueron cobertura de datos y comparabilidad, más que de precisión y exactitud. Con el fin de aumentar la cobertura de datos, se adoptó un enfoque flexible en relación a la armonización temporal y geográfica. En términos temporales, esto implicó que los indicadores fueron recolectados de acuerdo al último año disponible, variando dentro del periodo 2002-2016, intentando actualizarlos en la medida de lo posible. En términos geográficos, se utilizaron datos provinciales cuando los datos municipales no estaban disponibles, y a continuación fueron transformados para reducirlos de escala. Cuando la información numérica no existía, se realizó un conjunto de entrevistas para recopilar los datos de forma cualitativa, aprovechando la sólida parti-

cipación de actores locales en el estudio. Los participantes fueron entrevistados personalmente (N=13) usando un formato semi-estructurado. También se aplicó un cuestionario en línea con preguntas abiertas y cerradas, el cual fue respondido por informantes clave. De esta forma, se generó una base de datos estructurada, en la que cada dato fue clasificado y procesado. Se realizó además un control de consistencia interna para garantizar que los datos fueran confiables y pudieran ser utilizados en el análisis. Una vez revisados los datos, se procedió a generar los indicadores y agregarlos en dimensiones. Luego, todas las dimensiones fueron combinadas para posteriormente crear un índice general de vulnerabilidad.

La sensibilidad abarca los factores físicos, sociales y económicos de una ciudad (Carter *et al.*, 2015). La dimensión física consiste en los factores de uso del suelo e infraestructura (denominados sub-dimensiones). Los factores sociales consisten en niveles de capital humano y social para apoyar un mejor desarrollo humano y la sensibilidad inherente de la población. El capital humano y social está representado por el acceso a los

sistemas de educación y salud, la disponibilidad de agua, la seguridad, la desigualdad y la población vulnerable. Los factores económicos involucran la diversificación económica, las finanzas públicas y las características del sector empresarial. La diversificación de las actividades económicas proporciona la capacidad de una ciudad para depender de otras fuentes de ingresos cuando las condiciones climáticas adversas afectan la actividad principal. Las finanzas públicas proporcionan una medida indirecta de la sensibilidad de la ciudad, ya que proporcionan recursos para efectuar un gasto adicional ocasionado por un impacto climático. Por último, el sector empresarial es un indicador de la solidez económica de una ciudad.

Para medir las capacidades de reacción, la dimensión fue dividida en las sub-dimensiones de preparación, respuesta y recuperación. Estas capacidades son esenciales en el corto plazo para hacer frente a los impactos y subsistir. Sin embargo, en el mediano y largo plazo, es importante contar con otros atributos que establezcan la capacidad para adaptarse a variabilidades climáticas inciertas. Por ende, la dimensión de las capacidades adap-

tativas fue sub-dividida en redes, conscientización y planeación, capacidad de cambio y cooperación. Estas sub-dimensiones en su conjunto representan una alternativa para una adaptación anticipada, así como la habilidad para responder, afrontar y recuperarse de los riesgos climáticos ocurridos. Es importante señalar que estas dos dimensiones (reacción y adaptación) fueron agrupadas en un único índice llamado índice de capacidades (IC).

(Ver tabla 1. Categorías de los indicadores utilizados en el estudio para evaluar la vulnerabilidad de una ciudad al cambio climático)

La puntuación del índice general comprende el conjunto de indicadores divididos en dos dimensiones: sensibilidad y capacidades de reacción y adaptación. El IVU_m , de esta forma, es calculado como el promedio del Índice de Sensibilidad (IS_m) y el Índice de Capacidades (IC_m), de acuerdo a la Ecuación (1):

Ecuación (1)

$$IVU_m = (SI_m + CI_m) / 2, \text{ cuando } 1 \leq IVU_m \leq 10;$$

donde m representa la municipalidad. El IVU_m oscila entre 1 (grado de vul-

Tabla 1. Categorías de los indicadores utilizados en el estudio para evaluar la vulnerabilidad de una ciudad al cambio climático

Dimensión	Sub-dimensión	Indicadores
Atributos Físicos (sensitividad, PHI)	Uso de suelo (LUS)	Área designada para la expansión urbana y áreas forestales.
	Infraestructura estratégica (IFR)	Tipo de materiales más usados para las construcciones de casas formales promedio (tejados, estructura, etc.) (ej. concreto, madera, metal, etc.)
		Calidad de la infraestructura principal existente en la ciudad (puentes, avenidas, edificios públicos, distribución de agua, etc.) (v.g. buena mantenimiento, regular, en necesidad de reparación etc.)
		Número de líneas públicas de colectivos u otros tipos de transporte.
		Precio promedio de pasaje sencillo; tasa de motorización; número de modos de transporte público; extensión de las avenidas en la región urbana.
		Número de redes locales de TV y radio
Atributos Sociales (sensitividad, SAI)	Estructura demográfica (DEM)	Población; densidad poblacional; viviendas, composición etaria y por género; mano de obra.
	Pobreza (POV)	Porcentaje de población con ingresos bajos; porcentaje de la población que vive en barrios marginados
	Bienestar (WBE)	Porcentaje de casas con acceso a agua limpia; porcentaje de casas con acceso sistemas de tratamiento de aguas; porcentaje de casas con acceso a sistemas de recolección de aguas residuales. Tasa de mortalidad; tasa de mortalidad infantil menor a 5 años; porcentaje de población analfabeta; porcentaje de niños menores a 17 años en sistema educativo; número de asesinatos y de tasas de criminalidad; índice de desigualdad del ingreso.
Atributos Económicos (sensitividad, EAI)	Tamaño y diversificación (SND)	Producto Interno Bruto (PIB); composición del PIB (%): agricultura, industria, servicios y gobierno
	Finanzas públicas (FIN)	Presupuesto público municipal (egresos e ingresos); deuda municipal

