



UNIVERSITY OF LEEDS

# Vulnerability Assessment

and adaptation strategies  
of the triangle-city region

Avaliação de Vulnerabilidade  
e estratégias de adaptação na região trinacional

Evaluación de la vulnerabilidad  
y estrategias de adaptación en la región trinacional



# Triangle-city cooperation

Building climate-resilient development in the Parana basin



UNIVERSITY OF LEEDS

in partnership with | *em parceria com* | *en colaboración*



Este reporte fue preparado y escrito por un equipo multidisciplinario compuesto por Paola Sakai, Marco Sakai, Thaís Schneider, Daniel Fontana Oberling, Fiorella Oreggioni, Lucas López, Ana Catarine Franzini, Celeste Aquino, Angela Tischner, Norma Caballero y Joyce Penagos.

Los autores reconocen las valiosas contribuciones hechas por Andy Gouldson, Julián Baez, Genaro Coronel, Alberto Ramírez y Gary Dymski, quienes forman parte del proyecto Triangle-City Cooperation.

Edición y layout: Norma Caballero.

Diseño: Nuno Maia Areias.

Traducción por Luciana Ribeiro, Joyce Penagos, Celeste Aquino y Lucas López.

Este reporte debe ser citado de la siguiente manera:

Sakai, P.; Sakai, M.; Schneider, T.; Oberling, D. F.; Oreggioni, F.; López, L.; Franzini, A. C.; Aquino, C.; Tischner, A.; Caballero, N. and Penagos, J. (2017) 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).

Julio de 2017

University of Leeds  
Leeds, LS2 9JT  
United Kingdom

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>CONTEXTO DE LAS CIUDADES.....</b>	<b>30</b>
3.1	FOZ DO IGUAÇU.....	31
3.2	PUERTO IGUAZÚ.....	32
3.3	CIUDAD DEL ESTE.....	33
3.4	DESAFÍOS ACTUALES EN LA REGIÓN.....	34
<b>4</b>	<b>TENDENCIAS CLIMÁTICAS PASADAS.....</b>	<b>37</b>
4.1	CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN LA REGION DE LA TRIPLE FRONTERA.....	37
4.2	CLIMA PASADO Y EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.....	38
<b>5</b>	<b>PROYECCIONES CLIMÁTICAS FUTURAS.....</b>	<b>70</b>
5.1	INTRODUCCIÓN.....	70
5.2	FUTURAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS MUNDIALES.....	70
5.3	FUTURO CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL.....	72
5.4	PROYECCIONES CLIMÁTICAS DE AMÉRICA DEL SUR.....	74
5.5	PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA LA REGIÓN DE LA TRIPLE FRONTERA.....	77
5.6	OBSERVACIONES FINALES.....	82
<b>6</b>	<b>MARCO POLÍTICO, JURÍDICO E INSTITUCIONAL PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN TRIANGULAR URBANA.....</b>	<b>86</b>
6.1	POLÍTICAS, PLANES Y ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN EXISTENTES.....	86
6.2	ACUERDOS Y PROTOCOLOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL.....	95
6.3	DIFERENCIAS Y BRECHAS EN LOS ENTORNOS INSTITUCIONALES Y JURÍDICOS.....	97
<b>7</b>	<b>VULNERABILIDADES SOCIOECONÓMICAS A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN LA REGIÓN TRIANGULAR URBANA.....</b>	<b>100</b>
7.1	MARCO TEÓRICO ¿QUÉ QUEREMOS DECIR CON VULNERABILIDAD?.....	100
7.2	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD URBANA (IVU).....	103
7.3	ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS VULNERABILIDADES DE LA REGION TRIANGULAR URBANA.....	128
7.4	COOPERACIÓN.....	155
<b>8</b>	<b>SOLUCIONES PRELIMINARES.....</b>	<b>164</b>
8.1	PLANEAMIENTO.....	164
8.2	MEDIDAS ESTRUCTURALES.....	165
8.3	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.....	167

8.4	COOPERACIÓN .....	167
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>171</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>177</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>188</b>
11.1	ANEXO A: EVENTOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EXTREMOS .....	189
11.2	ANEXO B: VULNERABILIDADES SOCIOECONÓMICAS DE LA REGIÓN .....	211
11.3	ANEXO C: ECUACIONES DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD .....	219
11.4	ANEXO D: ÍNDICES DE VULNERABILIDAD.....	230
11.5	ANEXO E: ANÁLISIS CUALITATIVO .....	239

## Lista de Figuras

FIGURA 1. PRECIPITACIÓN ANUAL. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CIUDAD DEL ESTE. ....	40
FIGURA 2. PRECIPITACIÓN ANUAL. ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO GUARANÍ. MINGA GUAZÚ. ....	40
FIGURA 3. DATO ANUAL DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CIUDAD DEL ESTE.....	41
FIGURA 4. NÚMERO ANUAL DE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CIUDAD DEL ESTE. .	41
FIGURA 5. PRECIPITACIÓN ANUAL. AERO ESTACIÓN METEOROLÓGICA IGUAZÚ .....	42
FIGURA 6. PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL A LO LARGO DE LOS AÑOS. AERO ESTACIÓN METEOROLÓGICA IGUAZÚ. ....	42
FIGURA 7. NÚMERO ANUAL DE PRECIPITACIONES EXTREMAS SOBRE PUERTO IGUAZÚ. ESTACIÓN METEOROLÓGICA IGUAZÚ CATARATAS. ....	43
FIGURA 8. TEMPERATURAS MÁXIMAS ANUALES. ESTACIÓN METEOROLÓGICA CIUDAD DEL ESTE. ....	50
FIGURA 9. TEMPERATURAS MÁXIMAS ANUALES. ESTACIÓN METEOROLÓGICA IGUAZÚ AERO. ....	51
FIGURA 10. TEMPERATURAS MÍNIMAS ANUALES A LO LARGO DE LOS AÑOS. ESTACIÓN METEOROLÓGICA CIUDAD DEL ESTE. .	56
FIGURA 11. TEMPERATURAS MÍNIMAS ANUALES. ESTACIÓN AEREO METEOROLÓGICA IGUAZÚ. ....	58
FIGURA 12. CIUDAD DEL ESTE, AGUAS SUPERFICIALES Y DIVISIÓN DE BARRIOS.....	63
FIGURA 13. FOZ DO IGUAÇU, AGUAS SUPERFICIALES Y DIVISIÓN DE BARRIOS.....	63
FIGURA 14. LAGO REPÚBLICA EN CIUDAD DEL ESTE. ....	67
FIGURA 15. SECUENCIA ANALÍTICA ADOPTADA .....	105
FIGURA 16. IMAGENES DE LOS TEJADOS COMUNES EN FOZ DO IGUAÇU Y PUERTO IGUAZÚ .....	117
FIGURA 17. EJEMPLOS DE LAS INFRAESTRUCTURAS ESTRATÉGICAS DE FOZ DO IGUAÇU.....	120
FIGURA 18. EJEMPLOS DE DAÑOS Y MEDIDAS DE RECUPERACIÓN, PORTO MEIRA, FOZ DO IGUAÇU. ....	126
FIGURA 19. VISTA AÉREA DE BUBAS EN PORTO MEIRA .....	130
FIGURA 20. RESIDENCIAS AFECTADAS EN PORTO MEIRA Y ASBESTOS ABANDONADOS.....	131
FIGURA 21. INUNDACIÓN URBANA EN JK AVENUE .....	133
FIGURA 22. IGUASSU FALLS 2006 Y 2014 .....	134
FIGURA 23. FAMILIAS AFECTADAS RECIBIENDO DONACIONES DE TELAS PLASTICAS POR EL EJÉRCITO. ....	136
FIGURA 24. AGUA DE LA CORRIENTE DE TACUARA Y PUENTE SOBRE EL CANAL.....	146
FIGURA 25. FINAL DE LA CANALIZACIÓN DEL ARROYO TACUARA Y EFECTO DEL IMPACTO DEL AGUA SOBRE EL ASFALTO .....	146
FIGURA 26. CASAS PRECARIAS EN EL BARRIO DE SAN RAFAEL, LOCALIZADO EN LA CONFLUENCIA DEL RÍO PARANÁ Y EL ARROYO ACARAY-MI.....	149
FIGURA 27. INUNDACIÓN EN EL BARRIO DE SAN RAFAEL .....	149
FIGURA 28. EVACUACIÓN DE FAMILIAS AFECTADAS EN EL BARRIO DE SAN RAFAEL .....	150
FIGURA 29. VISTA DEL PUENTE DE LA AMISTAD DESPUÉS DE LA REMODELACIÓN DE 2015 .....	151
FIGURA 30. VISTA DEL PUENTE DE LA AMISTAD Y VALLAS PROTECTORAS .....	151
FIGURA 31. FAMILIA GUARANI EN LA PROVINCIA DE MISIONES. ....	156
FIGURA 32. PRESIDENTES DE LOS TRES CONSEJOS DE DESARROLLO LOCAL .....	159

## Lista de Tablas

TABLA 1 - VALOR AGREGADO BRUTO A PRECIOS BÁSICOS SEGÚN ACTIVIDADES PRINCIPALES – 2014 .....	32
TABLA 2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DATOS DE PRECIPITACIÓN. ....	43
TABLA 3. TORMENTAS DE GRANIZO SOBRE LA REGIÓN DE LA TRIPLE FRONTERA. ....	46
TABLA 4. TEMPERATURAS MÁXIMAS DIARIAS A LO LARGO DE LOS AÑOS. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CIUDAD DEL ESTE. .	49
TABLA 5. TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL SOBRE PUERTO IGUAZÚ. ESTACIÓN AEREO METEOROLÓGICA DE IGUAZÚ. ....	52
TABLA 6. RESUMEN DE EVENTOS DE ONDAS DE CALOR. ....	53
TABLA 7. TEMPERATURAS MÍNIMAS ANUALES. ESTACIÓN METEOROLÓGICA CIUDAD DEL ESTE. ....	57
TABLA 8. TEMPERATURAS MÍNIMAS ANUALES. ESTACIÓN AEREO METEOROLÓGICA IGUAZÚ.....	59
TABLA 9. RESUMEN DE LOS EVENTOS DE LA OLA DE FRÍO. ....	60
TABLA 10. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE SUPERFICIE Y DE LAS PRINCIPALES ZONAS AFECTADAS EN LA REGIÓN DE TRIPLE FRONTERA.....	62
TABLA 11. VEINTE GRANDES INUNDACIONES ANUALES ENTRE 1976 Y 2009 OBSERVADAS EN LA ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA UBICADA EN EL PUENTE DE LA AMISTAD.....	65
TABLA 12. RESUMEN DE LOS CUATROS ESCENARIOS UTILIZADOS EN EL AR5. ....	72
TABLA 13. PROYECCIONES DE LA TEMPERATURA MEDIA GLOBAL PARA MEDIADOS Y FINALES DEL SIGLO XXI EN RELACIÓN AL PERIODO DE REFERENCIA 1986-2005 .....	73
TABLA 14. CAMBIOS REGIONALES PROYECTADOS EN TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y EXTREMOS CLIMÁTICOS EN DIFERENTES SECTORES DE AMÉRICA DEL SUR.....	76
TABLA 15. CAMBIOS PROYECTADOS DE TEMPERATURE EN LA REGIÓN DE LA TRIPLE FRONTERA.....	78
TABLA 16. CAMBIOS PROYECTADOS EN TEMPERATURA SOBRE CIUDAD DEL ESTE, PY. ....	79
TABLA 17. CAMBIOS PROYECTADOS EN PRECIPITACIÓN SOBRE LA REGIÓN DE LA TRIPLE FRONTERA.....	80
TABLA 18. CAMBIOS PROYECTADOS EN PRECIPITACIÓN SOBRE CIUDAD DEL ESTE, PY. ....	80
TABLA 19. INDICADOR EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS. ....	81
TABLA 20. CATEGORÍAS DE LOS INDICADORES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD DE UNA CIUDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO. ....	108
TABLA 21. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD URBANA (IVU) Y SUS COMPONENTES PARA FOZ DO IGUAÇU (BR), CIUDAD DEL ESTE (PAR) Y PUERTO IGUAZÚ (AR) .....	113
TABLA 22. PUNTUACIÓN POR ÍNDICE DE LOS ATRIBUTOS FÍSICOS.....	114
TABLA 23. NÚMERO DE INFRAESTRUCTURA ESTRATÉGICA POR CIUDAD.....	118
TABLA 24. INDICADORES DE ATRIBUTOS SOCIALES .....	120
TABLA 25. INDICADORES ECONÓMICOS DE LOS ATRIBUTOS .....	123
TABLA 26. INDICADORES ECONÓMICOS DE LOS ATRIBUTOS .....	125
TABLA 27. INDICADORES DE CAPACIDAD ADAPTATIVA .....	127
TABLA 28. SUGERENCIAS PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EN FOZ DO IGUAÇU.....	139

# 1 Resumen ejecutivo

Las ciudades representan actores esenciales en la lucha contra el cambio climático. Se espera que la mayoría de la gente en el planeta viva en ciudades a mediados de siglo. En el caso de Sudamérica, la ONU (2016) espera que alrededor del 80% de su población viva en centros urbanos en 2050. Al mismo tiempo, se espera que las ciudades enfrenten efectos climáticos en forma de eventos climáticos extremos más intensos y frecuentes, poniendo en riesgo a millones de personas, especialmente aquellas que son más vulnerables. En relación a América del Sur, estudios existentes han demostrado que la región está particularmente expuesta a eventos climáticos extremos y presenta numerosas vulnerabilidades (por ejemplo, pobreza, inestabilidad económica y política, falta de recursos e infraestructura, etc.). En este sentido, es vital que las ciudades emprendan acciones para reducir su vulnerabilidad al cambio climático y construyan un desarrollo resiliente al clima.

El objetivo de este estudio es evaluar la vulnerabilidad climática de la denominada región de triple frontera, compuesta por tres ciudades vecinas ubicadas en tres países de América del Sur. Las ciudades son Foz do Iguazú (Brasil), Puerto Iguazú (Argentina) y Ciudad del Este (Paraguay), las cuales comparten fronteras en la confluencia de los ríos Paraná e Iguazú.

Aparte de compartir la misma área geográfica y un trasfondo histórico común, estas ciudades también se enfrentan a desafíos similares y comparten vulnerabilidades climáticas. En consecuencia, la cooperación entre las ciudades desempeña un papel crucial para abordar con éxito estos desafíos.

Esta evaluación representa el primer intento de examinar la vulnerabilidad de la región de triple frontera ante eventos relacionados con el clima. Además, este estudio constituye un novedoso esfuerzo para analizar el concepto de vulnerabilidad como un fenómeno compartido, poniendo un énfasis particular en la cooperación ciudad a ciudad como un elemento primordial para enfrentar con éxito el desafío del cambio climático. Este análisis proporciona así una comprensión inicial de la vulnerabilidad climática de la región, ofreciendo ideas valiosas y resaltando las brechas y áreas que requieren atención urgente. También pretende ser una plataforma para investigaciones futuras, ya que revela

varios temas que requieren una exploración más profunda. Los hallazgos aquí presentados son de interés para tomadores de decisión, profesionales, académicos, así como individuos y organizaciones preocupados por la resiliencia climática de la región y el bienestar de sus habitantes.

Este documento reporta los principales hallazgos derivados del estudio y sus implicaciones. También proporciona un breve antecedente histórico de la región y describe las características y la estructura socioeconómica de las tres ciudades. Además, se analizan las tendencias climáticas pasadas, centrándose en los principales fenómenos meteorológicos extremos que han afectado a la región durante las últimas décadas. Este examen se complementa con una mirada a las proyecciones climáticas para determinar los desafíos que la región probablemente enfrentará en el futuro. Además, este documento presenta un análisis de los contextos jurídico, político e institucional en cada ciudad en relación con la adaptación al cambio climático. En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad, el informe presenta un Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU), que es una herramienta útil para comparar las ciudades. Los índices se construyeron utilizando diferentes indicadores climáticos y socioeconómicos para medir las diversas dimensiones de la vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad de adaptación). Este análisis empírico se complementó con una visión de las estrategias que las ciudades han adoptado para reaccionar y responder a los impactos causados por eventos climáticos extremos en el corto plazo, así como los planes que se están realizando para enfrentar impactos futuros. El informe también presenta una visión general del nivel de cooperación que existe entre las tres ciudades y presenta un conjunto de soluciones preliminares propuestas por un grupo de actores clave.

Este estudio incluyó la participación de numerosos actores de las tres ciudades, los cuales fueron fundamentales como guías, proporcionando valiosos consejos e información. Nuestro Comité Directivo fue clave al ofrecernos acceso a datos y compartiendo sus conocimientos y experiencias. Sin su participación y apoyo, este estudio no habría sido posible.

## **Antecedentes**

**Desde la década de los sesentas, la región de la triple frontera ha experimentado un rápido crecimiento y continúa expandiéndose.** Su población se ha incrementado más de 7 veces, principalmente atraída por la construcción de la Planta Hidroeléctrica Binacional de Itaipú (Brasil y Paraguay) y el potencial turístico de las Cataratas de Iguazú, considerada una de las maravillas naturales del mundo. Además, el desarrollo de Ciudad del Este como un centro comercial de bajos impuestos ha atraído importantes flujos poblacionales hacia la región. Se espera que esta última ciudad esté entre las diez ciudades de América Latina que crezcan más rápido antes del año 2030, de acuerdo a proyecciones de urbanización de la ONU. Además, la región recibe millones de turistas cada año, buscando las atracciones locales.

**La planificación urbana y la inversión en infraestructura han sido rebasadas por el crecimiento de la población.** No ha existido una planificación urbana adecuada, dando lugar a una expansión incontrolada. La ocupación irregular de tierras ha llevado a la creación de barrios marginales, principalmente a lo largo de los ríos y áreas de riesgo, lo cual es motivo de preocupación debido a su alta exposición a las inundaciones. La velocidad de inversión en infraestructura pública y privada no ha sido suficiente, y la presión es aumentada por el intenso flujo de turistas. Algunos servicios básicos de la ciudad, como el saneamiento (alcantarillado y basura), no son proporcionados a toda la población. También se requiere inversión en infraestructura turística para capitalizar el gran flujo de turistas, especialmente en Ciudad del Este. Además, las altas tasas de deforestación representan una amenaza para los bosques y la biodiversidad de la región. Otros problemas relacionados con la expansión de las ciudades incluyen el desempleo, prácticas ilegales y clandestinas, así como cuestiones relacionadas con las comunidades tradicionales, como la violencia y la apropiación de la tierra.

## **Tendencias climáticas pasadas**

**Las tendencias históricas sugieren que los patrones climáticos han**

**cambiado en la región de la triple frontera durante las últimas 5 décadas.**

Los resultados muestran que la cantidad anual de precipitación ha aumentado a lo largo de los años. La precipitación diaria máxima anual y el número de eventos de precipitación extrema mostraron un aumento, lo que indica que los eventos de precipitación intensa son cada vez más intensos y frecuentes. Además, las temperaturas máximas y mínimas diarias también presentaron una tendencia positiva a lo largo de los años, lo que indica un clima más cálido. Además, es importante resaltar que como las ciudades están ubicadas en una zona propensa a un clima convectivo severo, es probable que tornados puedan afectar a las ciudades en el futuro.

**Los eventos meteorológicos extremos relacionados con el agua han causado los mayores impactos en la región de la triple frontera.** Las lluvias fuertes y las inundaciones han sido los eventos más comunes que afectan a las ciudades. Se detectaron dos tipos de inundaciones: inundaciones de ríos, causadas por un aumento en los niveles de los cuerpos de agua, y las inundaciones urbanas, debido a precipitaciones intensas. Los episodios pasados de sequías han afectado al sector turístico, así como al suministro de agua potable en Ciudad del Este. Además, encontramos que los eventos de granizo siguen un patrón de baja frecuencia y alto impacto. El evento de granizo más reciente ocurrió en septiembre de 2015, generando graves pérdidas materiales.

**El sistema de monitoreo meteorológico en la región de la triple frontera requiere ser mejorado, mientras que las definiciones de fenómenos meteorológicos extremos deben ser unificadas.** Estos aspectos son esenciales para mejorar nuestra comprensión del clima en la región. Por ejemplo, los diferentes países de la zona de la triple frontera definen de manera diferente los eventos relacionados a olas de calor y frentes fríos. Esta heterogeneidad complica su análisis. Además, es necesario aumentar el número de estaciones meteorológicas confiables. Este estudio encontró inconsistencias en los datos meteorológicos recogidos en diferentes estaciones meteorológicas, lo que complicó el análisis y limitó la cantidad de información confiable que pudo ser utilizada.

## **Proyecciones climáticas futuras**

**Se espera que la temperatura media aumente en la región de la triple frontera hacia fines del siglo XXI.** Los estudios realizados en Sudamérica y Paraguay, que utilizan diferentes modelos y escenarios climáticos mundiales y regionales, muestran un aumento de la temperatura para todos los marcos temporales (corto a largo plazo) y estacionales (primavera, verano, otoño e invierno). Sin embargo, la magnitud de este aumento depende principalmente del modelo climático utilizado para producir esas proyecciones.

**Los cambios en la precipitación media en la región son difíciles de determinar, dado que las proyecciones son contradictorias.** Los estudios existentes han producido evidencia contradictoria para esta variable, resultando en una gama de resultados que varían según el escenario, el plazo y la estación que son seleccionados en el proceso de modelado. Sin embargo, el análisis de las tendencias pasadas ha revelado que los eventos extremos de precipitación han aumentado, y se espera que estas tendencias continúen en el futuro.

**Se espera que los eventos climáticos extremos aumenten, especialmente aquellos relacionados con altas temperaturas.** Las olas de calor podrían llegar a ser más comunes en el futuro en la región de la triple frontera. Se encontraron tendencias positivas en el número de días de verano, noches tropicales y noches calientes (ver el Capítulo 4 para encontrar las definiciones de estos términos). Sin embargo, sólo se obtuvieron tendencias estadísticamente significativas en relación con las temperaturas máximas y mínimas. Si este fenómeno se combina con aumentos potenciales de precipitación, la región de triple frontera podría enfrentar eventos climáticos extremos más severos.

## **Marco político, jurídico e institucional para la adaptación al cambio climático**

**Las iniciativas de adaptación al cambio climático son aún muy incipientes a nivel municipal.** Los tres países han comenzado a desarrollar planes para la adaptación al cambio climático. Brasil y Paraguay lanzaron sus

Planes Nacionales de Adaptación (PNA) en 2016, mientras que Argentina actualmente se encuentra desarrollando el suyo. Sin embargo, estos esfuerzos no han alcanzado todavía a los gobiernos locales. Incluso cuando los PNA mencionan el requisito de que los municipios desarrollen sus planes locales, en ninguna de las ciudades se identificaron instrumentos específicos de planificación o estrategias para la adaptación al cambio climático. Esto constituye una brecha importante que requiere ser abordada con urgencia.

**Las ciudades poseen protocolos de emergencia y planes de contingencia, pero las medidas de prevención, preparación y recuperación son deficientes.** Las ciudades han diseñado un curso de acción para ayudarles a responder a eventos imprevistos, aunque algunos de estos planes no estaban disponibles para consulta al momento de escribir este reporte. Los mecanismos de respuesta dependen básicamente de los municipios a través de diferentes organizaciones, como los bomberos, con el apoyo de otras instituciones. En Puerto Iguazú y Ciudad del Este los bomberos son organizados por voluntarios, mientras que en Foz do Iguazú están formados por militares. En cuanto a las medidas de preparación, los sistemas de alerta temprana existentes no están diseñados para proporcionar información oportuna y accesible directamente a los ciudadanos. Por otro lado, evidencia sobre estrategias de prevención es escasa. En relación con acciones de recuperación y reconstrucción, al parecer no existen planes adecuados. Estos puntos representan igualmente importantes brechas que deben ser abordadas.

**Las directrices para la adaptación local y protocolos de emergencia en las tres ciudades presentan similitudes, ofreciendo oportunidades para la planificación y actuación conjuntas.** Los tres países han elaborado directrices para la adaptación local centradas en aspectos comunes, como el ordenamiento territorial, el uso de la tierra, el saneamiento y la infraestructura, así como la incorporación de elementos de cambio climático en todos los ámbitos de gestión y desarrollo urbanos. Aunque las estrategias formales de adaptación al cambio climático siguen siendo inexistentes a nivel local, esto representa una buena oportunidad para que las tres ciudades desarrollen iniciativas conjuntas e institucionalicen la cooperación. La evidencia indica que existe voluntad de cooperar en este asunto, como se muestra en este informe, aunque ésta es

primordialmente de carácter informal.

**Existen acuerdos y protocolos establecidos que institucionalizan la cooperación entre las tres ciudades y países, pero éstos no se aplican en la práctica.** El protocolo Mercosur de cooperación y asistencia a emergencias ambientales, así como el ajuste complementario al acuerdo entre Brasil y Argentina para la cooperación en materia de defensa civil en localidades fronterizas, proveen lineamientos para el intercambio de información y asistencia entre las partes involucradas ante eventos de emergencia. Sin embargo, tales protocolos parecen ser desconocidos o no utilizados por los actores locales, mientras que la cooperación se realiza de forma informal, a través de la colaboración de individuos y organizaciones. Sin embargo, hay esfuerzos para institucionalizar estas acciones de cooperación, como un acuerdo propuesto entre los departamentos de bomberos de las tres ciudades.

## **Vulnerabilidades socioeconómicas**

**Foz do Iguaçu muestra un menor nivel de vulnerabilidad a condiciones meteorológicas extremas en comparación con Ciudad del Este y Puerto Iguazú.** Foz tiene relativamente más áreas verdes (45% del área municipal), menor pobreza (menos población viviendo en pobreza y en barrios marginales), mejor acceso a agua potable, tratamiento de residuos y educación, una menor tasa de mortalidad, mayor presupuesto público y una economía más dinámica y diversificada. Foz también tiene niveles más altos de preparación ante desastres y recuperación. Los resultados también indican que sus instituciones, en general, gozan de buena reputación, específicamente en relación a la gestión de emergencias y a la participación ciudadana en las decisiones gubernamentales. Foz tiene una mejor disposición para adoptar buenas prácticas y cooperar, ya que ha adoptado y aplicado políticas similares tomadas de otras ciudades.

**Ciudad Del Este y Puerto Iguazú presentan vulnerabilidades mayores, en comparación con Foz do Iguaçu.** Estas ciudades tienen proporcionalmente una mayor población susceptible a impactos relacionados con eventos extremos y una menor capacidad de recuperación tras los

desastres. Estas ciudades están altamente urbanizadas sin suficientes espacios verdes. La falta de planificación urbana ha ocasionado ocupaciones irregulares en áreas de riesgo. El nivel de servicios públicos es insuficiente en las áreas de salud, agua potable y saneamiento. También muestran bajos niveles de preparación y respuesta ante eventos extremos, poseyendo recursos limitados para la recuperación. Además, los resultados indican niveles de reputación más bajos en relación a sus instituciones enfocadas a acciones de emergencia, así como pocos canales que permitan la participación ciudadana en el gobierno local. Esto constituye una barrera para construir estrategias efectivas de adaptación.

**Ciudad del Este es más sensible a eventos extremos, como fuertes lluvias y olas de calor.** La ciudad presenta altos niveles de urbanización y tiene una menor proporción de áreas verdes por habitante. Esto incrementa el efecto de isla de calor, lo que trae consecuencias en la salud humana. Dado que la ciudad tiene una mayor proporción de población vulnerable (menor de 14 años y mayor de 65), el riesgo de afectación es más alto. Además, el escaso número de espacios verdes eleva la probabilidad de inundaciones, ya que el escurrimiento aumenta y la infiltración de agua se ve reducida.

**Las ciudades tienen diferentes niveles de desarrollo, reflejados en la calidad y cobertura de servicios públicos básicos.** Ciudad del Este es la ciudad que más sufre de una cobertura insuficiente de servicios públicos. Una gran parte de su población no tiene acceso a agua potable ni a saneamiento. Se identificaron problemas de suministro de energía en Puerto Iguazú, mientras que la gestión de residuos sólidos fue señalada como un problema serio en Ciudad del Este y Foz. Otros problemas que se detectaron son niveles bajos de educación y niveles crecientes de inseguridad. Además, se encontró que la infraestructura vial requiere de mantenimiento urgente, junto con un aumento de los servicios de transporte para comunicar las tres ciudades, especialmente entre Puerto Iguazú y Ciudad del Este. Por ejemplo, un puente es requerido para conectar estas dos ciudades.

**La región ofrece un buen ambiente de negocios, pero la diversidad económica en la región es baja.** La economía de Foz do Iguaçu es más diversificada, pero todavía depende en gran medida del turismo, que es sensible

a los impactos climáticos. Lo mismo ocurre con Puerto Iguazú, donde el turismo es una de las actividades principales. El sector agrícola de Ciudad del Este representa casi un tercio de su Producto Interno Bruto (PIB), actividad que también es sensible a los cambios climáticos. En cuanto al sector empresarial, los resultados muestran que Ciudad del Este posee un gran número de empresas, pero la mayoría son pequeñas y medianas (PYMEs), las cuales son generalmente las más vulnerables en el sector privado. Una mayor diversificación de las economías de las tres ciudades contribuiría a reducir la vulnerabilidad del sector.

**A pesar de sus menores niveles de vulnerabilidad, Foz do Iguazú aún necesita mejorar sus políticas públicas de uso de la tierra e invertir más en infraestructura para enfrentar las constantes inundaciones.** La ocupación irregular de las zonas situadas a lo largo de los ríos pone en grave peligro a las poblaciones más desfavorecidas. Además, sistemas de drenaje ineficientes dan lugar a inundaciones en caminos y avenidas públicas, en ocasiones de manera constante. El municipio, sin embargo, tiene recursos limitados, lo que dificulta su capacidad para prepararse, responder y recuperarse de los fenómenos meteorológicos extremos. Hasta ahora, Defensa Civil ha identificado 35 puntos críticos en toda la ciudad y ha reconocido que para resolver estos problemas se necesitará una gran cantidad de inversiones.

**Los asentamientos irregulares en áreas de alto riesgo representan un serio desafío de gobernabilidad en las tres ciudades.** Un problema clave es la reubicación de la población que vive a lo largo de áreas ribereñas. Sin embargo, esto ha demostrado ser un tema complicado, ya que la gente tiende a regresar a las mismas áreas después de ser reubicada. Existen varias razones que explican esta conducta, pero principalmente las personas afectadas se rehúsan a salir del área central de la ciudad, considerando que las nuevas viviendas proporcionadas por el municipio están generalmente lejos del centro de la ciudad, lejos de su lugar de trabajo, escuelas y centros comerciales. A pesar de que la mayoría de los esfuerzos de reasentamiento han sido ineficaces, se registró un caso exitoso en Foz do Iguazú, que merece ser estudiado más atentamente para identificar lecciones importantes que puedan aplicarse a otros casos.

**La Defensa Civil es la primera entidad en responder a situaciones de emergencia y desastre en las ciudades.** Los actores de la región entrevistados para este estudio consideran que esta institución constituye el soporte principal de la capacidad de las ciudades para responder a eventos imprevistos. Esta institución incluye a los bomberos, que son los primeros en prestar asistencia a la población afectada. La Cruz Roja en Ciudad del Este también desempeña un papel relevante en las labores de ayuda. Sin embargo, a menudo estas instituciones carecen de fondos suficientes y carecen de capacitación y equipamiento especial para algunos tipos de emergencias y desastres.

## **Cooperación**

**La cooperación ciudad-ciudad para responder ante impactos climáticos extremos existe, pero principalmente es de carácter informal.** Habitualmente, los eventos climáticos extremos son enfrentados por cada ciudad de forma independiente. Sin embargo, hay fuertes lazos y comunicación entre ciertas instituciones, como los bomberos de las tres ciudades. Aunque no existen protocolos formales de cooperación, las personas muestran voluntad de cooperar y manifiestan solidaridad principalmente debido a afinidades personales y profesionales. Hay varios relatos de casos en los que las ciudades se han ayudado mutuamente para enfrentar amenazas, como incendios y brotes de dengue. La cooperación entre las tres ciudades aún debe formalizarse, y esto podría ayudar a reducir su vulnerabilidad a eventos climáticos extremos.

**Los consejos de desarrollo local representan un excelente mecanismo para desarrollar la cooperación entre las ciudades.** CODESPI (Puerto Iguazú), CODEFOZ (Foz do Iguazú) y CODELESTE (Ciudad del Este) buscan promover el desarrollo sostenible a largo plazo en cada ciudad, alineando e integrando los intereses de la sociedad con las acciones gubernamentales de manera democrática. Estas entidades han logrado promover políticas e implementar mejoras que han beneficiado a las ciudades. También han intentado fortalecer los vínculos entre los tres centros urbanos, abriendo nuevas formas de cooperación y encontrando canales de comunicación eficientes en la región.

**La cooperación entre las ciudades no es equilibrada.** Foz do Iguazú

actúa como nodo, uniendo las tres ciudades. Por un lado, el Puente de la Amistad conecta la ciudad con Ciudad del Este, mientras que el Puente de la Fraternidad (Tancredo Neves) la une con Puerto Iguazú. Por otra parte, Ciudad del Este y Foz do Iguacu están fuertemente relacionadas a través de Itaipu Binacional, una iniciativa conjunta entre Paraguay y Brasil, que proporciona energía y una fuente de ingresos a ambos países. A su vez, Foz do Iguacu y Puerto Iguazú están unidas por las Cataratas de Iguazú, otra fuente de ingresos para estas dos ciudades. En este sentido, Foz do Iguacu tiene fuertes vínculos con sus vecinos. Sin embargo, la relación entre Puerto Iguazú y Ciudad del Este es más débil. Ningún puente conecta estas ciudades y sólo se comunican por balsas.

**Existe cierto grado de coordinación con respecto al intercambio de información climática.** Las instituciones de Defensa Civil desempeñan un papel importante a este respecto. Por ejemplo, los individuos entrevistados para este estudio informaron que en Puerto Iguazú se utiliza la información climática recopilada por el radar meteorológico en la localidad vecina de Cascavel (Brasil). Hay otros ejemplos de intercambio de información entre las otras ciudades. La Defensa Civil de Foz do Iguacu también pretende obtener mejores instrumentos de medición. Por lo tanto, las tareas que realiza la Defensa Civil en estas ciudades son valiosas, ya que generan beneficios comunes para la región y representan una atmósfera favorable para fomentar una cooperación más robusta.

**Hay barreras para lograr una cooperación activa entre las tres ciudades.** El objetivo de comprometer a las tres ciudades para que emprendan acciones de cooperación no es una tarea sencilla. Existen numerosas barreras, empezando por el lenguaje. Aunque una gran parte de la población entiende y habla español y portugués, los problemas de comunicación representan un problema. También hay diferencias culturales y legales. Además, las cuestiones económicas, políticas y de seguridad dificultan a menudo las acciones de cooperación. La existencia de antecedentes históricos entre los países también juega un papel importante.

## ¿Qué pueden hacer las ciudades para reducir sus vulnerabilidades?

Actores clave pertenecientes a diferentes sectores de los tres municipios se reunieron para discutir posibles soluciones enfocadas a aumentar la resiliencia climática de las ciudades, dadas las vulnerabilidades identificadas. Estas soluciones se pueden clasificar en cuatro rubros.

**Planeación.** Las planeaciones urbana y del uso de suelo son fundamentales para avanzar el desarrollo y la resiliencia climática de los municipios. Un plan eficaz para organizar el ambiente urbano es esencial para controlar la expansión incontrolada y corregir cualquier irregularidad, como la ocupación inadecuada de las riberas y otras áreas de riesgo. Sin embargo, una planificación urbana eficaz se trata de un proceso que involucra elementos técnicos y políticos. También implica la creación de políticas y regulaciones que deben ser monitoreadas y aplicadas.

**Estructurales.** Como se ha dicho, la insuficiente inversión en infraestructura ha dado lugar a diversos problemas, como un nivel deficiente de servicios públicos. La necesidad de invertir en medidas de saneamiento básico es esencial. Las ciudades no ofrecen una cobertura completa de la recolección de aguas residuales domésticas, especialmente en los distritos más alejados de las regiones centrales. También es urgente invertir en sistemas eficientes de drenaje, lo que contribuye a reducir las inundaciones urbanas. Otras soluciones estructurales están relacionadas con la mejora de los sistemas de gestión de residuos sólidos, el fortalecimiento de la resistencia de las viviendas en zonas desfavorecidas y la creación de más espacios verdes.

**No estructurales.** Una cuestión importante identificada en este estudio es la falta de datos confiables, desde climáticos a socioeconómicos. El fortalecimiento de la capacidad de los municipios para recopilar, procesar y difundir datos de calidad es vital para fomentar un desarrollo resiliente al clima, ya que es necesario comprender mejor la situación y monitorear el progreso. Otras medidas están dirigidas a capacitar a los funcionarios municipales en materia de cambio climático y acciones de adaptación. También es esencial mejorar la educación ambiental y sensibilizar a la población para influir en el

comportamiento de las personas y hacerlas conscientes de los riesgos que enfrenta la región y la importancia de mantener las ciudades y los ríos libres de contaminación y residuos.

**Cooperación.** La región de la triple frontera ofrece buenas oportunidades para fomentar una fuerte cooperación entre las ciudades. La creación de un Consejo Trinacional de Defensa Civil fue mencionada por diversos actores, lo que permitiría una mejor coordinación de las acciones de preparación y respuesta ante eventos extremos, reuniendo recursos financieros y humanos de las tres ciudades. Del mismo modo, el establecimiento de una cámara trinacional formada por los tres consejos locales de desarrollo podría ayudar a resolver problemas comunes y diseñar una visión futura para la región. Otras soluciones se refieren a la creación de sistemas conjuntos de alerta temprana, así como a la creación de más espacios de debate y programas de acción cooperativa.

## Conclusiones

**1. Dado el crecimiento poblacional que se espera y las proyecciones climáticas que indican una mayor probabilidad de enfrentar fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes y severos, la región de triple frontera debe implementar con urgencia medidas de reducción del riesgo y aumentar su resiliencia al clima.** Es esencial que las ciudades revisen y mejoren sus planes de contingencia y los hagan públicos. Deben hacerse esfuerzos para desarrollar estrategias dirigidas a acciones de prevención, preparación y recuperación. Además, los municipios deben comenzar a desarrollar sus planes locales de adaptación al cambio climático de acuerdo con las directrices nacionales, diseñando cursos de acción para hacer frente a un clima más incierto en el futuro.

**2. Las tres ciudades tienen la oportunidad de desarrollar iniciativas locales conjuntas y planes para hacer frente a los efectos climáticos futuros.** Dado que las ciudades aún no han incorporado el cambio climático como un factor esencial en sus programas de trabajo y todavía están por comenzar a desarrollar estrategias de adaptación, es un momento apropiado para desarrollarlas de manera cooperativa. Es importante que las ciudades

entiendan que su futuro está entrelazado y que las acciones unilaterales no son tan eficientes y eficaces comparadas con acciones cooperativas.