	Sector empresarial (BUS)	Número de empresas; ambiente empresarial (v.g. simplicidad para la conducción de actividades empresariales, mecanismos legales, impuestos, acceso a mercados).
Capacidad de reacción (capacidades, CC)	Preparación (PRE)	Presupuesto del gobierno orientado al manejo de contingencias; existencia de sistemas de alerta temprana; existencia de planes o estrategias de riesgo de desastres.
	Respuesta (RES)	Calidad de servicios médicos; calidad de servicios médicos formales y de emergencia; calidad de servicios informales de emergencia; número de servicios de respuesta para emergencias
	Recuperación (REC)	Existencia de fondos de recuperación y de sistemas de seguros; diseminación de esquemas de seguros; existencia de mecanismos de financiamiento para la recuperación.
Capacidad Adaptativa (capacidades, ACI)	Redes (NET)	Número y calidad de las instituciones formales (privadas y públicas) principales (más importantes) que existen en la ciudad (como el departamento de bomberos, la defensa civil, policía, etc.)
Concientización y planeación (ANP)		Existencia de un plan de adaptación al cambio climático
	Capacidad de Cambio (C2C)	Simplicidad/Dificultad para implementar políticas; disponibilidad para aprender de otras ciudades (existencia de políticas adoptadas de otras ciudades)
	Cooperación (COO)	Número de acuerdos de cooperación con otras ciudades

nerabilidad más bajo) hasta 10 (el más alto grado de vulnerabilidad). El IS_m comprende un agregado lineal de 8 sub-índices (agrupados en tres dimensiones), uno para cada sub-dimensión: uso de suelo, infraestructura estratégica, estructura demográfica, pobreza, bienestar, tamaño y diversificación, finanzas públicas y sector empresarial. El IS_m es calculado como un promedio aritmético y luego es re-escalado

donde 1 es la puntuación más baja y 10 el nivel más alto de sensibilidad, de acuerdo a la Ecuación (2):

Ecuación (2)

$$IS_m = (\text{PHI}_m + \text{SAI}_m + \text{EAI}_m) / 3, \text{ donde } 1 \leq IS_m \leq 10;$$

El IC_m comprende un agregado lineal de 7 sub-índices, uno para cada sub-dimensión: preparación, respuesta, recuperación, redes, concientización

y planeación, capacidad de cambio y cooperación. El IC_m es también calculado como el promedio aritmético de los indicadores y es re-escalado, donde 1 es la puntuación más alta y 10 es la puntuación más baja en la capacidad adaptativa:

$$Ecuación (3) \\ IC_m = (CC_m + ACI_m) / 2, \text{ donde } 1 \leq IC_m \leq 10$$

Cabe señalar que el IVU no es exhaustivo, en el sentido que no incluye todos los aspectos potenciales que pueden influenciar la vulnerabilidad del municipio. Existen varias características que no fueron abordadas en este trabajo; por ejemplo, hay vulnerabilidades que dependen de la exposición de un sistema dado y de la intensidad de los peligros. El IVU no incluye estos aspectos, ya que no evalúa la exposición. Asimismo, no se consideraron indicadores que no estuvieran específicamente relacionados con cuestiones urbanas (por ejemplo, indicadores rurales como cultivos sensibles a la sequía o al granizo). Adicionalmente, el índice muestra una condición estática, ignorando la evolución temporal de cada indicador.

Es importante resaltar que el IVU y sus componentes proporcionan in-

formación útil cuando sus valores son comparados entre las diferentes municipalidades o ciudades; por ejemplo, entre Puerto Iguazú y sus ciudades vecinas. Por ende, cuando el IVU se analiza de forma aislada para una ciudad en particular, la información proporcionada tiene sólo una utilidad limitada. Debido a esto, en la siguiente sección se mencionan los valores del IVU para Puerto Iguazú, así como los más relevantes para las otras ciudades de la Triple Frontera.