**3. Las ciudades deben adoptar una visión a mediano y largo plazos para adaptarse con éxito a un clima cambiante.** Los sistemas de alerta temprana existentes y el intercambio de información entre las instituciones de Defensa Civil se orientan principalmente a abordar cuestiones de corto plazo. Sin embargo, una perspectiva a más largo plazo está ausente en las tres ciudades. La información climática futura no se utiliza en la región de la triple frontera. Se requiere investigar qué tipo de información es requerida por diferentes sectores económicos (por ejemplo, energía, turismo, agricultura, comercio) para llevar a cabo sus acciones de adaptación.

**4. Las tres ciudades comparten vulnerabilidades socioeconómicas.** A pesar de que el análisis presentado en este estudio trata la vulnerabilidad de cada ciudad de manera independiente, esta vulnerabilidad es compartida en la práctica. En esencia, las tres ciudades forman un centro urbano único y cosmopolita. La gente atraviesa constantemente las fronteras en sus vidas diarias para trabajar, hacer compras o con fines recreativos. En este sentido, cualquier problema que afecte a una ciudad tendrá consecuencias inmediatas en el resto. Abordar vulnerabilidades o implementar soluciones desde una perspectiva individual tiene poco sentido. Con el fin de desarrollar con éxito un desarrollo resiliente al clima, la cooperación debe ser un elemento integral en cualquier estrategia de adaptación al cambio climático.

**5. La cooperación debe ser formalizada y mejor equilibrada.** El nivel de cooperación que existe hoy para enfrentar eventos extremos es, en gran medida, informal. La formalización e institucionalización de la cooperación entre ciudades fortalecería los vínculos entre los municipios y generaría una atmósfera de certeza, seguridad y confianza. Las soluciones propuestas para crear un consejo trinacional de defensa civil y una cámara trinacional formada por los tres consejos locales de desarrollo son un paso importante hacia este objetivo. Sin embargo, la participación de los municipios es indispensable. Se requieren esfuerzos adicionales para involucrarlos, así como a autoridades estatales y nacionales, en el proceso. Además, la cooperación debe estar mejor equilibrada para asegurar el fortalecimiento de los vínculos entre Ciudad del Este y Puerto

Iguazú. Construir un puente entre estas dos ciudades contribuiría a impulsar su relación.

**6. La región de triple frontera representa una excelente oportunidad para una cooperación exitosa entre las ciudades.** La región reúne a más de 80 grupos étnicos que, junto con la presencia de los pueblos tradicionales y un flujo intenso de visitantes de todo el mundo, lo convierten en un crisol de culturas e ideas. La diversidad y el intercambio son parte de la realidad local. Esto constituye un escenario favorable para la cooperación transfronteriza. Las lecciones aprendidas en esta región podrían ser extremadamente útiles para otras regiones del planeta. La oportunidad de construir un futuro más cooperativo y resiliente está disponible hoy.

An aerial photograph of a city, likely Rio de Janeiro, showing a wide river curving through the landscape. The city is densely packed with buildings, including several tall apartment towers. A large green diagonal overlay covers the right side of the image, containing the title text. The background shows a hazy horizon with more city buildings under a clear sky.

Introduction

*Introdução*

*Introducción*

## 2 Introducción

Las ciudades han jugado un papel esencial en el combate contra el cambio climático. Recientemente, se han creado distintas iniciativas donde las grandes ciudades alrededor del mundo se han comprometido y han reforzado sus esfuerzos en lograr una urbanización más sustentable y amigable con el ambiente, como así también más resilientes a fenómenos climáticos extremos, a través de mejorar la calidad de vida de sus respectivas poblaciones. Este enfoque de las ciudades es relevante debido a los pronósticos demográficos que estiman que la mitad de la población del planeta habitará en ciudades a mitad de este siglo. En el caso de Sudamérica, la Organización de Naciones Unidas (UN, 2016) estima que alrededor del 80% de la población habitará en áreas urbanas para el año 2050. Actualmente, se estima que los efectos climáticos que deberán afrontar las ciudades se irán acentuando en forma de eventos climáticos extremos. Se proyecta que estos serán más frecuentes e intensos. Poniendo de este modo en riesgo a la población, especialmente a los sectores más vulnerables de la sociedad. Estudios del Grupo Internacional de Cambio Climático (IPCC, 2014) han demostrado que América Latina está particularmente expuesta a eventos relacionados al clima y manifiesta grandes vulnerabilidades (por ejemplo, pobreza, inestabilidad económica y política, falta de recursos e infraestructura, entre otros). Basados en proyecciones climáticas para la región, desarrollados por diferentes equipos de investigadores (IPCC, 2014) los cuales demuestran una tendencia creciente en la variabilidad de eventos climáticos extremos; se remarca la importancia de tomar medidas para reducir la vulnerabilidad de las ciudades y fomentar el desarrollo de ciudades resilientes al clima.

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres aprobado por los miembros de las Naciones Unidas en el 2015 representa un paso significativo hacia la reducción del riesgo de desastres y la construcción de ciudades resilientes. En particular, la Declaración de Asunción (2016), la cual involucra a ministros y autoridades de los países de Latinoamérica, reconoce la necesidad de fortalecer acciones locales y hacer frente a la vulnerabilidad de las

ciudades<sup>1</sup>.

La mayoría de los estudios de vulnerabilidad climática se han centrado en grandes ciudades. Generalmente en mega ciudades renombradas; mientras que las ciudades más pequeñas han sido relegadas. Sin embargo, son las ciudades medianas y más pequeñas que demuestran una tasa de crecimiento poblacional más elevado. Son además estas ciudades, las que experimentan un mayor grado de vulnerabilidad, como por ejemplo la falta de recursos, de infraestructura, de recursos humanos entre otros. Sin embargo, son estas ciudades la que presentan grandes oportunidades, ya que en muchos casos no están confinadas a un tipo particular de infraestructura y tecnología. Asimismo, demuestran un mayor potencial tanto para la planificación sustentable y el manejo sustentable del uso de suelo.

El presente estudio surge de la necesidad de comprender la vulnerabilidad al cambio climático de ciudades medianas y pequeñas, a modo de sugerir medidas de protección en el proceso de desarrollo contra eventos climáticos adversos y propiciar que estas desarrollen una mayor resiliencia. Es esencial hacer frente a la vulnerabilidad, ya que se ha reconocido que los esfuerzos por aumentar la resiliencia son más eficaces cuando la vulnerabilidad es baja ((Hernandez-Montes-de-Oca, 2013). Como fue mencionado, pequeñas y medianas ciudades están generalmente “menos equipadas” que las grandes ciudades para afrontar el impacto de eventos climáticos extremos. A su vez, estas primeras pueden exhibir un mayor grado de vulnerabilidad. Es por lo tanto vital hacer frente a la vulnerabilidad para avanzar de manera eficiente al desarrollo urbano resiliente al clima.

Este estudio se centra en tres ciudades: Ciudad del Este (Paraguay), Foz do Iguazú (Brazil) y Puerto Iguazú (Argentina), las cuales comparten fronteras en la confluencia de los ríos Paraná e Iguazú. Esta región se conoce generalmente como la Triple Frontera. Se estima que Ciudad del Este estará dentro de las ciudades que experimente mayor crecimiento poblacional en la región para el año 2030. El rápido crecimiento de estas ciudades ha sido

---

<sup>1</sup>Declaración de Asunción “Lineamientos para un Plan de Acción Regional sobre la Implementación del Marco de Sendai 2015-2030”. Disponible en <http://eird.org/ran-sendai-2016/docs/declaracion-sendai-americas.pdf> [Extraído Junio, 2017].

principalmente por el incremento de la actividad económica en comercios y actividades turísticas. Sin embargo, la falta de planificación urbana, ha generado problemas relacionados a la infraestructura y la provisión de servicios públicos. El crecimiento acelerado ha ejercido una presión en los recursos naturales en términos de contaminación y deforestación. Esta última problemática ambiental, ha intensificado los riesgos de inundación en la región debido principalmente por su ubicación geográfica en confluencia con los cauces hídricos. En los últimos años la región ha sufrido severas inundaciones, agravadas por el fenómeno “El Niño” causando costos económicos y sociales. En la actualidad, las estrategias adecuadas de reducción de riesgo se ven obstaculizadas por la escasa cooperación transfronteriza, a su vez afectada por la incongruencia política, la debilidad de las capacidades institucionales y los diferentes marcos jurídicos. Este desafío se suma a otros problemas existentes en la región, como la pobreza, la corrupción, la inseguridad, el contrabando y el narcotráfico.

La zona de triple frontera representa un caso ejemplar, ya que ofrece una oportunidad para comprender mejor la cooperación de ciudades en un contexto transfronterizo. Alrededor de 116 millones de personas en América del Sur viven en cuencas transfronterizas. Sin embargo, las cuestiones transfronterizas rara vez se abordan en los planes nacionales de adaptación al cambio climático, mientras que los efectos adversos del cambio climático y el rápido crecimiento pueden tener un gran impacto en las ciudades de esas cuencas. Más aún, existe una falta de comprensión de las oportunidades de cooperación que surgen a escala de ciudad que pueden aportar mayores co-beneficios.

En este contexto, entendemos que la presente evaluación representa el primer intento de analizar la vulnerabilidad de las tres ciudades a eventos relacionados con el clima. Además, esto representa un nuevo esfuerzo para examinar la vulnerabilidad como un fenómeno compartido por los tres centros urbanos, por lo que la cooperación es fundamental para hacer frente al desafío del cambio climático en la región de la triple frontera. Esta evaluación incluyó la participación de numerosos actores de las tres ciudades que compartieron sus conocimientos, experiencias e ideas sobre cómo hacer que las ciudades sean más resilientes al cambio climático bajo un marco de cooperación. De manera similar, la evaluación requirió grandes cantidades de datos, que fueron

recolectados de diferentes fuentes utilizando metodologías pertinentes. Nuestro Comité Directivo fue clave para darnos acceso a los datos, y queremos aprovechar esta oportunidad para agradecer a todos sus miembros por su valiosa ayuda.

Esta evaluación proporciona hallazgos relevantes que explican la vulnerabilidad de las tres ciudades y resaltan las brechas y áreas de acción que necesitan atención. Creemos que este informe es valioso como un acercamiento inicial a la vulnerabilidad del clima de las ciudades y abre varios frentes para investigaciones futuras. Se puede considerar como un puntapié inicial, proporcionando información valiosa sobre los retos que se avecinan.

Esta evaluación es valiosa también para los formadores de políticas, profesionales, académicos y muchas otras personas y organizaciones que no sólo están interesadas en comprender la vulnerabilidad de la región triangular urbana, sino que también están preocupadas por mejorar el bienestar de sus países, habitantes y promover un desarrollo más inclusivo, sostenible y resiliente.

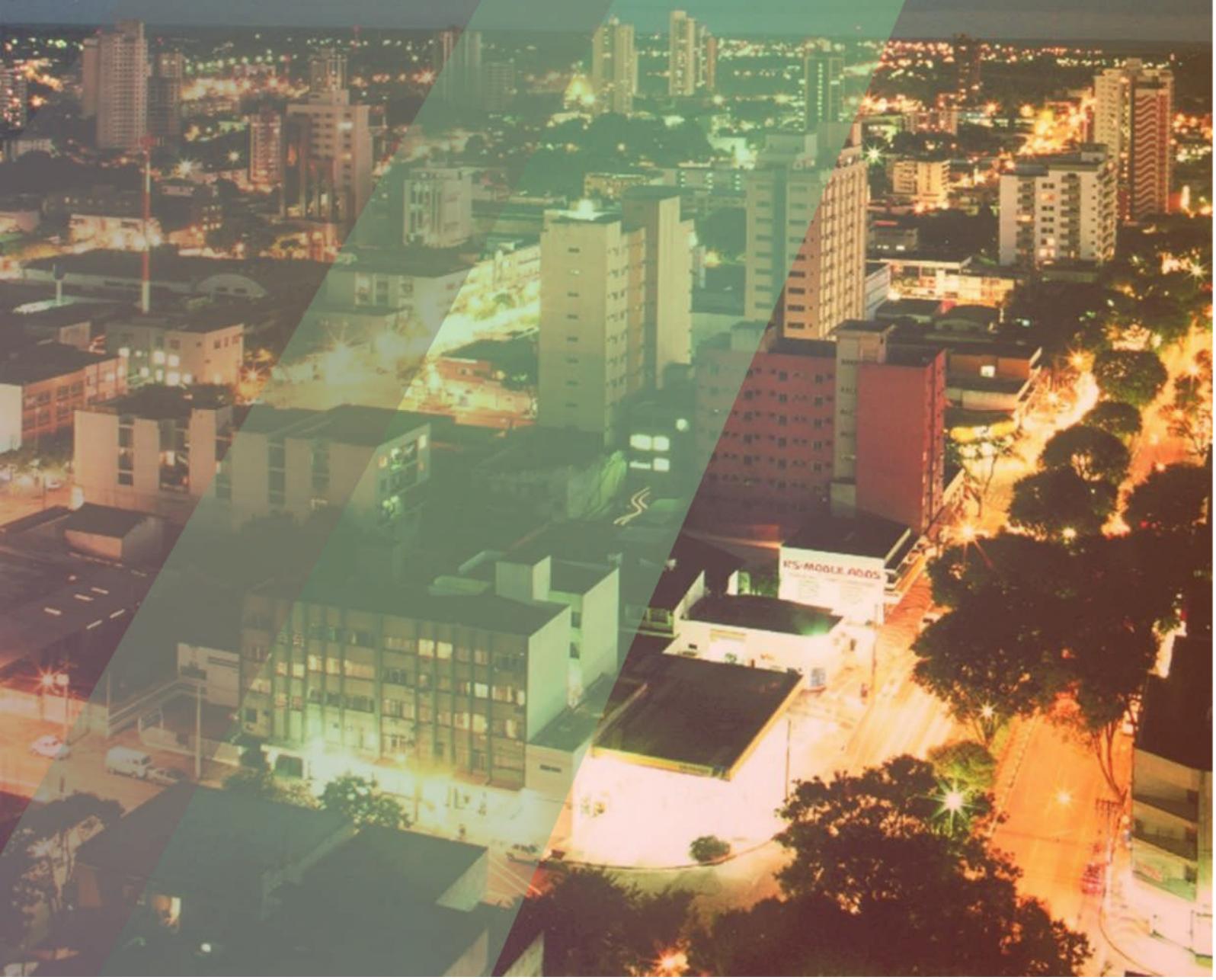
El informe se estructura de la siguiente manera. El capítulo dos proporciona el contexto de la investigación, proveyendo un panorama general de las características y la estructura socioeconómica de las ciudades. Los dos capítulos siguientes describen las tendencias climáticas pasadas que han afectado a la región y presentan proyecciones climáticas futuras. Las vulnerabilidades socioeconómicas se presentan en el capítulo seis, en el que se proporciona el marco para evaluar la vulnerabilidad de la triple frontera a los fenómenos meteorológicos extremos, seguido de una descripción detallada del enfoque de investigación para construir el Índice de Vulnerabilidad Urbana, el cual fue desarrollado con distintos indicadores. Luego, explora empíricamente las dimensiones de la vulnerabilidad, lo que permitió la identificación de los aspectos más vulnerables y de los aspectos menos vulnerables de las tres ciudades. En el mismo capítulo y para examinar más profundamente la situación actual de la región de la triple frontera, se presenta el análisis cualitativo. Se centra en cuáles son los problemas actuales en relación con los fenómenos climáticos extremos. Aquellos que diferentes actores perciben que están sucediendo en la región. El capítulo también presenta las estrategias que las ciudades han adoptado a corto plazo para reaccionar y afrontar el impacto de

eventos climáticos extremos. Además, retrata los planes que las ciudades están emprendiendo para hacer frente a los impactos climáticos futuros. El capítulo finaliza con un examen de la cooperación entre estas 3 ciudades. A esto le sigue una presentación de las diferentes soluciones preliminares propuestas por los diferentes actores. Destaca necesidades importantes, en términos de planificación, aplicación de medidas estructurales y no estructurales y aspectos específicos en los que se puede mejorar la cooperación. Finalmente, las conclusiones se extraen en el capítulo ocho, que ofrece un resumen de los principales resultados y ofrece algunas recomendaciones para la toma de decisiones políticas.

Este estudio fue apoyado por la iniciativa "*Ciudades Resilientes al Clima en América Latina*" apoyada por la *Alianza Clima y Desarrollo (CDKN por sus siglas en inglés)* y el *Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional de Canadá (IDRC por sus siglas en inglés)* y la *Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA)*.

# Background review of the cities

*Revisão histórica das cidades*  
*Revisión histórica de las ciudades*



### 3 Contexto de las ciudades

La región de la triple frontera está situada en la Cuenca del Paraná en la confluencia de dos grandes cursos de agua. El río Paraná establece la frontera entre Ciudad del Este (Paraguay) y Foz do Iguazú (Brasil), mientras que el río Iguazú limita este último con Puerto Iguazú (Argentina). Este último río alberga el mayor conjunto de cataratas del mundo en términos de volumen de agua, las famosas Cataratas del Iguazú. Dadas sus características naturales y geopolíticas, la región es actualmente un importante polo turístico, industrial y comercial para los tres países. Como lo señalan Kleinschmitt, Azevedo y Cardin (2013), una peculiaridad de esta triple frontera es que es esencialmente urbana, intensamente transitada y muy poblada, aunque insertada en el contexto de grandes áreas rurales. Desde el punto de vista cultural, también es un lugar cosmopolita, hogar de unos 80 grupos étnicos, el cual recibe millones de visitantes cada año (PMFI, n.d.; IPEC, 2015).

Históricamente, la región fue habitada por los indígenas Tupi-Guaraní, la colonización europea comenzó en el siglo XVI. La llegada de los colonos y la posterior formación de misiones jesuíticas condujo a una mezcla de culturas que permanece presente, como se puede ver hoy en Paraguay, donde tanto el español como el guaraní son lenguas oficiales. Más tarde, a finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX, la región recibió flujos de población de diversos orígenes. A partir de la década de 1960, la población registró un rápido crecimiento, paralelamente a la expansión de infraestructura, como la construcción del Puente da la Amistad, puente que une Foz do Iguazú y Ciudad del Este, inaugurado en 1965; la carretera BR-277, que conecta Foz do Iguazú con la costa brasileña en 1969; y el Puente Internacional Tancredo Neves, que une Puerto Iguazú y Foz do Iguazú, en 1985 (PMFI, n.d. b; Kleinschmitt, Azevedo y Cardin, 2013; IPEC, 2015,).

Además, la construcción de plantas generadoras de energía en la región contribuyó significativamente con este escenario. Se debe hacer hincapié en la Planta Hidroeléctrica Binacional de Itaipu, la segunda mayor planta hidroeléctrica del mundo y la mayor proveedora de hidroelectricidad en términos de producción

acumulada anual (Itaipu Binacional, n.d.). Su edificación, que comenzó en 1972, involucró a 40.000 trabajadores, generando oleadas de migración hacia el área (PMFI, n.d. b).

El comercio también atrajo flujos de población hacia la región, especialmente en la frontera con Paraguay. A partir de 1991, los flujos comerciales entre los tres países se intensificaron con la creación del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), para el cual la región triangular urbana constituye un importante corredor comercial, al vincular el Pacífico con las costas atlánticas y proporcionar a Paraguay acceso a puertos marítimos.

### **3.1 Foz do Iguazu**

Situada en el extremo occidental del estado brasileño de Paraná, Foz do Iguazu es formalmente la ciudad más antigua de la región de la triple frontera. El municipio fue fundado en 1914, pero recibió su nombre actual cuatro años más tarde. En 1939, el turismo comenzó a cobrar importancia para la economía local, con la fundación del Parque Nacional do Iguazu, que alberga las Cataratas del Iguazú. Durante la década de 1970, la construcción de la represa de Itaipu ha dado lugar a un nuevo ciclo de crecimiento en la ciudad, consolidando el sector industrial y generando un gran incremento poblacional (PMFI, n.d. b).

En 1970, el número de habitantes locales era 33.966, alcanzando 136.352 después de solamente diez años. A lo largo de las décadas siguientes, la población continuó creciendo, alcanzando los 256.088 habitantes en 2010<sup>2</sup>. Desde entonces, las tasas de crecimiento se han desacelerado, estimándose que la población en 2016 alcanzó los 263.915 habitantes (IBGE, n.d.). Mientras que en 1980 las tres cuartas partes de la población eran urbanas (74,47%), hoy casi todo es urbano (99,17%).

En términos económicos, el sector de servicios ocupa la mayor proporción del Producto Interno Bruto (PIB) del municipio, seguido por los sectores industrial

---

<sup>2</sup> Cabe señalar que, según otra investigación realizada entre los dos últimos censos nacionales, la población de Foz do Iguazu alcanzó 311.336 habitantes en 2007 (IBGE, n.d.). La disminución del número de habitantes podría estar asociada, entre otros factores, al fortalecimiento de la fiscalización en la frontera brasileña, que afecta a las actividades de contrabando (Cardin, 2012).

y agrícola (IBGE, n.d.; IPARDES, 2017).

*Tabla 1 - Valor agregado bruto a precios básicos según actividades principales – 2014*

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>VALOR (R\$ 1.000,00)</b>
Agricultura y ganadería	52.992
Industria	3.984.866
Servicios	3.145.911
Administración Pública	1.011.056
Total	8.194.825

Fuente: Cuaderno Estadístico del Municipio de Foz do Iguaçu (IPARDES, 2017, p.23).

El turismo desempeña el papel principal en la ciudad. En el año 2000, Foz do Iguaçu recibió 800.000 visitantes. En 2012, esa cantidad se había más que duplicado, llegando a unos 2 millones (Secretaría Municipal de Turismo, 2017). Foz do Iguaçu es el tercer municipio brasileño más visitado por los extranjeros (Ministerio del Turismo, 2016) y se encuentra entre los 20 destinos más deseados por los turistas brasileños (Ministerio do Turismo, 2012).

### **3.2 Puerto Iguazú**

Puerto Iguazú se encuentra en la provincia de Misiones, Argentina. A pesar de que la explotación maderera y la producción de yerba mate fueron relevantes en la ocupación de la provincia, la fundación de Puerto Iguazú está relacionada con el turismo. Los primeros asentamientos urbanos se iniciaron en 1901, pero recién en 1951 se convirtió en un municipio. Actualmente, la ciudad es una de las más importantes de Misiones, en la que 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. 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).

Además del intenso flujo de turistas, el municipio también ha presentado un aumento de población en las últimas décadas. Según el Censo Nacional

2010, Puerto Iguazú fue uno de los municipios con mayor crecimiento poblacional en relación a 2001. Su tasa de crecimiento del 33,7% contrasta con los promedios provinciales y nacionales del 14,1% y 10,6% respectivamente (IPEC, 2015). En ese año, la población del municipio era de 42.849 habitantes<sup>3</sup>. Al igual que en Foz do Iguazú, casi toda esta población es urbana (96%) (IPEC, n.d.). La proyección poblacional de Puerto Iguazú para 2020 es de 58.760 habitantes (IPEC, n.d. b).

### 3.3 Ciudad del Este

Como municipio más joven de la región triangular, Ciudad del Este fue fundada en 1957, adoptando su nombre actual en 1989. Es la capital del departamento de Alto Paraná. La ciudad se desarrolló principalmente a través del comercio, recibiendo un impulso con la construcción del Puente de la Amistad (DAP, 2014) y el establecimiento de regímenes comerciales de bajos impuestos o libres de ellos, que atrajeron contingentes de población de Paraguay y el extranjero, de inmigrantes de China y Oriente Medio (Rabossi, 2004). La ciudad rápidamente se convirtió en un polo de comercio internacional, con énfasis en el comercio de productos tecnológicos asiáticos. En este sentido, el turismo de compras es el motor principal de la economía local. Su flujo comercial ha sido señalado como el tercero más grande del mundo, tras Miami y Hong Kong (Dreyfus, 2005; Rabossi, 2004)<sup>4</sup>.

Ciudad del Este es actualmente la segunda ciudad más poblada de Paraguay, sólo detrás de la capital del país, Asunción. También es la más poblada de la triple frontera, habiendo mantenido altas tasas de crecimiento de la población durante las últimas décadas. El municipio tenía 281.422 habitantes en 2012, casi 24% más que en 2000 (DGEEC, 2015). Se prevé que este número superará los 300.000 antes del 2020. Las Naciones Unidas (ONU) proyectan que

---

<sup>3</sup> Es importante señalar que los datos proporcionados por los actores locales entrevistados por el proyecto indican un mayor número de habitantes que los oficiales registrados en el censo.

<sup>4</sup> Rabossi (2004), sin embargo, problematiza esta información: aunque la misma se encuentra en varios trabajos sobre la región, el autor indica la falta de datos precisos sobre los números de la economía de la ciudad.

Ciudad del Este estará entre las diez ciudades de más rápido crecimiento en América Latina para el 2030 (UN, 2015).

Por lo tanto, vale la pena destacar las interrelaciones que estas tres ciudades han desarrollado, conformando una dinámica de frontera particular que transpone los límites nacionales (Kleinschmitt, Azevedo y Cardin, 2013). Como se discutirá en la sección 5, aunque cada ciudad tiene su propia configuración institucional, varios acuerdos han fomentado la cooperación entre ellos a lo largo del tiempo. Sin embargo, los reglamentos y leyes a nivel nacional influyen en cómo las situaciones se manejan a nivel local, ya sea en favor de la cooperación, como en Mercosur, o en contra de ella, como en las regulaciones de flujos fronterizos, dadas las cuestiones legales y de seguridad como se describe en la secuencia.

### **3.4 Desafíos actuales en la región**

A pesar de su relevancia económica, el rápido e intenso crecimiento de la región también ha generado problemas, sumándose a los ya existentes. La creación de empleo, por ejemplo, no ha sido suficiente para mantenerse al ritmo del crecimiento de la población, causando desempleo. Según lo informado por el Municipio de Foz do Iguaçu, esto ha dado lugar a una gran economía informal, así como a tugurios extensos. También se han ejercido más presiones en sectores clave, como la salud, la educación y la seguridad pública (PMFI, n.d. b).

En cuanto a la seguridad y el estado de derecho, las prácticas ilegales y clandestinas, como el contrabando, el narcotráfico y el tráfico de armas, se han vuelto comunes en la región fronteriza entre Foz do Iguaçu y Ciudad del Este (Cardin, 2012). Además, ha habido sospechas de actividades relacionadas con el terrorismo en la zona (Rabossi, 2004; Dreyfus, 2005).

El crecimiento urbano no planificado también ha provocado problemas de infraestructura, intensificados por el intenso flujo de turistas. Massukado y Teixeira (2006) indican la necesidad de inversiones en infraestructura turística en Foz do Iguaçu. Gandara, Souza y Lacay (2011) señalan que, si bien hay un gran potencial turístico de la ciudad, no existe un incentivo organizativo para

desarrollar otras atracciones locales, lo que podría contribuir al desarrollo de la región.

Por otra parte, se han reportado amenazas a la principal atracción turística de la región, las Cataratas del Iguazú. Ambos parques nacionales que acogen las cataratas en Argentina y Brasil son reconocidos por la Unesco como Patrimonio de la Humanidad desde 1984 y 1986, respectivamente. Sin embargo, el área ha sido sometida a la presión de la tierra, poniendo en riesgo la colección biológica que alberga (Ortiz, Motta y Ferreira, 2000). La expansión de la agricultura se señala como la principal causa de fragmentación y degradación de los bosques en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, engendrando la mayor amenaza a la biodiversidad de la eco-región. Otras causas incluyen la construcción de infraestructuras como represas y caminos, cacería ilegal, explotación forestal no sostenible y ocupación ilegal por parte de los sin tierra (Di Bitetti et al., 2003).

El avance de la agricultura junto con las cuestiones ambientales y de la tierra también ha sido reportado entre las comunidades indígenas. En Paraguay, el Censo Nacional de Población y Vivienda para Pueblos Indígenas (DGEEC, 2015b) indica problemas de tenencia en la región de Ciudad del Este, incluyendo la apropiación de tierras por agroempresarios o ganaderos. Otros problemas señalados por las comunidades son la violencia y las dificultades relacionadas con los recursos naturales, como la reducción de animales salvajes, la fumigación con agroquímicos y la contaminación de los cursos de agua.

Todas estas cuestiones se agravan con los envates del tiempo como lo son los eventos climáticos extremos. El siguiente capítulo presenta las tendencias del clima en la región de la triple frontera.

An aerial photograph of a city featuring a prominent concrete bridge with multiple piers crossing a wide, brownish river. The surrounding area includes green spaces, trees, and various buildings, including a large multi-story structure in the upper left. A large, semi-transparent green diagonal shape is overlaid on the right side of the image, extending from the top right towards the bottom left.

Past Climate trends

*Tendências climáticas do passado*

*Tendencias climaticas del pasado*

## 4 Tendencias climáticas pasadas

### 4.1 Clima y fenómenos meteorológicos extremos en la región de la triple frontera

Este capítulo trata de analizar ocurrencias de fenómenos climáticos extremos y las últimas tendencias climáticas en la región de triple frontera. Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos analizados en este capítulo son: (i) precipitaciones intensas o extremas, (ii) vientos fuertes, (iii) granizadas, (iv) olas de calor, (v) olas de frío, (vi) inundaciones, (vii) y sequías.

Algunas de las principales fuentes de riesgo para la sociedad humana son las condiciones meteorológicas extremas (Stephenson 2008). El cambio climático representa un desafío significativo, ya que conduce a variaciones en la frecuencia, intensidad, extensión espacial, duración y momento de estos eventos extremos (Seneviratne et al. 2012). Además, el crecimiento rápido y no planificado de la población en las zonas urbanas, sumado a la inadecuada infraestructura, nos han hecho potencialmente más vulnerables a estos eventos que en el pasado (Stephenson 2008).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define un fenómeno climático extremo como *“la ocurrencia de una variable meteorológica por encima (o por debajo) de un valor umbral cerca de los extremos superiores o inferiores del rango de valores observados de la variable”* (Allan Lavell et al. 2012). Sin embargo, algunos eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, que pueden afectar las actividades humanas, pueden ser el resultado de un conjunto de fenómenos climáticos no extremos. Además, hay algunos fenómenos meteorológicos o climáticos que pueden conducir a condiciones extremas o desastres incluso si no son extremos en un sentido estadístico (Seneviratne et al. 2012). Sin embargo, los eventos extremos son a menudo, pero no siempre asociados con los desastres. La asociación depende de la exposición y vulnerabilidad del área de ocurrencia del evento (Allan Lavell et al. 2012).

Para analizar fenómenos meteorológicos extremos en la región de la triple frontera, se utilizaron datos de dos estaciones meteorológicas localizadas en la región:

(1) "Estación Meteorológica Ciudad del Este" ubicada en Ciudad del Este, Paraguay (Figura A 1 - Tabla A 1), y (2) "Estación Meteorológica Iguazú Aero " ubicada en Puerto Iguazú, Argentina (Figura A 2 – Tabla A 2). Con respecto a los datos meteorológicos de Foz do Iguazu, hemos analizado todos los datos disponibles en la Plataforma HidroWeb de la Agencia Nacional del Agua de Brasil. Hemos encontrado algunos datos históricos de precipitación y sólo un corto período de datos de temperatura. Comparando estos datos entre sí y entre los datos disponibles en Paraguay y Argentina no encontramos correlación y un montón de puntos faltantes. Por estas razones hemos optado por no utilizar datos de esta ciudad por ser de baja calidad.

## 4.2 Clima pasado y eventos climáticos extremos

### 4.2.1 Precipitaciones intensas

La ocurrencia de fuertes episodios de precipitación ha llevado a menudo a inundaciones urbanas y fluviales en la región de la triple frontera. Estos eventos de inundación afectan la calidad de vida de las personas o pueden causar la pérdida de vidas humanas y con frecuencia causan enormes impactos económicos. Dado que hay grandes variaciones en los patrones de precipitación en todo el mundo, no es posible proporcionar una definición única de precipitación intensa que sea adecuada para todas las regiones (TT-DEWCE 2016).

La Sociedad Meteorológica Americana en su Glosario de Meteorología define una lluvia intensa como una "*lluvia con una tasa de acumulación que excede un valor específico que es geográficamente dependiente*" (American Meteorological Society 2012). Además, cuando se considera que un evento de precipitación es extremo, se relaciona con uno de los dos enfoques siguientes: (1) se considera que un evento de precipitación es extremo cuando se excede cierto límite que tiene cierto impacto asociado, o (2) un evento de precipitación se considera extremo debido a su poca frecuencia. En este caso, suelen usarse los percentiles, y comúnmente se considera a los eventos de precipitación extrema por encima de los percentiles 90, 95, y 99. (TT-DEWCE 2016).

El enfoque adoptado en este estudio para definir eventos de precipitación extrema sobre la región de triple frontera es el percentil 90 en términos de precipitación

diaria. Además, se analizó la ocurrencia de eventos anuales de máxima precipitación y, para determinar el período de ocurrencia, se realizó un análisis estacional. En este análisis, se utilizaron estaciones meteorológicas, es decir, primavera: septiembre, octubre y noviembre; verano: diciembre, enero y febrero; otoño: marzo, abril y mayo; y el invierno: junio, julio y agosto.

#### **4.2.2 Estación meteorológica Ciudad del Este**

Para definir eventos de precipitación extrema se utilizó el registro histórico de la precipitación diaria de esta estación meteorológica. Estos datos fueron informados por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil de Paraguay (DMH/DINAC). El período de análisis abarcó 41 años de datos, entre 1966 y 2006. Se analizó la cantidad anual de precipitación a lo largo de los años y durante este período la precipitación anual media fue de 1.795 mm/año. Además, se estimó una tendencia positiva de la precipitación anual, lo que indica que la cantidad de precipitación está aumentando a lo largo de los años (Figura 1).

La Figura 1 y la Figura 2 muestran la cantidad anual de precipitaciones en la Estación Meteorológica de Ciudad del Este (1966-2006) y en la Estación Meteorológica Aeropuerto Guarani ubicada en la vecina ciudad de Minga Guazú (1998-2015). Esta última estación meteorológica se utilizó para observar las tendencias recientes, ya que tiene datos hasta 2015. Los años con una baja cantidad de precipitación coinciden con eventos de sequía, es decir, 1967-1968, 1978-1979, 2000 y 2008. En contraste, los años con un aumento en la precipitación coinciden con los eventos de inundaciones, es decir, 1983, 1990, 1998 y 2014.

La precipitación diaria máxima anual a lo largo de los años se puede observar en Figura 3. Asimismo, se detectó una tendencia positiva en la intensidad de la precipitación diaria máxima anual. La mayor cantidad de precipitación registrada es de 213.80 mm el 20 de mayo de 1997. Históricamente, estos eventos se han producido principalmente en verano, seguido de otoño, primavera e invierno, Figura A 3.

Para definir eventos extremos de precipitación, se determinó el percentil 90 del registro histórico. Este percentil es de 41,98 mm/d y, en este sentido, se detectaron 475 eventos extremos. Además, también se observó una tendencia positiva en el

número de eventos extremos diarios a través de los años, lo que indica que estos eventos son cada vez más frecuentes (Figura A 4). Históricamente, estos eventos se han producido principalmente en la primavera, seguido por el verano, el otoño y el invierno, Figura A 5.

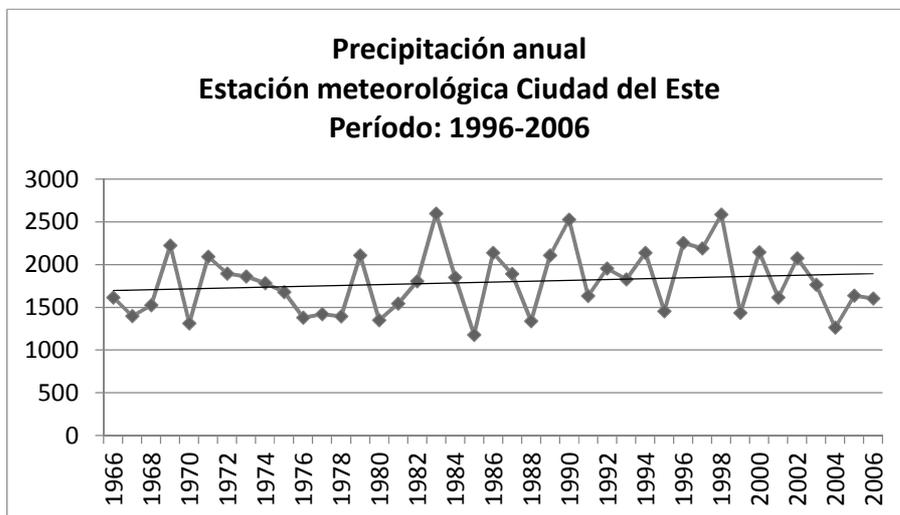


Figura 1. Precipitación anual. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

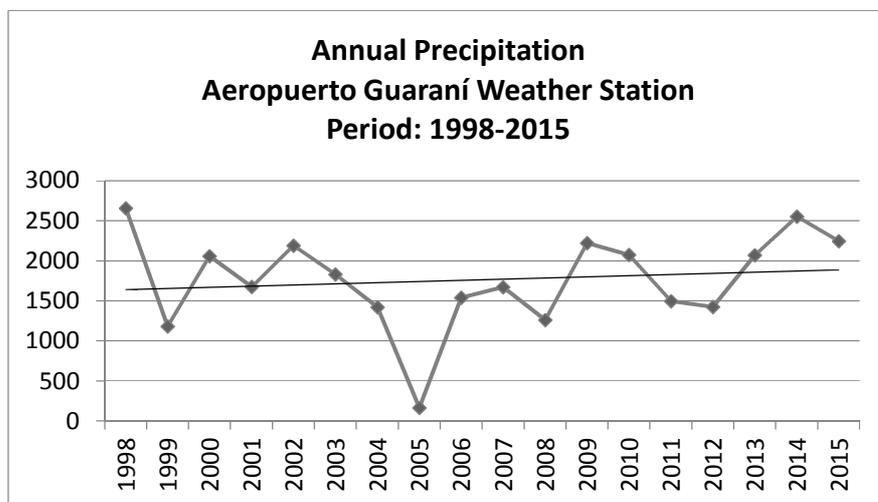


Figura 2. Precipitación anual. Estación Meteorológica Aeropuerto Guaraní. Minga Guazú.