Resultados

Los resultados del IVU y sus dos grandes componentes pueden ser vistos en la Tabla 2. El valor general del IVU es 7.49, lo cual indica que Puerto Iguazú posee una vulnerabilidad mayor que la de Foz do Iguazú (3.64) y equivalente a la de Ciudad del Este (7.51). Al desagregar el índice, encontramos mensajes similares, ya que la sensibilidad de Puerto Iguazú (6.34) es más alta que la de Foz do Iguazú (2.92) y similar a la de Ciudad del Este (6.91). Sin embargo, en lo relacionado a las capacidades de reacción y adaptación, Puerto Iguazú obtuvo la puntuación mayor (8.65),

algo arriba de Ciudad del Este (8.11) y muy por encima de Foz do Iguazu (4.35). Es importante recordar que el rango de este último sub-índice (IC) se interpreta de forma contraria con respecto a sus contrapartes. Por lo tanto, Puerto Iguazú es la ciudad de la Triple Frontera que cuenta con las más bajas capacidades para afrontar y adaptarse a los impactos derivados de la variabilidad climática.

Tabla 2. Resultados del Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU)

Índice de vulnerabilidad	7.49
Índice de sensibilidad	6.34
Índice de capacidad de reacción y adaptación	8.65

Los Atributos Físicos indican que Puerto Iguazú presenta una sensibilidad de 4.31 (ver Tabla 3), la cual comparada con las dos ciudades vecinas (Foz do Iguacu, 2.78 y Ciudad del Este, 7.57), representa una sensibilidad media. Los indicadores de uso del suelo para Puerto Iguazú muestran que la ciudad posee áreas verdes sustanciales (35%), aunque éstas se encuentran más allá de las áreas urbanas y pertenecen a parques nacionales. Es preciso mencionar, sin embargo, que hay pocas áreas verdes dentro de las

zonas urbanas. La sensibilidad de la infraestructura estratégica a eventos climáticos extremos comprende factores determinantes que pueden variar según la ciudad y la región, tales como la edad, la composición del material y el diseño (Boyle, 2013). Estos factores determinantes fueron considerados en el análisis en forma de indicadores cualitativos para el entorno construido (hogares) y opiniones del público en general sobre la condición general (y nivel de mantenimiento) de la infraestructura. La asequibilidad y diversidad del transporte público y las comunicaciones también se determinaron sobre la base de una evaluación cuantitativa. La calidad de la infraestructura estratégica fue considerada como “medianamente buena” en la ciudad, según las entrevistas. El mantenimiento de la infraestructura vial (calles, avenidas y puentes) también se considera “medianamente bueno”. Por último, la estructura de recopilación y eliminación de residuos, y el suministro de agua, así como la infraestructura de suministro de energía son precarias de acuerdo a las entrevistas.

Respecto a los atributos sociales, la sensibilidad de Puerto Iguazú es menor que la Ciudad del Este (6.31),

pero mayor que la de Foz (3.01). Un aspecto clave encontrado es que, a pesar de la menor población, tiene una proporción importante de población sensible, lo que le confiere una mayor vulnerabilidad. Los índices de población y pobreza son el factor de sensibilidad más importante para Puerto Iguazú. El 23% de la población está en situación de pobreza y vive en barrios marginales. El acceso al agua y al saneamiento y los indicadores de salud también explican su alta sensibilidad, puesto que existe un desequilibrio en el suministro de servicios públicos respecto a las otras ciudades. El conjunto de indicadores de bienestar ilustra factores importantes que influyen en la vulnerabilidad de Puerto Iguazú ante eventos climáticos extremos. La población tiene un bajo acceso a servicios esenciales, como al tratamiento de aguas residuales (sólo el 21% de los hogares tienen acceso a este servicio).

Los atributos económicos indican que Puerto Iguazú es la ciudad con la sensibilidad más alta con una puntuación de 8.41, mientras que Ciudad del Este y Foz obtuvieron valores de 6.08 y 2.98, respectivamente. Esto se debe, en general, al tamaño de su economía

(la más pequeña de la Triple Frontera) y la menor diversificación, ya que se basa fundamentalmente en el turismo (70% del PIB). Asimismo, cuenta con el menor número de empresas en la Triple Frontera. Puerto Iguazú también tiene un presupuesto público bajo y escasa inversión pública. Todos estos factores sugieren que la vulnerabilidad económica de Puerto Iguazú es más significativa en comparación con las otras ciudades.

En general, se debe destacar la importancia relativa del turismo en la economía de Puerto Iguazú como factor determinante de su sensibilidad económica. Los eventos climáticos extremos afectan las actividades turísticas, como inundaciones o sequías severas. Las sequías registradas en mayo y junio de 2006, por ejemplo, redujeron drásticamente el flujo de agua en el Río Iguazú y crearon restricciones al turismo en el Parque Nacional de las Cataratas del Iguazú. En este sentido, largos períodos de anomalías climáticas representan una amenaza para la estructura y sustentabilidad económica de la ciudad.