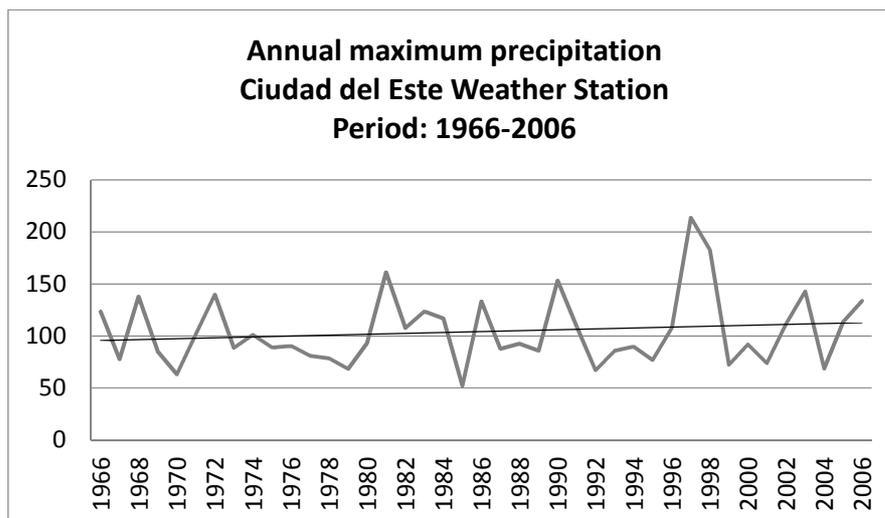


Figura 3. Dato anual de precipitación máxima diaria. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

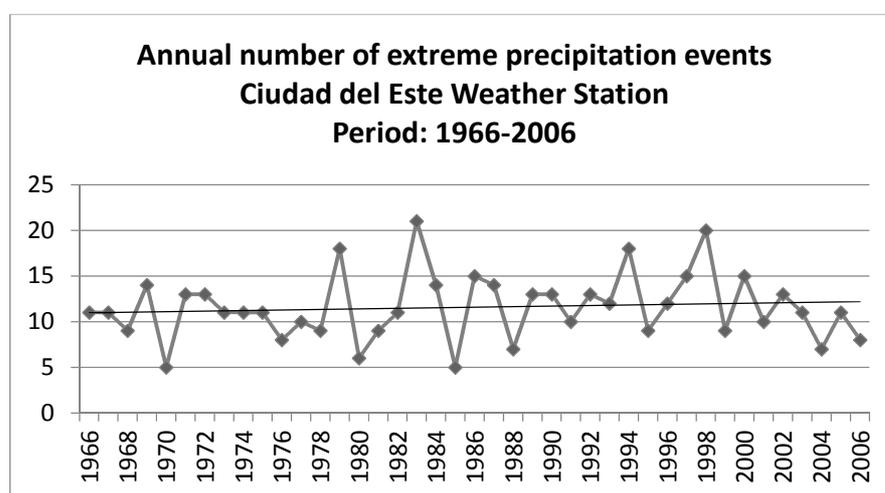


Figura 4. Número anual de eventos de precipitación extrema. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

#### 4.2.3 Estación Meteorológica Iguazú Aero

Con el fin de analizar los eventos de precipitación en la región de la triple frontera, también se utilizaron los datos de precipitación diaria de esta estación meteorológica. Estos datos fueron proporcionados por el Centro Regional de Clima para el Sur de Sudamérica (CRC-SAS). El período de análisis abarcó 48 años, entre 1969 y 2016. Durante este período, la precipitación media anual fue de 1.892 mm/año. Además, se detectó una tendencia positiva en la precipitación anual, lo que indica un aumento en la cantidad de lluvia a lo largo de los años (Figura 5).

Al analizar la máxima precipitación diaria en cada año, también se percibió una tendencia positiva (Figura 6). La mayor cantidad de precipitación registrada fue de 188

mm el 30 de abril de 2014, pocos días antes del incremento más rápido de la corriente en el río Iguazú. Históricamente, estos acontecimientos se han producido principalmente en otoño, seguido por el verano, el invierno y la primavera (Figura A 4).

El percentil 90 del registro histórico en esta estación corresponde a 44 mm/d, produciendo 517 eventos extremos en 48 años. Así como en la Estación Meteorológica de Ciudad del Este, se observa una tendencia positiva en el número de eventos extremos diarios (Figura 7). Históricamente, estos eventos se han producido principalmente en la primavera, seguido por el verano, el otoño y el invierno (Figura A 6).

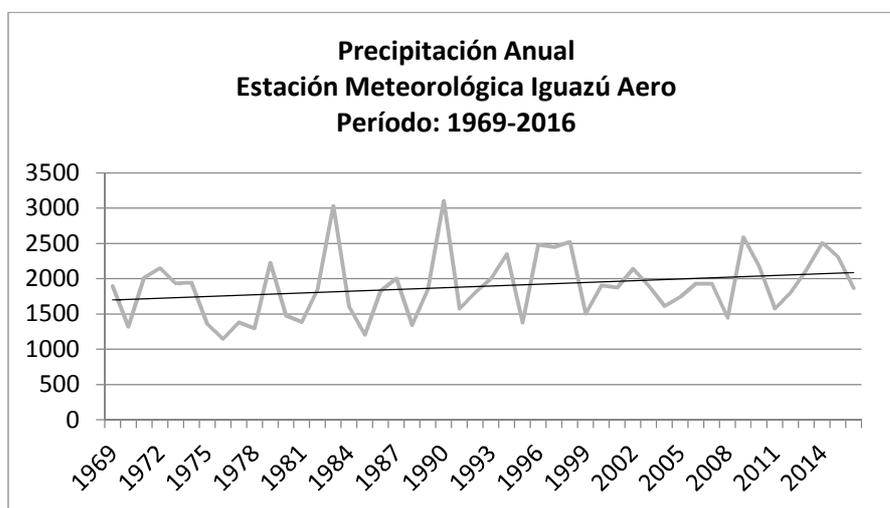


Figura 5. Precipitación Anual. Aero Estación Meteorológica Iguazú

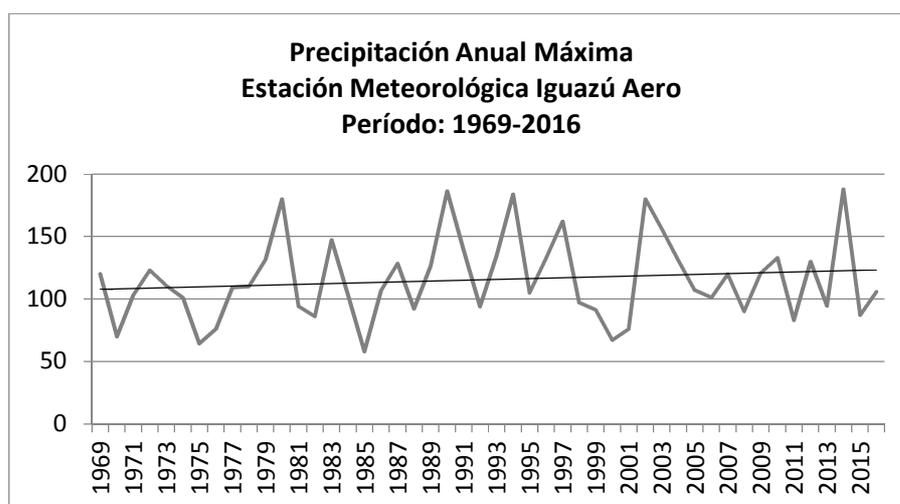


Figura 6. Precipitación máxima anual a lo largo de los años. Aero Estación Meteorológica Iguazú.

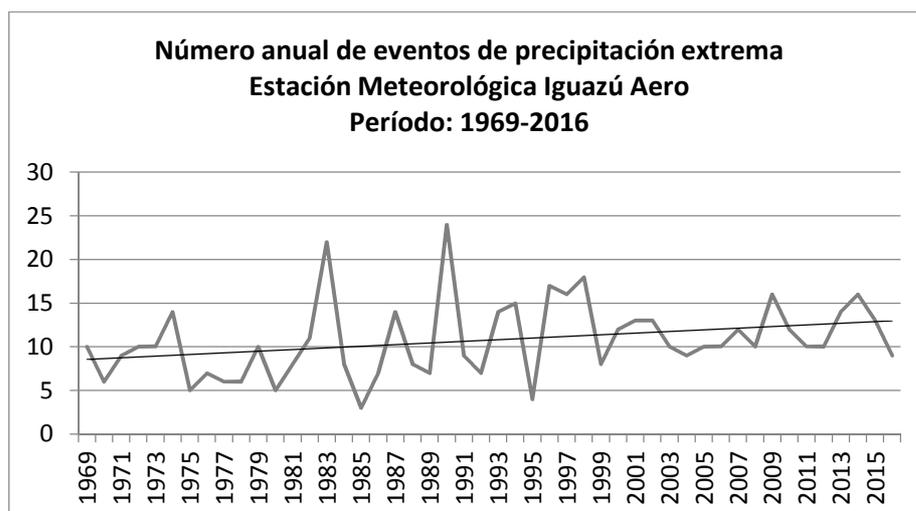


Figura 7. Número anual de precipitaciones extremas sobre Puerto Iguazú. Estación Meteorológica Iguazú Cataratas.

#### 4.2.4 Síntesis de resultados

Dados los resultados obtenidos en ambas estaciones meteorológicas, se puede concluir que la cantidad anual de precipitación sobre la región de la triple frontera está aumentando a lo largo de los años. Además, la precipitación diaria máxima anual también está aumentando, lo que indica que los episodios de precipitación son cada vez más intensos (Tabla 2). Finalmente, un evento de precipitación diaria extrema sobre la región de triple frontera corresponde a un nivel de precipitación diaria (24 horas) por encima de 41,98 mm.

Alrededor de 500 eventos extremos se detectaron en cada estación meteorológica durante el período de estudio. Además, el número anual de estos eventos está aumentando a lo largo de los años, mostrando un aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa en esta región.

Tabla 2. Resumen de los resultados del análisis de datos de precipitación.

<b>Lluvias intensas</b>				
<b>Estación Meteorológica</b>	<b>90° Percentil (mm/día)</b>	<b># de eventos extremos</b>	<b>Máximo Histórico (mm/día)</b>	<b>Precipitación media anual (mm/año)</b>
Ciudad del Este (1966- 2006)	41.98	476	213.80	1,795
Iguazú Aero (1969-2016)	44.00	517	188.00	1,892

#### **4.2.5 Vientos fuertes**

Los fuertes vientos han afectado la región de la triple frontera a lo largo de los años, causando principalmente daños a la frágil infraestructura y, consecuentemente, pérdidas de vidas humanas e impactos económicos. Por otra parte, por lo general estos fuertes vientos hacen que los árboles caigan afectando los medios de subsistencia humanos y los sistemas de provisión de energía.

Es importante resaltar que la región de la triple frontera se encuentra dentro de un área reconocida como propensa a tormentas eléctricas severas, incluyendo granizo, vientos dañinos y también la ocurrencia de tornados (Brooks, et al., 2003; Nascimento & Doswell III, 2005; Silva Dias, 2011). Además, la cuenca del Plata, dentro de la cual se encuentra la región de triple frontera, se caracteriza por potenciales tornados F3 (158-206m/h) o tornados F4 (207-260m/h) en la Escala Fujita (Fujita 1973). Los eventos de tornado en el sur de Brasil se han producido principalmente en primavera y verano (Silva Dias 2011), por lo que es esencial prestar especial atención en estas estaciones a posibles eventos futuros.

Por otra parte, se reportó un aumento en el número de relatos de tornados en el sur de Brasil desde el siglo XX. Una de las posibles causas de este aumento desde 1970 podría ser un cambio abrupto en los patrones de lluvias que ocurrieron en esta región en ese momento, como resultado del calentamiento global (Silva Dias 2011).

#### **4.2.6 Granizadas**

Se requieren instrumentos meteorológicos para medir los eventos de granizo en la región de triple frontera, por lo que para determinar la ocurrencia de estos eventos se utilizó la información disponible en varios periódicos y sitios web para cada país. En particular, se utilizaron los informes de observadores voluntarios disponibles en el sitio web del Servicio Meteorológico Argentino para determinar el número de granizadas sobre Puerto Iguazú. Asimismo, para determinar estos hechos en Foz do Iguazú se utilizó el Sistema de Información de la Defensa Civil del Gobierno del Estado de Paraná.

Los eventos de granizo no ocurren con alta frecuencia sobre la región de la triple frontera, pero cuando ocurren causan generalmente muchos daños,

principalmente debido a la frágil infraestructura que caracteriza a algunos barrios de la región. Típicamente, estos eventos duran sólo unos pocos minutos (entre 5 y 15 minutos) y el diámetro de los granizos puede variar aproximadamente entre 1 y 5 cm.

En 2015 hubo una granizada (Tabla 3), este evento comenzó alrededor de las 7 p.m. en Ciudad del Este y sólo duró aproximadamente 15 minutos, pero fue suficiente para destruir autos y viviendas. San Rafael, Fátima, Obrero y los barrios de San Roque fueron los más dañados. Alrededor de 6.000 viviendas resultaron dañadas debido a la tormenta, principalmente por el granizo, a lo largo de Alto Paraná y del departamento de Canindeyú en Paraguay. Igualmente, este evento dejó miles de víctimas en Foz de Iguazú. El barrio de Porto Meira fue el más dañado, donde el 95% de las viviendas fueron afectadas. Después de este evento, un estado de emergencia fue declarado por la Prefectura de Foz do Iguazú, porque al menos 60.000 personas fueron afectadas. Del mismo modo, en Puerto Iguazú, el evento duró alrededor de 6 minutos y destruyó numerosas casas y autos.

*Tabla 3. Tormentas de granizo sobre la región de la triple frontera.*

<b>Evento</b>	<b>Fecha</b>	<b>Ciudad afectada</b>	<b>Referencia</b>
Evento N°1	19/Junio/1994	Foz do Iguaçu	Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil.
Evento N°2	20/Noviembre/2000	Foz do Iguaçu	Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil.
Evento N°3	07/Agosto/2008	Foz do Iguaçu	Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil.
Evento N°4	11/Septiembre/2008	Foz do Iguaçu	Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil.
Evento N°5	29/ Agosto/2011	Foz do Iguaçu	Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil.
Evento N°6	29/Octubre/2011	Puerto Iguazú	Plataforma de Observadores Voluntarios - Servicio Meteorológico Argentino
Evento N°7	29/ Agosto/2012	Puerto Iguazú	Plataforma de Observadores Voluntarios - Servicio Meteorológico Argentino
Evento N°8	07/ Noviembre/2014	Puerto Iguazú	Periodicos.
Evento N°9	20/ Noviembre/2014	Ciudad del Este	Periodicos.
Evento N°10	07/Septiembre /2015	Foz do Iguaçu Puerto Iguazú Ciudad del Este	Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil. Plataforma de Observadores Voluntarios - Servicio Meteorológico Argentino
Evento N°11	19/Septiembre/2015	Ciudad del Este	Periodicos.
Evento N°12	15/Octubre/2015	Foz do Iguaçu Puerto Iguazú	Periodicos.
Evento N°13	10/Noviembre/2015	Puerto Iguazú	Plataforma de Observadores Voluntarios - Servicio Meteorológico Argentino
Evento N°14	19/Agosto/2016	Puerto Iguazú	Plataforma de Observadores Voluntarios - Servicio Meteorológico Argentino

Fuente: Gobierno del estado de Paraná – Defensa Civil, n.d.; Plataforma del Servicio Meteorológico Argentino, n.d.; y diversos periódicos.

#### **4.2.7 Olas de calor**

Una ola de calor se puede definir como un período prolongado de temperaturas por encima de la normal en un área geográfica específica. Por lo tanto, no existe una

definición universalmente aceptada que establezca límites para temperaturas y períodos de tiempo (Yagüe et al. 2006). Según el vocabulario Meteoterm de la OMM (Organización Meteorológica Mundial), una ola de calor es un fenómeno meteorológico extremo con un calentamiento marcado del aire, o la invasión de un aire muy caliente, en un área extensa; por lo general dura de unos días a unas pocas semanas (TT-DEWCE 2016). Además, en el glosario del IPCC, una ola de calor se define como un período de tiempo anormalmente caluroso (IPCC 2012).

El Equipo de Tareas sobre Definiciones de Eventos Climáticos Extremos de la Organización Meteorológica Mundial recomienda utilizar una definición práctica y cualitativamente orientada de una ola de calor. Por lo tanto, una ola de calor se define como un clima caliente inusual (máximo, mínimo y promedio diario) en una región que persiste por lo menos dos días consecutivos durante el período caliente del año basado en condiciones climatológicas locales, con condiciones térmicas registradas por encima de umbrales dados (TT-DEWCE 2016). Es importante mencionar que las temperaturas máximas y mínimas diarias son preocupantes ya que los períodos prolongados con altas temperaturas mínimas pueden ser devastadores ya que la gente no puede obtener alivio. Del mismo modo, existe una vasta literatura que examina la relación entre las olas de calor y la salud, que considera otras variables climáticas como la velocidad del viento, la radiación, la humedad, entre otras (Organización Meteorológica Mundial y Organización Mundial de la Salud, 2015).

En cuanto a la región de la triple frontera, la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil del Paraguay (DMH/DINAC) define una ola de calor como un período de al menos 3 días consecutivos sin lluvia, con temperaturas máximas por encima del percentil 95 de temperaturas máximas y con temperaturas mínimas por encima de ciertos umbrales, dependiendo de la localidad (UNDP Paraguay 2017).

El Servicio Meteorológico Nacional de Argentina (SMN) define una ola de calor como un período prolongado de temperaturas excesivamente cálidas, en las que los valores máximo y mínimo están por encima de ciertos umbrales definidos para cada ubicación durante al menos 3 días. Los umbrales utilizados por el SMN son el percentil 90 de temperaturas máximas y mínimas entre octubre y marzo de cada año ( Servicio Meteorológico Nacional de Argentina n.d.).

Además, para definir eventos de ondas de calor la SMN realizó un análisis en

Argentina. Sólo definen olas de calor en la zona Centro y Noreste de este país utilizando el percentil 90 de las temperaturas máximas y mínimas entre octubre y marzo de 1961-2010. Específicamente, en Puerto Iguazú, el percentil 90 de temperaturas mínimas fue de 22 °C, y la temperatura máxima fue de 34 °C. Los eventos de ola de calor detectados en este estudio ocurrieron principalmente en febrero y duraron regularmente 3 días ( Servicio Meteorológico Nacional n.d.).

En contraste, no existe una definición específica de las olas de calor en Brasil. El Instituto Nacional de Meteorología de este país define una ola de calor como un período de tiempo desagradable y extremadamente caliente que puede durar días o semanas (Instituto Nacional de Meteorología (INMET) n.d.).

Por otra parte, en la Clasificación Brasileña y Codificación de Desastres (COBADRE), una ola de calor se define como un período prolongado desagradable y excesivamente cálido, donde las temperaturas son superiores a un valor normal para una región específica en una época específica del año. Por lo general, se adopta un período de al menos tres días con temperaturas superiores a 5 °C de los valores máximos medios (Superintendencia de Protección y Defensa Civil de Brasil n.d.). El Gobierno del Estado de Paraná define una ola de calor como un período de tiempo con temperaturas máximas por encima de la media habitual para un lugar y tiempo específicos (Gobierno del Estado de Paraná n.d.).

Con el fin de definir los eventos de ola de calor en la región de la triple frontera, se utilizaron los datos de las mismas estaciones meteorológicas que utilizamos en la evaluación de eventos de precipitación intensa. Además, estos datos se evaluaron utilizando los enfoques propuestos por DMH/DINAC y SMN para comparar y contrastar sus resultados.

#### **4.2.8 Estación Meteorológica Ciudad del Este**

Para definir los eventos de ola de calor en la región de la triple frontera, se utilizaron los datos máximos y mínimos diarios de temperatura de la Estación Meteorológica de Ciudad del Este (Figura A 1 - Tabla A 1). El historial de temperatura máxima diaria disponible en esta estación meteorológica incluye 14.975 días, desde el 01 de enero de 1966 hasta el 31 de diciembre de 2006, y sólo hay 2 puntos de datos faltantes.

En la Tabla 4 se puede observar el valor máximo anual de las temperaturas máximas a lo largo de los años. El mayor valor registrado fue de 40,2 °C el 9 de diciembre de 1985. Además, los valores más altos de temperaturas máximas registradas para cada año muestran una tendencia creciente a lo largo del tiempo (Figura 8).

Estas temperaturas máximas anuales han ocurrido entre septiembre y marzo, cubriendo primavera y verano (Figura A 7 - Figura A 9). En 1974, 1981 y 1991 los valores más altos de temperatura máxima se registraron más de una vez en diferentes meses. En 1974, los mayores valores anuales se registraron en noviembre y diciembre. En 1981, en febrero y marzo y, en 1991, en enero y noviembre.

*Tabla 4. Temperaturas máximas diarias a lo largo de los años. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.*

<b>Año</b>	<b>Temperatura Máxima Diaria (°C)</b>	<b>Año</b>	<b>Temperatura Máxima Diaria (°C)</b>	<b>Año</b>	<b>Temperatura Máxima Diaria (°C)</b>
1966	37	1980	37	1994	37
1967	38.4	1981	36	1995	37.2
1968	37.5	1982	36	1996	35.6
1969	37.4	1983	35.2	1997	37
1970	37.4	1984	36	1998	36.8
1971	37.6	1985	40.2	1999	38
1972	36.8	1986	37.4	2000	36.6
1973	38.6	1987	36.4	2001	36.5
1974	35.4	1988	38	2002	37.4
1975	37	1989	35.6	2003	38.4
1976	36	1990	37	2004	39
1977	38	1991	36.5	2005	39.6
1978	38	1992	36.5	2006	38
1979	38.8	1993	37.8		

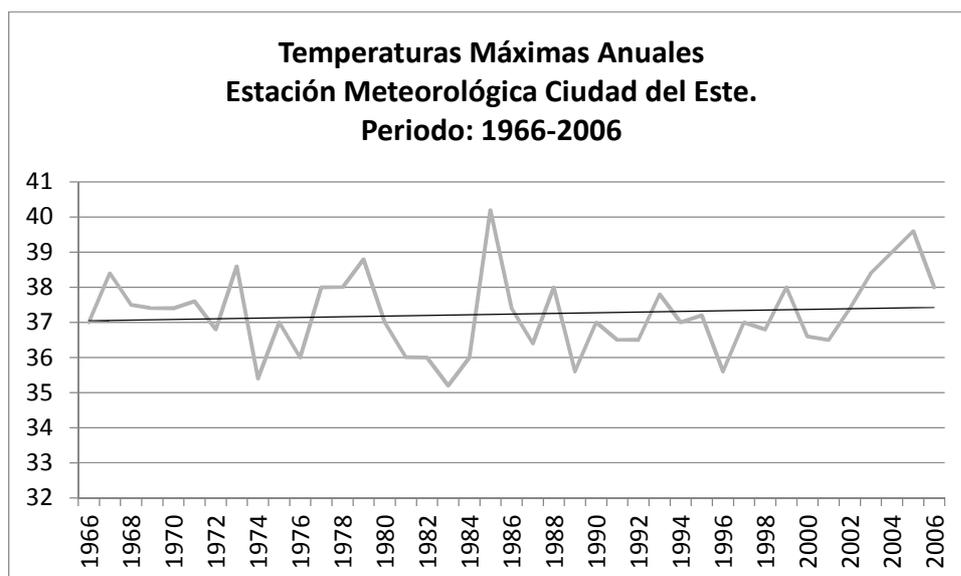


Figura 8. Temperaturas máximas anuales. Estación Meteorológica Ciudad del Este.

#### 4.2.9 Enfoque propuesto por DMH/DINAC

Utilizando la definición proporcionada por DMH/DINAC, el primer paso consistió en seleccionar los períodos de tiempo en los que se sobrepasó el umbral durante al menos 3 días consecutivos. Este umbral es el percentil 95, que es 34.8 °C en este conjunto de datos. En el segundo paso, se estudió la ocurrencia de precipitación durante estos períodos. Finalmente, los períodos de tiempo que duraron al menos 3 días consecutivos sin precipitación fueron considerados como eventos de ola de calor y se analizaron sus temperaturas mínimas. Se estimó que hubo 60 eventos registrados entre 1966 y 2006 (Tabla A 9).

#### 4.2.10 Enfoque propuesto por SMN

Para calcular los eventos de ola de calor utilizando el enfoque propuesto por SMN, se calculó el percentil 90 de las temperaturas máximas y mínimas utilizando datos diarios entre octubre y marzo del registro histórico (1966-2006). El percentil 90 de las temperaturas máximas es de 34,8 °C y de las temperaturas mínimas de 23,5 °C. Los períodos de tiempo de al menos 3 días consecutivos que superaron simultáneamente estos umbrales fueron considerados como eventos de olas de calor. Finalmente, 21 eventos de olas de calor fueron detectados durante el período de estudio (Tabla A 10).

#### 4.2.11 Estación Meteorológica Iguazú Aero

Para definir los eventos de ola de calor en la región de triple frontera se utilizó el registro histórico de temperaturas máximas y mínimas diarias disponibles en la Estación Meteorológica de Iguazú Aero (Figura A 2 y Tabla A 2). El período de tiempo incluye 17.533 días, desde el 01 de enero de 1969 hasta el 31 de diciembre de 2016.

En la Tabla 5, se puede observar el valor máximo anual de las temperaturas máximas a lo largo de los años. La Figura 9 muestra una tendencia positiva, que indica un aumento en el valor más alto de las temperaturas máximas registradas cada año. Además, el valor más alto registrado fue de 40 °C el 19 de diciembre de 1985.

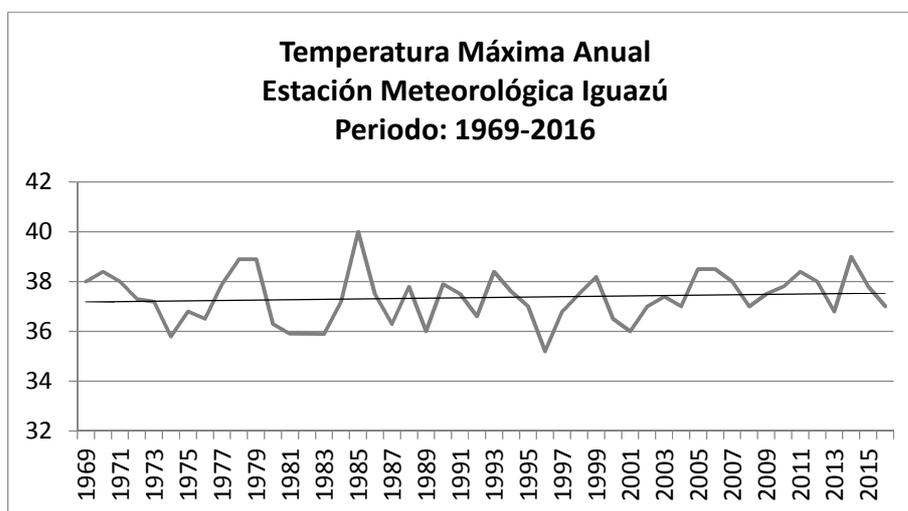


Figura 9. Temperaturas máximas anuales. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Tabla 5. Temperatura máxima anual sobre Puerto Iguazú. Estación Aereo Meteorológica de Iguazú.

Año	Temperatura máxima diaria (°C)	Año	Temperatura máxima diaria (°C)	Año	Temperatura máxima diaria (°C)
1969	38	1985	40	2001	36
1970	38.4	1986	37.5	2002	37
1971	38	1987	36.3	2003	37.4
1972	37.3	1988	37.8	2004	37
1973	37.2	1989	36	2005	38.5
1974	35.8	1990	37.9	2006	38.5
1975	36.8	1991	37.5	2007	38
1976	36.5	1992	36.6	2008	37
1977	37.9	1993	38.4	2009	37.5
1978	38.9	1994	37.6	2010	37.8
1979	38.9	1995	37	2011	38.4
1980	36.3	1996	35.2	2012	38
1981	35.9	1997	36.8	2013	36.8
1982	35.9	1998	37.5	2014	39
1983	35.9	1999	38.2	2015	37.8
1984	37.2	2000	36.5	2016	37

Los eventos anuales de temperaturas máximas ocurrieron entre septiembre y marzo, cubriendo principalmente el verano y la primavera (Figura A 8 y Figura A 10). En 1969, 1980, 1981, 1989, 2005 y 2016 se registraron más de una vez los valores más altos de temperatura máxima. En 1969, los mayores valores anuales se registraron dos veces en febrero. En 1980, se registraron dos veces en octubre. En 1981, se registraron una vez en febrero y otra en marzo. En 1989, se registraron cuatro veces en diciembre. En 2005, se registraron una vez en febrero y otra vez en marzo. En 2016, se registraron una vez en enero y en octubre.

#### 4.2.12 Enfoque propuesto por DMH/DINAC

Utilizando la definición proporcionada por DMH/DINAC, el primer paso consistió en seleccionar los períodos de tiempo en los que el percentil 95 fue superado durante al menos 3 días consecutivos. El percentil 95 para este conjunto de datos es 34.9 °C. El segundo paso consistió en determinar la ocurrencia de la precipitación durante estos períodos y, posteriormente, en el análisis de las temperaturas mínimas durante períodos que cumplieran esas condiciones. En este sentido, se identificaron 65 eventos

de ondas de calor entre 1969 y 2016 (Tabla A 6).

#### 4.2.13 Enfoque propuesto por SMN

Para determinar los eventos de ola de calor utilizando el enfoque propuesto por SMN, se calculó el percentil 90 de las temperaturas máximas y mínimas utilizando datos diarios entre octubre y marzo del registro histórico (1969-2016). El percentil 90 de las temperaturas máximas es de 34.72 °C, y de temperaturas mínimas de 21.9 °C. Los períodos de tiempo de al menos 3 días consecutivos que superaron simultáneamente estos umbrales fueron considerados como eventos de ola de calor, lo que resultó en 18 eventos (Tabla A 8).

#### 4.2.14 Resumen de resultados

Como se puede ver en la Tabla 6, el valor máximo registrado en la región de triple frontera es de alrededor de 40 °C y el percentil 95 con todo el registro histórico es casi el mismo que el percentil 90 utilizando el registro histórico entre octubre y marzo. Si la metodología para definir la ola de calor de SMN no incluye las "temperaturas mínimas", probablemente el número de eventos de ola de calor será el mismo que el de DMH/DINAC. Sin embargo, el número de eventos de ola de calor es similar en cada enfoque usando datos de ambas estaciones meteorológicas.

Tabla 6. Resumen de eventos de ondas de calor.

Olas de calor						
Estación Meteorológica	Máximo Histórico	Max. Temp. 95 PCTL <sup>1</sup>	# eventos	Max. Temp. 90 PCTL <sup>2</sup>	Min. Temp. 90 PCTL <sup>2</sup>	# eventos
Ciudad del Este (1966-2006)	40.2°C	34.8°C	60	34.8°C	23.5°C	21
Iguazú Aereo (1969-2016)	40°C	34.9°C	75	34.72°C	21.9°C	18

<sup>1</sup>Registro histórico. <sup>2</sup>Octubre a Marzo.

#### 4.2.15 Olas de frío

Una ola de frío es un evento meteorológico generalmente caracterizado por una caída severa de la temperatura del aire cerca de la superficie que conduce a valores extremadamente bajos. A menudo causa graves impactos en la salud humana, la agricultura y genera altos costos de calefacción. En casos extremos, puede conducir a la mortalidad humana, así como a la del Ganado (TT-DEWCE 2016).

Según el vocabulario Meteoterm de la OMM, una ola de frío se define como un enfriamiento marcado del aire, o la invasión de aire muy frío, en una gran área (TT-DEWCE 2016). Por otra parte, el Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos define una ola de frío como una rápida caída de la temperatura dentro de un período de 24 horas, requiriendo mayor protección para la agricultura, la industria, el comercio y las actividades sociales (Sociedad Meteorológica Americana n.d.).

En las Directrices de la OMM para la Definición y Monitoreo de Fenómenos Climáticos Extremos, se define una ola fría en términos generales como un tiempo frío marcado e inusual, caracterizado por una fuerte y significativa caída de las temperaturas del aire cerca de la superficie (máxima, mínima y promedio diario) en un área extensa y que persiste por debajo de ciertos umbrales por al menos dos días consecutivos durante la estación fría (TT-DEWCE 2016).

Con respecto a las definiciones de estos eventos a nivel regional, el DMH/DINAC del Paraguay define una ola de frío como un período de al menos 5 días consecutivos con temperaturas mínimas por debajo del percentil 10 de las temperaturas mínimas del registro histórico en un lugar específico (UNDP Paraguay 2017).

El SMN de Argentina define una ola de frío como un período excesivamente frío durante el cual las temperaturas mínima y máxima están por debajo de ciertos umbrales que se definen para cada localización por al menos 3 días consecutivos. El umbral utilizado por el SMN es el percentil 10 de temperaturas mínimas y máximas entre abril y septiembre de cada año (Servicio Meteorológico Nacional n.d.).

La SMN realizó un estudio para analizar eventos de ola de frío en Argentina. Debido a las características climáticas de la Argentina, la SMN no ha analizado eventos de ola de frío en el extremo noreste del país, que incluye las provincias de Misiones, Formosa, Corrientes y Chaco. El SMN afirma que las temperaturas mínimas

no son suficientemente bajas en comparación con las temperaturas registradas en otras zonas más meridionales. Sin embargo, definen un tipo similar de evento extremo relacionado con las bajas temperaturas llamadas "periodos de tiempo con temperaturas extremadamente bajas" (Servicio Meteorológico Argentino n.d.).

Un período de tiempo con temperaturas extremadamente bajas implica temperaturas mínimas y máximas que están por debajo de ciertos umbrales definidos por cada localización que duran al menos 3 días consecutivos. El umbral utilizado por el SMN es el percentil 10 de las temperaturas mínimas y máximas definidas por los datos históricos entre abril y septiembre (Servicio Meteorológico Argentino n.d.). Además, el SMN realizó un análisis de este tipo de eventos utilizando datos de temperatura de Puerto Iguazú entre 1961 y 2012. Como resultado, la distribución y duración mensuales fueron identificadas. Estos eventos se han producido principalmente en julio, correspondiente a la temporada de invierno y, la duración media de estos eventos es de 3 días (Servicio Meteorológico Argentino n.d.).

No existe una definición específica de las olas de frío en Brasil. El Instituto Nacional de Meteorología del país utiliza la misma definición que el Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos, sin umbrales y períodos de tiempo específicos (Instituto Meteorológico Brasileño (INMET), n.d.).

De acuerdo con la Clasificación Brasileña y Codificación de Desastres (COBADRE), una ola de frío se divide en dos subtipos, (i) Frío y (ii) Escarcha. Friagem se define como un período de tiempo de al menos 3 ó 4 días durante el cual los valores de las temperaturas mínimas están por debajo de los valores normales para un área específica y un período de tiempo. Esta definición es similar a las definiciones propuestas por DMH/DINAC y SMN. Por otra parte, la escarcha se define como la formación de una capa de cristales de hielo en la superficie o en el follaje expuesto (Superintendencia de Protección y Defensa Civil de Brasil n.d.).

Para definir eventos de olas de frío en la región de la triple frontera se utilizó una evaluación de los datos de temperatura registrados por la Estación Meteorológica de Ciudad del Este y por la Estación Meteorológica Iguazú Aero. En el análisis se adoptaron ambos enfoques propuestos por DMH/DINAC y SMN para identificar las diferencias. Es importante enfatizar que en el futuro se deben realizar esfuerzos para homogeneizar las definiciones en la región de la triple frontera.

#### 4.2.16 Estación Meteorológica Ciudad del Este

Se utilizó el registro histórico de las temperaturas mínimas diarias disponibles en la Estación Meteorológica Ciudad del Este (Figura A 1 y Tabla A 1). El período de tiempo incluye 14.975 días, desde el 01 de enero de 1966 hasta el 31 de diciembre de 2006, mientras que sólo hay 5 datos faltantes (Tabla 7).

La Tabla 7 muestra los valores mínimos anuales para las temperaturas mínimas diarias. El valor más bajo registrado fue de  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  el 18 de julio de 1975. Además, se detectó una tendencia positiva de temperaturas mínimas anuales (Figura 10). Así, hay un aumento en las temperaturas mínimas registradas cada año.

Estas temperaturas mínimas anuales ocurrieron entre mayo y septiembre, cubriendo principalmente la temporada de invierno (Figura A 11 y Figura A 13). En 1977, 1978, 1979 y 1981 el valor más bajo para las temperaturas mínimas se registró más de una vez. En 1977, los valores anuales más bajos se registraron dos veces, en mayo y en junio. En 1978, se registraron dos eventos en junio. En 1979, éstas se registraron una vez en mayo y otra en junio. En 1981, los acontecimientos se registraron dos veces en junio.

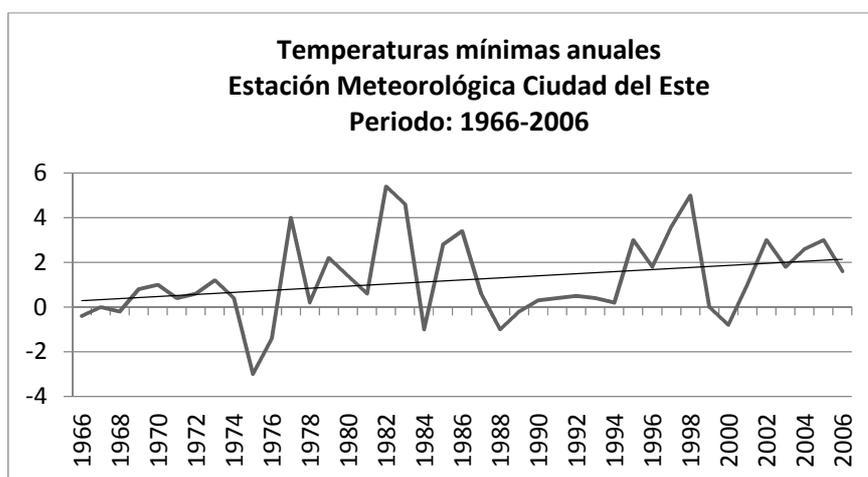


Figura 10. Temperaturas mínimas anuales a lo largo de los años. Estación Meteorológica Ciudad del Este.

*Tabla 7. Temperaturas mínimas anuales. Estación Meteorológica Ciudad del Este.*

Anos	Temperaturas mínimas diárias (°C)	Anos	Temperaturas mínimas diárias (°C)	Anos	Temperaturas mínimas diárias (°C) (°C)
1966	-0.4	1980	1.4	1994	0.2
1967	0	1981	0.6	1995	3
1968	-0.2	1982	5.4	1996	1.8
1969	0.8	1983	4.6	1997	3.6
1970	1	1984	-1	1998	5
1971	0.4	1985	2.8	1999	0
1972	0.6	1986	3.4	2000	-0.8
1973	1.2	1987	0.6	2001	1
1974	0.4	1988	-1	2002	3
1975	-3	1989	-0.2	2003	1.8
1976	-1.4	1990	0.3	2004	2.6
1977	4	1991	0.4	2005	3
1978	0.2	1992	0.5	2006	1.6
1979	2.2	1993	0.4		

#### **4.2.17 Enfoque propuesto por DMH/DINAC**

Para definir olas de frío usando la definición proporcionada por DMH/DINAC, se seleccionaron todos los períodos de al menos 5 días consecutivos con temperaturas mínimas por debajo del percentil 10. El percentil 10 de este conjunto de datos es de 9,2 °C, resultando en 79 eventos de ola de frío, utilizando el registro histórico en esta Estación Meteorológica (Tabla A 9).

#### **4.2.18 Enfoque propuesto por SMN**

Para determinar los eventos de ola de frío utilizando el enfoque propuesto por SMN, se calculó el percentil 10 de las temperaturas máximas y mínimas utilizando datos históricos diarios entre abril y septiembre. El percentil 10 de temperaturas máximas es de 18 °C y de temperaturas mínimas de 7 °C, lo que da lugar a 22 eventos de onda fría (Tabla A 11).