Los resultados derivados de los indicadores cualitativos relacionados con la capacidad de reacción sugieren,

en términos generales, bajos niveles de preparación, respuesta y recuperación. Puerto Iguazú es la ciudad que posee la más baja capacidad de reacción (habiendo obtenido una puntuación de 9.00 comparada con 4.67 y 8.00 para Foz y Ciudad del Este, respectivamente). Hay indicios de niveles insuficientes de preparación para reducir los daños asociados con los eventos climáticos, y están relacionados con la falta de presupuesto público para las medidas de preparación y sistemas de alerta temprana. Por otro lado, no cuenta con planes o estrategias para la reducción del riesgo de desastres ni sistemas de alerta temprana. La ausencia de estos factores sugiere una capacidad insuficiente para prepararse frente a eventos climáticos extremos, ya que esto no permite el ciclo de la gestión completa de desastres (Lavell et al., 2012). En cuanto a los factores de respuesta, los servicios médicos de emergencia también se consideraron inadecuados. Los indicadores muestran que la calidad de los servicios de emergencias médicas formales e informales y los servicios de respuesta son pobres. Los resultados sugieren que los sistemas de salud y de emergencia ya están enfrentando

fuertes presiones y los eventos extremos podrían añadir una carga adicional a un sistema ya vulnerable.

Es importante mencionar, por otra parte, que este conjunto de características no incluye una evaluación de la calidad y rapidez del proceso de reconstrucción post-desastre. Se entiende que la reparación y reconstrucción de edificios públicos son actividades que pueden tardar algún tiempo en ser implementadas después de un evento extremo. Sin embargo, cuando este tiempo es significativo, los problemas tienden a agravarse.

En cuanto a la capacidad adaptativa, Puerto Iguazú nuevamente cuenta con la capacidad más baja (8.30), aunque no muy distinta a la de Ciudad del Este (8.23), pero mucho menor que la de Foz (4.04). Las redes institucionales eficaces se basan en instituciones fuertes y confiables, canales de participación activa y mecanismos para involucrar a la sociedad civil en las decisiones gubernamentales. Los resultados para Puerto Iguazú indican que sus instituciones para la respuesta a emergencias gozan de niveles de reputación bajos. También existe una mala gobernanza y hay escasos canales para la partici-

pación de la población en la toma de decisiones del gobierno local. Además, la ciudad no cuenta con un plan de adaptación al cambio climático. Por último, existe poca disposición para aprender de otras ciudades. Los resultados en general indican una inercia significativa para promover nuevas políticas públicas en el municipio. Algunos entrevistados indicaron que la introducción de nuevas

políticas suele tardar mucho tiempo. Desde la concepción hasta la ejecución, los resultados sugieren que Puerto Iguazú tiene dificultades para desarrollar y adoptar nuevas políticas. Todos estos factores constituyen barreras para desarrollar estrategias de adaptación efectivas en la ciudad.

Los valores del IVU para cada una de las dimensiones y sub-dimensiones pueden consultarse en la Tabla 3.

Tabla 3. Categorías de los indicadores utilizados en el estudio para evaluar la vulnerabilidad de una ciudad al cambio climático

Dimensión	Sub-dimensión	Valor de los índices
Atributos físicos (Sensitividad)	Uso de suelo	2.05
	Infraestructura estratégica	6.57
	Índice Físico	4.31
Atributos sociales (Sensitividad)	Población	3.20
	Pobreza	9.23
	Bienestar	6.50
	Índice Social	6.31
Atributos económicos (Sensitividad)	Tamaño y diversificación	10.00
	Finanzas públicas	9.72
	Sector empresarial	5.50
	Índice Económico	8.41
Capacidad de reacción	Preparación	10.00
	Respuesta	10.00
	Recuperación	7.00
	Índice de capacidad de reacción	9.00
Capacidad adaptativa	Redes	3.18
	Concientización y planeación	10.00
	Capacidad de cambio	10.00
	Cooperación	10.00
	Índice de capacidad de adaptación	8.30

Discusión y conclusiones

Este trabajo representa la primera evaluación de la vulnerabilidad de Puerto Iguazú respecto a eventos climáticos extremos. Esta examinación revela características importantes de la ciudad relacionadas a su sensibilidad y capacidades de reacción y adaptación. En general, Puerto Iguazú presenta una mayor susceptibilidad que Foz do Iguazú a sufrir daños y posee las capacidades de respuesta y adaptación más bajas entre las ciudades de la Triple Frontera.

Los diversos indicadores que fueron usados para medir la sensibilidad de la ciudad muestran que Puerto Iguazú tiene una alta susceptibilidad a ser dañada directa e indirectamente por la variabilidad climática. Por un lado, una proporción importante de su población es sensible a los impactos relacionados con eventos extremos. Alrededor de una cuarta parte vive en zonas marginadas, mientras que casi una tercera parte son niños o mayores de 65 años. Por otro lado, se detectaron niveles bajos de educación y una desigual distribución del ingreso. Aunado a esto, los indicadores señalan que el nivel de servicios públicos

es insuficiente en las áreas de salud, agua potable y saneamiento. El sistema de drenaje, en específico, es ineficiente, dando lugar a inundaciones en caminos y avenidas públicas. También la gestión de residuos sólidos fue señalada como un problema serio. Asimismo, se identificaron problemas de suministro de energía, en especial después de lluvias fuertes y tormentas. En términos de infraestructura, las áreas urbanizadas no cuentan con suficientes espacios verdes, a pesar de que el municipio cuenta con un porcentaje importante de áreas forestadas. Además, se encontró que la infraestructura básica de la ciudad requiere de mantenimiento urgente, junto con un aumento de los servicios de transporte para comunicar a las tres ciudades, especialmente entre Puerto Iguazú y Ciudad del Este.