#### 4.2.19 Estación Meteorológica Iguazú Aero

Para analizar eventos extremos de temperaturas mínimas, se utilizaron datos de la Estación Meteorológica Iguazú Aero (Figura A 2 y Tabla A 2). Se utilizó el registro histórico de temperaturas mínimas y máximas diarias. El plazo comprende 17.532 días, desde el 01 de enero de 1969 hasta el 31 de diciembre de 2016.

La Tabla 8 muestra el valor mínimo anual para las temperaturas mínimas diarias a lo largo del año. El valor más bajo registrado es  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , siendo registrado dos veces, el 18 de julio de 1975 y el 12 de julio de 1988. Además, en la Figura 11 se determinó una tendencia positiva de las temperaturas mínimas anuales, lo que indica que el valor más bajo de la temperatura mínima registrada cada año aumenta con el tiempo.

Estas temperaturas mínimas anuales ocurrieron entre mayo y septiembre, cubriendo principalmente la temporada de invierno (Figura A 12 y Figura A 14). En 1972, 1980, 1981, 2000 y 2007, los valores más bajos de temperaturas mínimas se registraron más de una vez. En 1972, el valor anual más bajo se registró dos veces en septiembre. En 1980, se registró en junio y julio. En 1981 y en 2000, se registró dos veces en julio y, en 2007, se registró una vez en mayo y otra en julio.

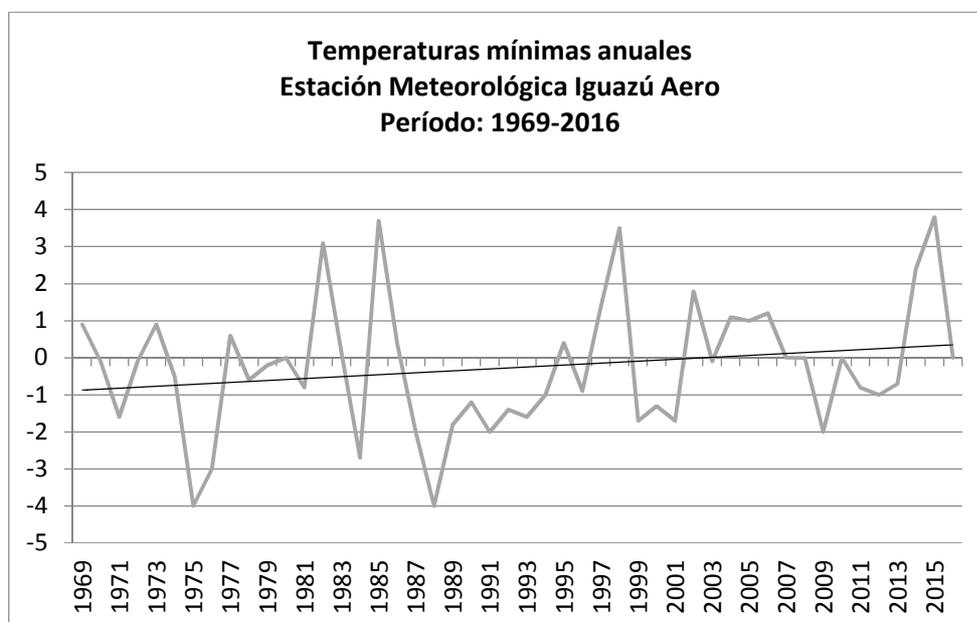


Figura 11. Temperaturas mínimas anuales. Estación Aereo Meteorológica Iguazú.

*Tabla 8. Temperaturas mínimas anuales. Estación Aereo Meteorológica Iguazú.*

Años	Temperatura Mínima Diária (°C)	Años	Temperatura Mínima Diária (°C)	Años	Temperatura Mínima Diária (°C)
1969	0.9	1985	3.7	2001	-1.7
1970	-0.1	1986	0.4	2002	1.8
1971	-1.6	1987	-2	2003	-0.1
1972	-0.1	1988	-4	2004	1.1
1973	0.9	1989	-1.8	2005	1
1974	-0.5	1990	-1.2	2006	1.2
1975	-4	1991	-2	2007	0
1976	-3	1992	-1.4	2008	0
1977	0.6	1993	-1.6	2009	-2
1978	-0.6	1994	-1	2010	0
1979	-0.2	1995	0.4	2011	-0.8
1980	0	1996	-0.9	2012	-1
1981	-0.8	1997	1.4	2013	-0.7
1982	3.1	1998	3.5	2014	2.4
1983	0.1	1999	-1.7	2015	3.8
1984	-2.7	2000	-1.3	2016	0

#### **4.2.20 Enfoque propuesto por DMH/DINAC**

Para determinar los eventos de ola de frío utilizando el enfoque propuesto por DMH/DINAC, se calculó el percentil 10 de las temperaturas mínimas diarias, que es de 8,7 °C. Se seleccionaron períodos de tiempo de al menos 5 días consecutivos con temperatura por debajo de este percentil y se definieron como olas de frío, lo que resultó en 84 eventos durante el período de estudio (Tabla A 10).

#### **4.2.21 Enfoque propuesto por SMN**

Para determinar los episodios de ola de frío utilizando el enfoque propuesto por SMN, se calculó el percentil 10 de temperaturas máximas y mínimas utilizando datos diarios entre abril y septiembre del registro histórico. El percentil 10 de temperaturas máximas es de 17,5 °C y de temperaturas mínimas de 6 °C. Por lo tanto, los períodos de tiempo de al menos 3 días consecutivos durante los cuales se registraron temperaturas mínimas y máximas simultáneamente por debajo de estos umbrales

fueron considerados como eventos de ola de frío. Esto resultó en 30 eventos durante el período de estudio (Tabla A 12).

#### 4.2.22 Resumen de resultados

Como puede verse en la Tabla 9, las temperaturas mínimas registradas en la región de la triple frontera son alrededor de -4 °C. En contraste con los eventos de ola de calor, hay una varianza significativa en el percentil 10 utilizando todo el registro histórico en comparación con el percentil 10 utilizando el historial entre abril a septiembre. Por lo tanto, es importante unificar la metodología para definir eventos de ola fría sobre esta región.

Tabla 9. Resumen de los eventos de la ola de frío.

Cold waves						
Estación Meteorológica	Mínimo Historial	Min. Temp. 10 PCTL <sup>1</sup>	# Eventos	Max. Temp. 10 PCTL <sup>2</sup>	Min. Temp. 10 PCTL <sup>2</sup>	# Eventos
Ciudad del Este (1966-2006)	-3°C	9.2°C	79	18°C	7°C	22
Iguazú Aero (1969-2016)	-4°C	8.7°C	84	17.5°C	6°C	30

<sup>1</sup>Registro historico. <sup>2</sup>Abril a Septiembre.

#### 4.2.23 Inundaciones

En la región de la triple frontera, generalmente se registran dos tipos de inundaciones: (i) inundaciones de ríos, debido al aumento de los niveles de los ríos, y (ii) inundaciones urbanas debido a intensos episodios de precipitación y cambios en el uso de la tierra causados por el rápido y no planificado crecimiento poblacional.

Las inundaciones en los ríos se producen principalmente debido a procesos naturales que implican el escurrimiento de agua sobre los principales lechos de los ríos. Cuando las personas ocupan estos lechos, considerados áreas de riesgo, los impactos debido a inundaciones son frecuentes. Estos impactos incluyen pérdidas materiales y humanas, un aumento en las enfermedades transmitidas por el agua (por ejemplo, cólera, leptospirosis), la interrupción de las actividades económicas y la

contaminación del agua con sustancias tóxicas en ciertas áreas (Tucci 2002).

La expansión de las áreas urbanas aumenta el escurrimiento de agua debido al aumento de superficies impermeables. Además, la alta intensidad de las lluvias provoca inundaciones cuando los sistemas de drenaje no tienen la capacidad necesaria para manejar la cantidad de lluvia. Los impactos de las inundaciones urbanas incluyen un aumento en los sedimentos y la contaminación de los flujos superficiales de agua y de las aguas subterráneas (Tucci, 2002; Cozer et al., 2013). Además, las inundaciones urbanas a menudo afectan a las viviendas, causando daños materiales y bloqueos de carreteras, que pueden interrumpir temporalmente las actividades económicas.

En Ciudad del Este, las inundaciones causadas por los crecientes niveles del río Paraná afectan a personas ubicadas en zonas inundables de los barrios Remansito y San Miguel. El arroyo Acaraymí afecta a varios barrios, incluyendo San Rafael, San Antonio y San Agustín (Figura 12). El agua del río Paraná desemboca en el Acaraymí debido a las diferencias de volumen, aumentando el nivel de la corriente. Cuando el arroyo Acaraymí aumenta sus niveles, el barrio de Che La Reina también se ve afectado. Por otra parte, las inundaciones urbanas son un rasgo común en Ciudad del Este, debido a intensos episodios de precipitación y a un inadecuado sistema de drenaje. Esto se ve agravado por una acumulación de basura lanzada a las carreteras, o bien debido a que la gente aprovecha el corriente de agua generado por la lluvia para eliminar la basura y otros tipos de residuos. Es importante destacar que ha habido pérdidas humanas durante estas inundaciones urbanas.

En Foz do Iguaçu, las principales inundaciones son causadas por un aumento de los ríos Iguazú y Paraná, afectando principalmente al vecindario meridional de Porto Meira, que bordea ambos ríos. Además, una intensa precipitación provoca un desbordamiento del río M'Boicy y del arroyo Ouro Verde. Esto puede desencadenar eventos de inundación que afectan a las casas y bloquean caminos (Figura 13). Al igual que en Ciudad del Este, la combinación de un inadecuado sistema de drenaje y acumulación de basura agrava la situación.

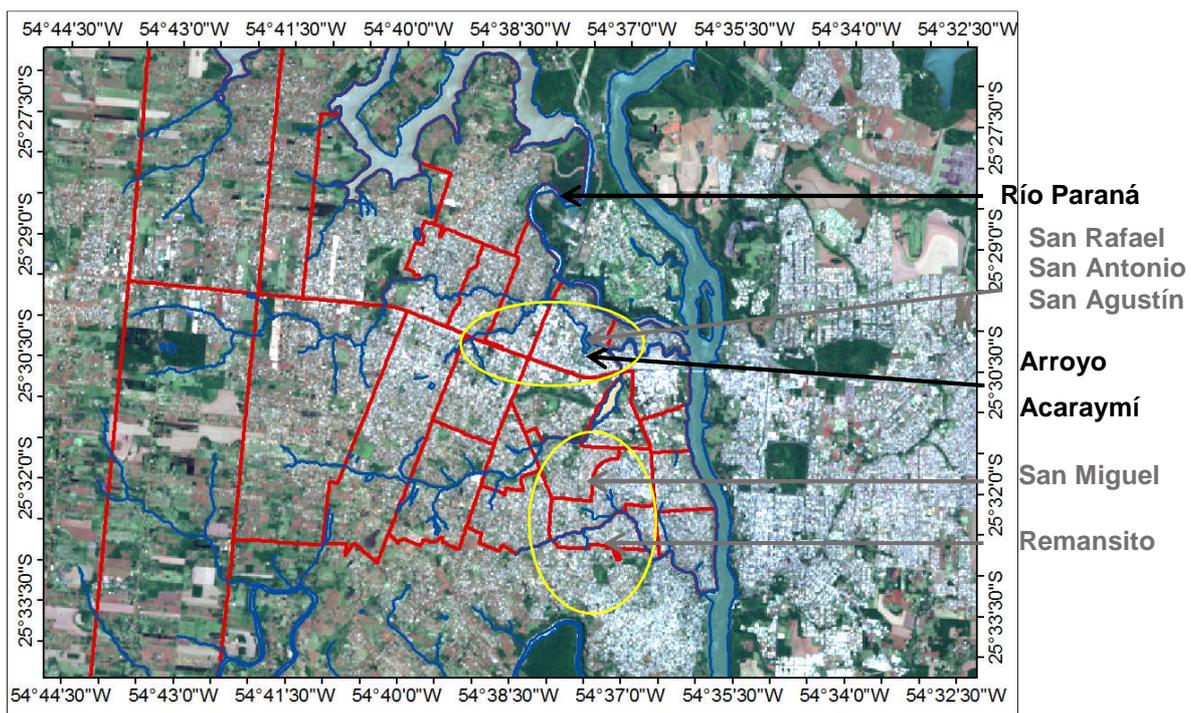
En Puerto Iguazú, las inundaciones asociadas a impactos mayores son causadas por un aumento de los arroyos Tacuara y Panambi. Estos problemas han sido parcialmente resueltos debido a la construcción de canales y sistemas de drenaje. Sin embargo, el aumento del nivel del río Iguazú afecta el turismo debido al

cierre de algunos senderos en el Parque de Iguazú.

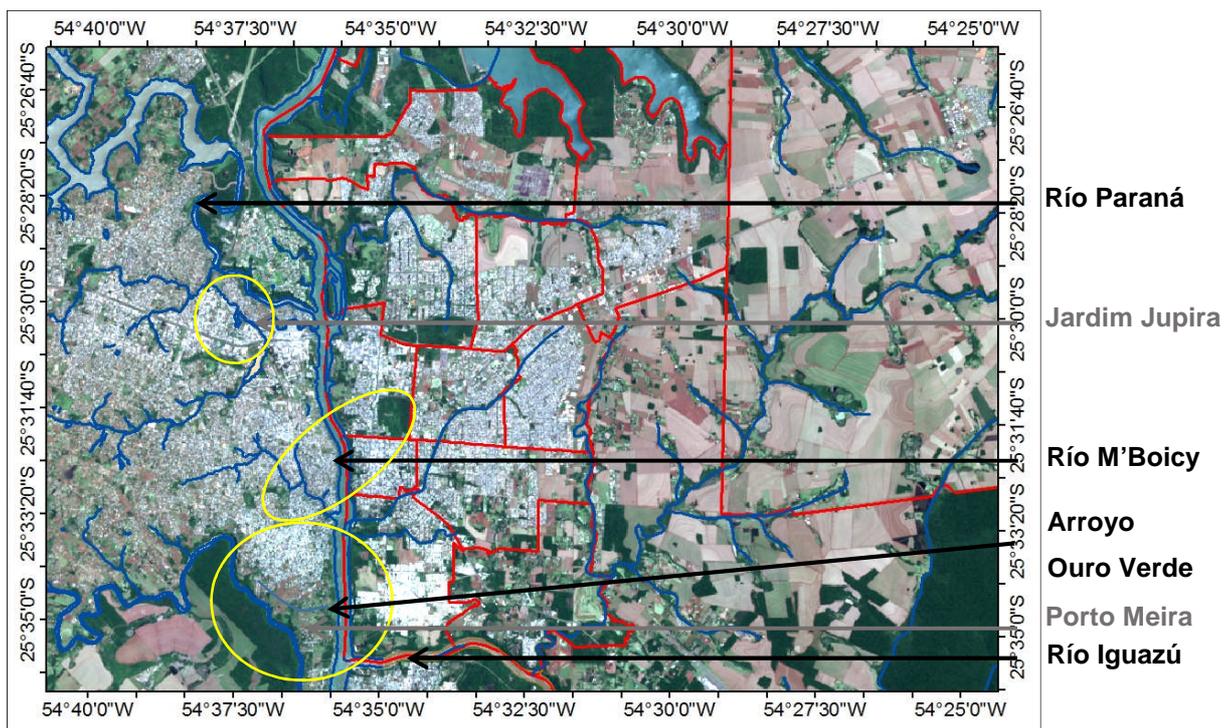
En la Tabla 10 se muestra un resumen de los fenómenos de inundación en la región de la triple frontera. Además, se presentan los recursos hídricos superficiales problemáticos.

*Tabla 10. Resumen de los problemas de los recursos hídricos de superficie y de las principales zonas afectadas en la región de triple frontera.*

<b>Ciudad</b>	<b>Recursos hídricos de superficie problemáticos</b>	<b>Barrios afectados</b>
Ciudad del Este	Arroyo Acarymí	San Rafael San Antonio San Agustín Che La Reina
Ciudad del Este	Río Paraná	Remansito. San Miguel.
Foz de Iguazú	Río M'Boicy (río de respuesta rápida)	Barrios en el centro.
Foz do Iguazú	Arroyo Ouro Verde (flujo de respuesta rápida)	Jardim Morenitas (I y II). Ouro Verde.
Foz de Iguazú	Río Iguazú	Llanuras de inundación de Porto Meira.
Foz de Iguazú	Río Paraná	Llanuras de inundación de Porto Meira. Jardim Jupira.
Puerto Iguazú	Arroyo Tacuara	Gente ubicada en la frontera. San Francisco.
Puerto Iguazú	Arroyo Panambi	Gente ubicada en la frontera.



*Figura 12. Ciudad del Este, aguas superficiales y división de barrios.*  
 Líneas azules: Águas superficiales. Líneas rojas: división de los barrios.



*Figura 13. Foz do Iguaçu, aguas superficiales y división de barrios.*  
 Líneas azules: Águas superficiales. Líneas rojas: división de los barrios.

#### 4.2.24 Ríos Iguazú y Paraná

Los recursos hídricos superficiales más importantes en la región de la triple frontera son los ríos Paraná e Iguazú. Su comportamiento determina los principales eventos de inundaciones en la región. El río Paraná tiene una extensión de aproximadamente 4.000 km, y su anchura varía a lo largo de su curso. La fuente del río se encuentra en Brasil y su descarga se encuentra en el río La Plata en Argentina. La cuenca de agua mide aproximadamente 1.510.000 km<sup>2</sup> (Monte Domecq, et al., 2003). El caudal promedio diario entre 1983 y 2016 registrado en Itaipú fue de 11.723 m<sup>3</sup>/s. El caudal diario máximo fue de 39.790 m<sup>3</sup>/s (15/junio/1983), y el caudal diario mínimo fue de 6.082 m<sup>3</sup>/s (10/September/2001) (ITAIPU, 2017).

El río Iguazú es uno de los principales afluentes del Paraná, y su origen se encuentra también en Brasil. Tiene una extensión de aproximadamente 1.320 km (Sarafian 2006). El caudal diario promedio entre 1983 y 2016 fue de 1.925 m<sup>3</sup>/s, registrado en la estación fluviométrica ubicada en Capanema. El caudal diario máximo fue de 28.799 m<sup>3</sup>/s (10/julio/1983) y el mínimo fue de 134 m<sup>3</sup>/s (12/October/1988) (ITAIPU 2017).

Los incrementos en el nivel del río Paraná se deben a precipitaciones que ocurren durante largos períodos de tiempo. Estos incrementos dan como resultado un gran volumen de agua, aunque los picos se alcanzan lentamente. Por el contrario, los incrementos en el río Iguazú se deben principalmente a intensos eventos de precipitación que ocurren en períodos de tiempo cortos, y los picos se alcanzan muy rápidamente. La situación más crítica se produce cuando los desbordamientos del río Paraná se superponen con los desbordamientos del río Iguazú (Monte Domecq et al. 2003).

La Tabla 11 muestra las veinte inundaciones principales del río Paraná entre el 01/12/1975 y el 30/09/2009, registradas en la estación fluviométrica ubicada en el Puente de la Amistad (*Superintendência Regional do Paraná, 2013*). Además, se presentan los caudales registrados en la estación fluviométrica R11, localizada justo más allá de la confluencia de los ríos Paraná e Iguazú, y en la estación fluviométrica de Salto Cataratas. Además, un importante aumento en el nivel del río Iguazú ocurrió en 2013, afectando a una gran cantidad de personas y cerrando el Parque Iguazú. Además, en 2014, el incremento horario más rápido de los niveles del río Iguazú tuvo

consecuencias similares.