Un aspecto importante es la falta de planeación urbana. Este problema, aunado a instituciones débiles y a una inadecuada aplicación de leyes y reglamentos, ha ocasionado ocupaciones irregulares en áreas de riesgo situadas a lo largo de los ríos. Estas ocupaciones representan un grave peligro para las personas que viven allí, pertenecientes al sector de la pobla-

ción más desfavorecido, y las cuales representan un serio desafío para el gobierno municipal.

Puerto Iguazú, en este sentido, requiere de políticas públicas para combatir la pobreza y mejorar la calidad de vida de los habitantes en zonas marginadas. Adicionalmente, se deben realizar inversiones mayores en infraestructura básica para extender la cobertura y la calidad de los servicios básicos en materia de agua potable, saneamiento, salud y energía. Se debe también poner especial atención en la planeación urbana, con el fin de incrementar las áreas verdes en zonas urbanizadas y ampliar la extensión y condición de las calles y avenidas. Esta infraestructura es indispensable para enfrentar con éxito los presentes y futuros desafíos, no sólo relacionados con eventos climáticos extremos, sino también aquellos que son inherentes al desarrollo.

Los indicadores también muestran que Puerto Iguazú posee los más bajos niveles de respuesta y adaptación ante eventos extremos entre las ciudades de la triple frontera. En términos de capacidades de preparación, respuesta y recuperación, se requiere la implementación de sistemas de

alerta temprana y una revisión minuciosa de los planes y estrategias existentes para la gestión del riesgo de desastres. Un aspecto importante es la asignación de presupuesto municipal orientado a acciones de preparación y recuperación. Asimismo, se debe elevar la calidad de los servicios médicos y de emergencia, los cuales tienen baja reputación entre la ciudadanía. Más específicamente, en relación a acciones de recuperación, se debe propiciar la cobertura de seguros para apoyar, sobre todo al sector empresarial, a reestablecerse tras el impacto de eventos extremos.

En relación a medidas de adaptación a largo plazo, cabe señalar que aún no existen planes o estrategias en este rubro, lo que muestra que el cambio climático todavía está a la espera de ser integrado en las políticas públicas. En este sentido, es preciso aumentar las capacidades de la municipalidad para entender las vulnerabilidades de la región y desarrollar mecanismos y acciones de respuesta. Existen en la actualidad una serie de herramientas y recursos ofrecidos por diversas iniciativas a nivel nacional e internacional (v.g. ICLEI, UNISDR, etc.) para asistir a los gobiernos

locales a desarrollar e implementar acciones de adaptación, sin embargo en muchas ocasiones estos no están conscientes de dichas oportunidades. Por otro lado, otro aspecto importante es mejorar la gobernanza y desarrollar más canales para permitir la participación ciudadana. El no contar con canales adecuados de participación constituye una barrera para construir estrategias efectivas de adaptación. También es importante agilizar los procesos para la creación e implantación de políticas públicas, los cuales en la actualidad son lentos y complejos. Por último, se debe realizar un mayor esfuerzo para promover una mayor cooperación con las ciudades vecinas, no sólo en cuanto a la gestión del riesgo de desastres, sino incluso en materia económica, social, ambiental, etc.

En términos analíticos y metodológicos, es oportuno mencionar que el desarrollo del IVU sienta las bases para continuar y extender la evaluación de la vulnerabilidad en los próximos años. El presente estudio, de esta manera, representa una línea base o punto de referencia para examinar la evolución de la vulnerabilidad en el futuro. No obstante, es preciso señalar

que la recopilación de la información necesaria para construir el IVU representó un desafío debido a la escasez de datos y la dificultad para recolectarlos. Por lo tanto, es igualmente necesario aumentar la capacidad del gobierno local para que sea capaz de recopilar, procesar y divulgar una gama de datos estadísticos, lo cual permitirá una mejor medición y monitoreo de la vulnerabilidad de la ciudad a lo largo del tiempo.

En general, la falta de capacidades y la susceptibilidad de Puerto Iguazú de ser dañada por impactos climáticos, meteorológicos e hidrológicos extremos quizás no son ajenas a otras ciudades de dimensiones equivalentes en América Latina o el resto del mundo. La oportunidad de compartir experiencias con los demás proyectos incluidos en la iniciativa CRC nos permite aseverar que las problemáticas enfrentadas por Puerto Iguazú no son algo fuera de lo común. Entre otros aspectos, este tipo de ciudades cuenta con pocos recursos y capacidades para hacer frente al desafío del cambio climático.

No obstante, Puerto Iguazú, así como otras ciudades en contextos similares, también cuenta con diversas

oportunidades para modificar su senda de desarrollo y construir resiliencia a los impactos climáticos. Debido a la falta de infraestructura clave, Puerto Iguazú enfrenta una coyuntura histórica, en la cual debe dejar a un lado los modelos de desarrollo tradicionales y comenzar a invertir en opciones de infraestructura más resiliente y sostenible. La amplia riqueza del municipio en recursos forestales e hidrológicos le permite a la ciudad implementar con relativa facilidad infraestructuras verde y azul, las cuales conllevan numerosos co-beneficios, tales como la reducción del efecto isla de calor, absorción de CO₂, disminución del riesgo de inundaciones y epidemias, entre otros. En materia económica, Puerto Iguazú también posee la oportunidad de diversificar su economía y crear empleos en sectores distintos al turismo, como en servicios profesionales y de educación. El sector comercio, por ejemplo, podría recibir un impulso con la construcción de un puente que conecte a la ciudad directamente con Paraguay. En lo relacionado a la gestión del riesgo climático y de desastres, Puerto Iguazú tiene la oportunidad de iniciar traba-

jos para crear planes de contingencia y de adaptación al cambio climático y ser una de las primeras ciudades en la zona en abordar las prioridades del Marco de Sendai y la Nueva Agenda Urbana, sirviendo de modelo para otros municipios. Sin embargo, quizás una de las mayores oportunidades con las que cuenta Puerto Iguazú es la de poder cooperar con sus ciudades vecinas y enfrentar estos retos de forma conjunta. Es preciso no pasar por alto que la vulnerabilidad de Puerto Iguazú debe entenderse en función de las vulnerabilidades de Foz do Iguazú y Ciudad del Este, ya que comparten características geofísicas y socioeconómicas, además de una exposición similar a eventos climáticos extremos. Una mayor cooperación implica la posibilidad de evitar resultados poco efectivos derivados de acciones unilaterales, así como la posibilidad de reunir y compartir recursos de diversa índole para crear co-beneficios entre las ciudades. El reto del cambio climático sólo podrá ser resuelto de manera eficaz mediante acciones cooperativas y las ciudades de la Triple Frontera pueden ofrecer un buen ejemplo al mundo en esta materia.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Iniciativa Ciudades Resilientes al Clima en América Latina (CRC), la cual es una iniciativa conjunta entre la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN por sus siglas en inglés), el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional de Canadá (IDRC por sus siglas en inglés) y la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA).

Bibliografía

- Adger, W.N. (2006) Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), pp.268–281.
- Boyle, J. (2013) Climate Change Adaptation and Canadian Infrastructure: A review of the literature. *IISD Report*. The International Institute for Sustainable Development. pp. 35.
- Brooks, N. (2003) Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre Working Paper 38. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <http://oldsite.tyndall.ac.uk/sites/default/files/wp38.pdf>>
- Carter J. G., Cavan G., Connelly A., Guy S., Handley J. y Kazmierczak A. (2015) Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, pp. 1-66.
- Cutter, S.L., Boruff, B.J., y Shirley, W.L. (2003) Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), pp.242–261.
- Dijkstra, L. y Poelman, H. (2012) Cities in Europe: The New OECD-EC Definition, Regional Focus: A series of short papers on regional research and indicators produced by the Directorate-General for Regional and Urban Policy, RF 01/2012, European Commission <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf>
- Eakin, H. & Luers, A.L. (2006) Assessing the Vulnerability of Social–Environmental Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, pp. 365-394.
- Füssel, H.M. & Klein, R.J.T. (2006) Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75(3), pp.301–329.
- Hernandez Montes de Oca, P. (2013) Assessing the vulnerability and resilience of SMEs to climate variations and extremes in Mexico. PhD thesis. The University of Leeds. p.320
- IFRC (2016) World Disasters Report 2016: Resilience, saving lives today, investing for tomorrow. International Federation of Red

- Cross and Red Crescent Societies, Ginebra, Suiza. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: http://www.ifrc.org/Global/Documents/Secretariat/201610/WDR%202016-FINAL_web.pdf>
- IPCC (2014a) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- IPCC (2014b) Annex II: Glossary, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Agard, J., E.L.F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, M.J. Prather, M.G. Rivera-Ferre, O.C. Ruppel, A. Sallenger, K.R. Smith, A.L. St Clair, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, and T.E. Bilir (eds.)]
- IPEC (2015) Gran Atlas de Misiones, Instituto Provincial de Estadística y Censos, Posadas, Argentina <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://www.ipecmisiones.org/gran-atlas-de-misiones>>
- Itaipu Binacional (2015) Itaipu en números <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://www.itaipu.gov.py/es/sala-de-prensa/itaipu-en-numeros>>
- Janssen, M.A. y Ostrom, E. (2006) Resilience, vulnerability, and adaptation: A crosscutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. *Global Environmental Change*, 16(3), pp.237–239.
- Kelly, P.M. y Adger, W.N. (2000) Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation. *Climatic Change*, 47(4), pp.325–352.
- Kuhlicke, C., Scolobig, A., Tapsell, S., Steinführer, A. y De Marchi, B. (2011) Contextualizing social vulnerability: findings from case studies across Europe. *Natural Hazards*, 58(2), pp.789–810.
- Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood, y S. Myeong (2012) Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In: *Managing the Risks of Extreme Events and*

- Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 25-64.
- Luers, A. L., D. B. Lobell, L. S. Sklar, C. L. Addams y P. A. Matson. (2003) A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 13(4):255–267.
- MAYDS (2016) Informe del estado del ambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires.
- Moss, R. H., A. L. Brenkert y E. L. Malone. (2001) Vulnerability to climate change: a quantitative approach. Pacific Northwest National Laboratory (PNNLSA-33642). Prepared for the US Department of Energy, pp. 155-167.
- Nguyen, T.T.X., Bonetti, J., Rogers, K., Woodroffe, C.D. (2016) Indicator-based assessment of climate-change impacts on coasts: A review of concepts, methodological approaches and vulnerability indices, *Ocean & Coastal Management*, 123, pp. 18-43, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.11.022.
- O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L.P. y Schjolden, A. (2007) Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7(1), pp.73–88.
- O'Brien, K., Eriksen, S.E.H., Schjolden, A. y Nygaard, L.P. (2004a) What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research. CICERO Working Paper. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/192322>>
- O'Brien, K., Sygna, L. & Haugen, J.E. (2004b) Vulnerable or Resilient? A Multi-Scale Assessment of Climate Impacts and Vulnerability in Norway. *Climatic Change*, 64(1/2), pp.193–225.
- Presidência da República (2016) Decreto N° 8.636, de 13 de Janeiro de 2016: Promulga o Acordo entre a República Federativa do Brasil e a República Argentina sobre Localidades Fronteiriças Vinculadas. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8636.htm>
- Provincia de Misiones (2014) Proyección de población según área de gobierno local. Período 2010-2020. <último acceso: 01

- marzo 2018> <disponible online: http://media.wix.com/ugd/ae8294_d951cff-c5ac2443db34c6edeea20056e.pdf>
- Sakai, P., Oberling, D., Schneider, T., López, L., Caballero, N., Oreggioni, F., Sakai, M., Tischner, A., Aquino, C., Franzini, A., y Coronel, G. (2017b) Climate Change Adaptation in Ciudad del Este: Starting-Point Vulnerability Assessment, *Paraquaria Natural*, 5(2), pp. 19-31.
- Sakai, P.; Sakai, M.; Schneider, T.; Oberling, D. F.; Oreggioni, F.; López, L.; Franzini, A. C.; Aquino, C.; Tischner, A.; Caballero, N. y Penagos, J. (2017a) Vulnerability Assessment and Adaptation Strategies of the Triangle-City Region, a report by the Climate Resilient Cities in Latin America initiative, Climate and Development Knowledge Network (CDKN) and Canada's International Development Research Centre (IDRC). <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://triangle-city.leeds.ac.uk/publications/>>
- SAyDS (2015) Manual: vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para la gestión y planificación local, Buenos Aires. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Shuckburgh, E., Mitchell, D. y Stott, P. (2017) Hurricanes Harvey, Irma and Maria: how natural were these 'natural disasters'? *Weather*, 72: 353-354. doi:10.1002/wea.3190
- Tapia, C., Guerreiro, S., Dawson, R., Abajo, B., Kilsby, C., Feliu, E., Mendizabal, M., Martinez, J.A., Fernández, J.G., Glenis, V., Eluwa, C., Laburu, T., Lejarazu, A. (2015) High level quantified assessment of key vulnerabilities and priority risks for urban areas in the EU, RAMSES project deliverable D3.1, Tecnalía R&I, Newcastle University. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/high-level-quantified-assessment-of-key-vulnerabilities-and-priority-risks-for-urban-areas-in-the-eu/ramses_2016_quantifiedassessment-keyvulnerabilities.pdf>
- Tehelen, K. & Pacha, M.J. (2017) Estudios de vulnerabilidad en América Latina y el Caribe: recomendaciones a través de la experiencia, Climate and Development Research Network. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2017/05/Guia-Vulnerabilidad-ok.pdf>>
- UNISDR (2015) Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, Ginebra, Suiza <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>

United Nations (2017a) World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. ESA/P/WP/248. <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://esa.un.org/unpd/wpp/>>

United Nations (2017b) Nueva Agenda Urbana, Naciones Unidas, Secretaría de Habitat III <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <http://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>>

World Bank (2015) Investing in Urban Resilience: Protecting and Promoting Development in a Changing World, World Bank, Washington DC, US <último acceso: 01 marzo 2018> <disponible online: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25219/109431-WP-P158937-PUBLIC-ABSTRACT-SENT-INVESTINGINURBANRESILIENCEProtectingandPromotingDevelopmentinaChangingWorld.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

Anexos

Tabla A1. Número de Infraestructura Estratégica de la ciudad

Infraestructura Estratégica	Número
Puentes	9
Avenidas	(50 km)
Estaciones de bomberos	7
Estaciones de policía	5
Escuelas públicas	40
Infraestructura de salud	5
Defensa Civil	1
Planta de tratamiento de aguas residuales	1
Estación de bombeo de agua	3
Subestaciones de energía	2

Tabla A2. Valor de los indicadores de Atributos Físicos

Sub-dimensión	Factor	Indicador	Valor	
Uso de suelo	Uso de suelo	% de áreas urbanas	15%	
		% áreas forestales	35%	
Infraestructura estratégica	Ambiente construido (tipo y calidad)	Material	Mampostería con concreto base	
		Estructura	Madera	
		Diseño de tejado	Doble agua	
		Material del tejado	Fibro cemento	
		Calidad de la Infraestructura	Puentes	Medianamente bueno
			Avenidas	Medianamente malo
			Bomberos	Bueno
			Policía	Bueno
		Calidad de la Infraestructura	Escuelas públicas	Medianamente bueno
			Hospitales	Medianamente bueno
	Defensa Civil		Medianamente bueno	
	Residuos		Medianamente malo	
	Calidad de la Infraestructura	Agua	Medianamente malo	
		Energía	Medianamente malo	
Diversidad y capacidad de redes de transporte	Número de líneas de transporte público		8	
		Precio promedio por 1 pasaje sencillo*	0.94	
		Tasa de motorización **	147.70	
		Número de modos de transporte público	4	
		Comunicación TV y estaciones de radio locales	(Número de TV y estaciones de radio locales)	5

* Tasa actual US\$ / ** (carros/personas)*1.000

Tabla A3. Indicadores de Atributos Sociales

Sub-dimensión	Factor	Indicador	Puerto Iguazú
Población	Población	Número de personas	42,849
	Densidad poblacional	Densidad poblacional (pop/km ²)	1,128
	Casas	Número de casas	11,386
	Grupos vulnerables	% de personas mayores de 65 años y de 0-14 años	35.3%
	Mano de obra	Número de personas	28,230
Pobreza	-	% de la población con ingresos bajos	23.0%
		% de la población viviendo en zonas marginadas	22.0%
Bienestar	Agua	% de las casas con acceso a agua limpia	69.0%
		% de casas con acceso a un sistema de tratamiento de aguas	21.0%
		% de casas con acceso a un sistema de destinación de aguas residuales	90.0%
	Salud	Tasa de mortalidad (por miles de personas)	6.00
		Tasa de mortalidad infantil (por miles de nacidos)	10.40
		Tasa de mortalidad infantil- menor a 5 años (por miles de nacidos)	12.60
	Educación	% de población analfabeta	23.0%
		% de niños menores a 17 años en sistema educativo	83.0%
	Seguridad y seguimiento de la ley	Tasa de criminalidad	3,995
		Tasa de asesinatos	5.9
Desigualdad		Índice de desigualdad de Gini	0.415

Tabla A4. Indicadores de los Atributos Económicos

Sub-dimensión	Factor	Indicador	PI
Tamaño y diversificación	Tamaño económico	Producto Interno Bruto (PBI 2014-Tasa actual US\$* 1,000)	172.567
	Diversificación económica	Agricultura	2.00%
		Industria	25.00%
		Servicios	70.00%
		Público	1.00%
Finanzas públicas	Cuentas públicas	Presupuesto municipal (actual US\$ 1,000)	13.942
Sector empresarial	Vitalidad empresarial	Número de empresas	2.245
	Ambiente empresarial	Simplicidad en la conducción de actividades empresariales	Bajo

* US \$ actual usado para convertir moneda local: 1 USD = 15.98 Pesos

Tabla A5. Indicadores económicos de los atributos

Sub-dimensión	Indicador	PI
Preparación	Presupuesto del gobierno orientado a la preparación	No
	Existencia de sistemas de alerta temprana	No
	Existencia de planes o estrategias de riesgo de desastres	No
Respuesta	Calidad de los servicios médicos	Pésima
	Calidad de los servicios médicos formales y de emergencia	Pésima
	Calidad de los servicios informales de emergencia	Pésima
Recuperación	Existencia de fondos de recuperación	No
	Existencia de esquemas de seguros	Sí
	Diseminación de aseguradoras	Baja
	Existencia de un plan de adaptación al cambio climático	No

Tabla A6. Indicadores de Capacidad Adaptativa

Sub-dimensión	Factor	Indicador	c
Redes	Reputación de infra-estructura institucional	Bomberos	Medianamente bueno
		Defensa Civil (provincial)	Mala
		Defensa Civil (municipal)	Mala
		Policía (civil)	Mala
		Policía militar	n/a
		Policía Federal	Medianamente mala
		Gobierno municipal	Medianamente malo
		Ejército	Medianamente malo
		ONGs	Medianamente bueno
		Departamento de salud	Medianamente malo
	Departamento de educación	Medianamente malo	
	Estructura de gobierno (gobiernos locales, sector privado, sociedad civil)	Redes y organizaciones formales de actores	Sí
	Mecanismos para que los ciudadanos se involucren con el gobierno	Existencia de redes de participación efectiva	No
Concientización y planificación	Presencia de programas de adaptación y mitigación	Existencia de un plan de cambio climático	No
Capacidad para cambio	---	Simplicidad en la implementación de políticas	Baja
		Existencia de políticas inspiradas en otras ciudades	No
Cooperación	---	Existencia de acuerdos de cooperación con otras ciudades	No