*Tabla 11. Veinte grandes inundaciones anuales entre 1976 y 2009 observadas en la estación fluviométrica ubicada en el Puente de la Amistad.*

Datos seleccionados	Puente de la Amistad (Río Paraná)	R11 (Confluencia del Río Paraná con el Iguazú)	R11 (Confluencia del Río Paraná con el Iguazú)	Salto Cataratas (Río Iguazú)
	Nivel (m)	Nivel (m)	Flujo (m <sup>3</sup> /s)	Flujo (m <sup>3</sup> /s)
31-05-92	127.70	126.74	49,240	27,510
13-07-83	127.59	126.70	49,176	26,870
24-01-90	122.82	121.41	39,401	9,145
04-02-97	122.37	121.16	38,961	7,955
22-05-87	121.95	121.04	38,760	16,684
29-04-98	119.99	119.04	35,418	14,718
03-12-82	119.82	118.60	34,698	7,815
14-01-95	118.90	117.84	33,481	12,890
04-10-93	118.32	117.30	32,638	11,941
15-02-77	117.07	-	-	2,390
15-09-89	117.02	116.26	31,038	13,996
01-11-05	116.09	110.83	23,463	-
07-03-80	116.01	114.64	28,645	2,390
29-12-81	114.72	113.54	27,081	5,855
15-03-79	114.35	113.39	26,872	11,845
09-02-07	112.84	111.34	24,112	-
23-02-01	112.41	111.40	24,184	6,625
14-10-96	112.24	111.10	23,802	12,674
11-01-84	111.94	110.54	23,073	1,022
23-06-94	111.93	110.89	23,524	7,675

Fuente: Superintendência Regional do Paraná, 2013.

#### 4.2.25 Río M'Boicy y Arroyo Ouro Verde

El río M'Boicy y el arroyo Ouro Verde son recursos hídricos superficiales problemáticos en Foz do Iguaçu debido a los crecientes niveles de agua causados por intensas precipitaciones que desencadenan inundaciones. El río M'Boicy es el principal río urbano que atraviesa casi toda la ciudad de Foz do Iguaçu, y tiene su descarga en el Río Paraná. Por otra parte, la cuenca del arroyo Ouro Verde se

encuentra en el barrio sur de Porto Meira. El arroyo comienza cerca del Huerto Municipal (latitud 25° 34'19.75"S, longitud 54° 33'39.22"W), y su descarga se encuentra también en el Río Paraná (latitud 25° 33'42.75"S, Longitud 54° 35'36,62"W) (Cozer et al. 2013).

#### **4.2.26 Arroyos Tacuara y Panambi**

Los arroyos Tacuara y Panambi son recursos hídricos superficiales problemáticos en Puerto Iguazú. El arroyo Panambi comienza en el barrio de Los Trabajadores. Desde allí, pasa por los barrios de Santa Rita, Primavera, Unión, San Lucas y Santa Rosa, hasta que se descarga en el arroyo Tacuara. El arroyo Tacuara comienza en el centro de Puerto Iguazú y desemboca en el Río Paraná (TVO Iguazú 2017). Actualmente, los problemas causados por las inundaciones asociadas a estos recursos hídricos están parcialmente resueltos, ya que algunas secciones del arroyo Tacuara han sido canalizadas. Actualmente, hay un proyecto para canalizar aproximadamente 1.000 m del arroyo Panambi.

#### **4.2.27 Sequías**

Una sequía es un fenómeno climático temporal, que puede diferir mucho de otros eventos extremos. Las sequías suelen desarrollarse lenta y constantemente, por lo que es difícil determinar el inicio y el final. A pesar de su desarrollo, las sequías pueden llegar a ser extremadamente devastadoras y costosas, afectando a la sociedad, la economía, los hábitats naturales y los ecosistemas (TT-DEWCE 2016).

Las sequías suelen clasificarse en cuatro tipos generales: (1) meteorológicas, (2) agrícolas, (3) hidrológicas, (4) y socioeconómicas (Wilhite & Glantz, 1985; Valiente, 2001; TT-DEWCE, 2016). La sequía meteorológica, se define a menudo exclusivamente en función del grado de sequedad y de la duración del período seco (Wilhite & Glantz 1985). Por lo tanto, se produce cuando hay ausencia o una reducción de la precipitación durante un período de tiempo en un área determinada. Este déficit hídrico puede producir impactos en la agricultura, resultando en sequía agrícola. La sequía hidrológica se produce cuando los caudales de agua superficial o subterránea son inadecuados para satisfacer demandas específicas establecidas. Por otra parte,

la sequía socioeconómica es cuando la escasez de agua afecta negativamente la economía de una región (Wilhite & Glantz, 1985; Valiente, 2001; TT-DEWCE, 2016).

En la Directriz sobre Definiciones y Monitoreo de los Eventos Climáticos Extremos de la OMM, la sequía se define en términos generales como un marcado período insólito de tiempo anormalmente seco caracterizado por una deficiencia prolongada por debajo de cierto umbral de precipitación en una gran área y persistiendo más de un mes (TT-DEWCE 2016).

Las sequías son críticas para Paraguay, Brasil y Argentina porque la mayor parte de su electricidad se deriva de la generación hidroeléctrica. En la región de triple frontera, las sequías son especialmente importantes en Ciudad del Este. El sistema de abastecimiento de agua potable de esta ciudad depende principalmente de un pequeño lago llamado República, que es sensible a una disminución de la precipitación (Figura 14). Además, las sequías son importantes también en Puerto Iguazú y Foz do Iguazú, ya que pueden tener un impacto en las Cataratas del Iguazú y, en consecuencia, en el turismo y la biodiversidad.

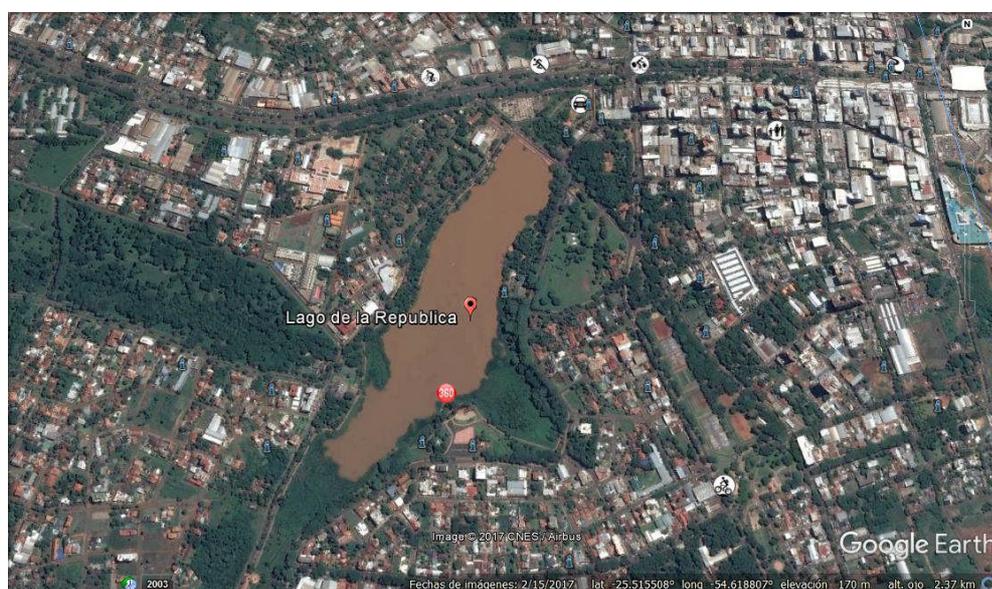


Figura 14. Lago República en Ciudad del Este.

En 2014 se realizó un estudio para determinar los eventos de sequía en Paraguay entre 1964 y 2011 (Báez Benitez & Monte Domecq 2014). Se definieron tres tipos de sequías: (I) Agrícola (por lo menos 3 meses con déficit de lluvia), (II) Meteorológica (por lo menos 6 meses), e (III) Hidrológica (por lo menos 12 meses). En lo que se refiere a las sequías agrícolas, la sequía severa a extrema se produjo en

los años 1967, 1968, 1978, 1979, 1986, 1989, 1999, 2000, 2004, 2006, 2007 y 2009. En cuanto a sequías meteorológicas se encontraron sequías severas en 1967, 1968, 1978, 1988 y 2003. Para la sequía hidrológica, se encontraron eventos severos en los años 1967, 1968, 1978, 1979, 2000 y 2008. Los peores eventos de sequía ocurrieron en 1967, 1968, 1978, 1979, 1999, 2000 y 2008 (*Báez Benitez & Monte Domecq 2014*). Estos resultados coinciden con un estudio de sequías realizado en Argentina en el que el evento de sequía de 2008 fue el más extremo registrado entre 1960 y 2008 (*Rivera & Penalba 2010*). Asimismo, los resultados de un estudio de los episodios de sequía entre 1995 y 2015 en el sudeste de Brasil muestran que durante este período se produjeron sequías severas. Una vez entre octubre de 1999 y agosto de 2000 y otra entre febrero de 2014 y noviembre de 2014 (*Melo et al. 2016*). Además, se detectó una sequía hidrológica entre 2011 y 2012 en el sureste de Brasil (*Melo et al. 2016*).

De hecho, la sequía de principios de los años 2000 fue responsable de una importante crisis energética en Brasil, lo que llevó a programas de racionamiento de energía (*Melo et al. 2016*). Por otra parte, la sequía de 2008 generó un enorme impacto en Ciudad del Este, ya que Lago República se secó y, en consecuencia, no había agua potable disponible para la población. En este caso, Foz do Iguazu ayudó a la población en Ciudad del Este, proporcionando suministro adicional de agua potable. Además, algunos episodios de sequía fueron desencadenados por una reducción de los niveles del río Iguazú. En 2012 y 2014, esta disminución causó impactos económicos por la reducción del número de turistas.

El siguiente capítulo tratará sobre las proyecciones climáticas.

An aerial photograph of a city, likely Rio de Janeiro, showing a dense urban area with numerous high-rise buildings and a large river winding through the landscape. A prominent green diagonal overlay is present, partially obscuring the city view. The text is positioned in the upper right quadrant of the image.

# Future Climate Projections

*Projeções climáticas futuras*  
*Proyecciones climáticas futuras*

## 5 Proyecciones Climáticas Futuras

### 5.1 Introducción

Los modelos climáticos mundiales, son los instrumentos más avanzados actualmente, disponibles para la simulación de la respuesta del sistema climático mundial a las concentraciones de gases de efecto invernadero (GHGs). Estos modelos, en su mayoría están formados por un conjunto de ecuaciones, que intentan representar los procesos físicos atmosféricos y oceánicos. Así, se pueden hacer proyecciones de la posible evolución de las condiciones atmosféricas y oceánicas. Es importante mencionar que las proyecciones derivadas de estos modelos contienen cierta incertidumbre, y por esta razón deben considerarse herramientas de orientación (Servicio Meteorológico Argentino n.d).

Muchas de estas proyecciones climáticas futuras se sustentan, a su vez, en diferentes escenarios socioeconómicos posibles, lo que implica diferentes hipótesis sobre la evolución futura de las variables económicas y sociales (Servicio Meteorológico Argentino n.d). El cambio climático se ha convertido en una característica fundamental de muchos escenarios utilizados en las evaluaciones regionales y mundiales del cambio ambiental y socioeconómico (Jones, et al., 2014).

Estos modelos climáticos, a pesar de ser una herramienta muy útil para evaluar la evolución del clima global utilizando algunas suposiciones iniciales específicas, que deberían tomarse con cautela, ya que no necesariamente representan la realidad. Además, la fiabilidad de sus resultados disminuye cuando se aplican a regiones pequeñas (Servicio Meteorológico Argentino n.d).

### 5.2 Futuras proyecciones climáticas mundiales

#### 5.2.1 Escenarios

El quinto informe de evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático (IPCC) describe cuatro escenarios de proyecciones climáticas futuras (Tabla 12). *"Un escenario es una historia o una imagen que describe*

*un futuro potencial, desarrollado para informar la toma de decisiones bajo incertidumbre"* (Jones, et al., 2014). Los escenarios utilizados en el AR5 se conocen como Rutas de Concentración Representativas (RCPs).

Los RCP se basan en escenarios seleccionados de cuatro equipos de modelados, y son nombrados de acuerdo con sus 2100 niveles de forzamiento radiativo según lo reportado por estos equipos<sup>5</sup>. Las estimaciones de forzamiento radiativo están basadas en el forzamiento de GHGs y otros agentes forzantes, pero no incluyen los impactos directos del cambio en el uso de la tierra o el forzamiento de las partículas del suelo. Básicamente, el forzamiento radiativo total representa las emisiones acumuladas de gases de efecto invernadero de GHGs de diferentes fuentes, expresadas en Watts por metro cuadrado (Tabla 12) (van Vuuren et al., 2011).

Los RCPs se utilizaron para impulsar simulaciones de modelos climáticos como parte del Proyecto de Intercomparación del 5º Modelo Compartido del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (CMIP5) con el fin de: (I) evaluar qué tan realistas son los modelos para la simulación del pasado reciente; (II) proporcionar proyecciones del cambio climático futuro en dos escalas de tiempo, a corto plazo (hacia fuera a cerca de 2035) y a largo plazo (más allá del 2100); y (III) comprender algunos de los factores responsables de las diferencias en las proyecciones de modelos (Taylor et al., 2012).

---

<sup>5</sup> La fuerza radiactiva es la medición de la capacidad de un gas u otros agentes forzantes para afectar el balance energético, contribuyendo así al cambio climático (Stockholm Environment Institute n.d.).

Tabla 12. Resumen de los cuatros escenarios utilizados en el AR5.

Escenario	Descripción
<b>RCP8.5</b>	Este escenario se caracteriza por el aumento de los GHGs a lo largo del tiempo. La vía de emisión es representativa de los escenarios de la literatura que conducen a altos niveles de concentración de GHGs. En este escenario, el cambio medio esperado de la temperatura es + 4 °C a finales del siglo XXI en comparación con el período de referencia (1986-2005).
<b>RCP6</b>	Se trata de un escenario de estabilización en el que se espera que el forzamiento radiativo total alcance su pico después del año 2100 sin excederse mediante el empleo de una gama de tecnologías y estrategias para reducir las emisiones de GHGs. Se caracteriza por una línea base media de emisiones de GHGs y medidas de alta mitigación. En este escenario, el cambio medio esperado de la temperatura es de + 2.5 °C a finales del siglo XXI en comparación con el período de referencia (1986-2005).
<b>RCP4.5</b>	Se trata de un escenario de estabilización en el que se espera que el forzamiento radiativo total alcance su máximo antes de 2100 sin excederse mediante el empleo de una gama de tecnologías y estrategias para la reducción de las emisiones de GHGs. Se caracteriza por una base de referencia muy baja de emisiones de GHGs y medidas de mitigación de mediano a bajo. En este escenario, el cambio medio esperado de la temperatura es de + 2 °C a finales del siglo XXI en comparación con el período de referencia (1986-2005).
<b>RCP2.6</b>	Este escenario se caracteriza por una reducción sustancial de las emisiones de GHGs (e indirectamente las emisiones de contaminantes del aire) a lo largo del tiempo. La vía de emisión es representativa de los escenarios de la literatura que conducen a niveles de concentración de GHGs muy bajos. En este escenario, el cambio medio esperado de la temperatura es aproximadamente +1 °C hasta el final del siglo XXI en comparación con el período de referencia (1986-2005).

Basado en: (Meinshausen et al., 2011; van Vuuren et al., 2011; Jones, et al., 2014; Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), 2014).

## 5.3 Futuro Cambio Climático Global

### 5.3.1 Temperatura

Se prevé que la temperatura media mundial aumente a corto plazo (2016-2035) en relación con el período de referencia (1986-2005). Es probable que este aumento (> 66% de probabilidad) esté en el rango de 0,3 °C a 0,7 °C si no se detectan cambios

importantes en la energía de la superficie terrestre (Collins et al., 2013). Además, es probable que las proyecciones de los cambios en la temperatura media global de la superficie a mediano plazo (2046-2065) respecto del período de referencia (1986-2005) (> 66%) oscilen entre 0,4 °C y 2,6 °C considerando todos los escenarios (Collins et al., 2013). Además, desde mediados del siglo XXI, la tasa de calentamiento global comienza a depender más fuertemente del escenario. Además, desde mediados del siglo XXI, la tasa de calentamiento global comienza a depender más fuertemente del escenario. Además, las proyecciones de los cambios de la temperatura media global de la superficie a largo plazo (2081-2100) en relación con el período de referencia (1986-2005) probablemente (> 66%) estarán en un rango de 0.3 °C a 4.8 °C considerando todos los escenarios (Tabla 13). Este calentamiento global de la superficie también continuará más allá de 2100 en todos los escenarios de RCP (Collins et al., 2013).

Tabla 13. Proyecciones de la temperatura media global para mediados y finales del siglo XXI en relación al periodo de referencia 1986-2005

	Escenario	2046-2065		2081-2100	
		Media	Rango probable	Media	Rango probable
<b>Cambio medio global de la temperatura superficial (°C)</b>	RCP2.6	1.0±0.3	0.4 to 1.6	1.0±0.4	0.3 to 1.7
	RCP4.5	1.4±0.3	0.9 to 2.0	1.8±0.5	1.1 to 2.6
	RCP6.0	1.3±0.3	0.8 to 1.8	2.2±0.5	1.4 to 3.1
	RCP8.5	2.0±0.4	1.4 to 2.6	3.7±0.7	2.6 to 4.8

### 5.3.2 El ciclo del agua

A escala global, se proyecta que la humedad relativa permanezca constante, pero se prevé que la humedad específica aumente en un clima de calentamiento. Además, es prácticamente cierto (> 99%) que, a largo plazo, la precipitación global aumentará junto con un aumento de la temperatura media global de la superficie. Además, es probable (> 66%) que habrá tormentas más intensas y menos tormentas débiles a medida que aumenten las temperaturas (Collins et al., 2013).

Los cambios en la precipitación media en un mundo más cálido mostrarán variaciones espaciales significativas. El aumento y la disminución de los volúmenes de precipitación se registrarán en diferentes regiones, mientras que no se detectarán

variaciones importantes en otros lugares. Además, los contrastes en la precipitación entre las regiones húmedas y secas, y entre las estaciones húmedas y secas serán más comunes en todo el mundo a medida que aumenten las temperaturas (Collins et al., 2013).

### **5.3.3 Cambios en los climas extremos**

Con respecto a los cambios en las temperaturas extremas a escala global, las proyecciones de los modelos indican una tendencia significativa al calentamiento a fines del siglo XXI. En consecuencia, se esperan incrementos en la frecuencia y magnitud de las temperaturas extremas diurnas calientes y disminuciones en extremos fríos. Además, la longitud, frecuencia y/o intensidad de las olas de calor aumentará en la mayoría de las zonas terrestres (Seneviratne et al., 2012).

Además, la frecuencia de las precipitaciones intensas o la proporción total de precipitaciones intensas aumentará en las regiones tropicales a finales del siglo XXI (Seneviratne, et al., 2012). Además, los eventos de precipitación extrema se harán más intensos y frecuentes a medida que la temperatura media mundial de la superficie aumente en las latitudes medias y en las regiones tropicales húmedas. Estos cambios proyectados en temperatura y precipitación implican cambios posibles en patrones de inundaciones. Es posible que los aumentos proyectados de las fuertes precipitaciones contribuyan a aumentar los fenómenos de inundación en algunas regiones (Seneviratne et al., 2012).

Finalmente, con respecto a los eventos de los vientos extremos, es difícil hacer una proyección fiable debido a pocos estudios de proyección de esta variable meteorológica, y también debido a las limitaciones en las simulaciones de estos eventos (Seneviratne et al., 2012).

## **5.4 Proyecciones Climáticas de América del Sur**

### **5.4.1 Fenómenos Climáticos y Cambio Climático Regional**

Los principales cambios proyectados en América del Sur incluyen un

desplazamiento hacia el sur de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (SACZ)<sup>6</sup>. Este desplazamiento aumentará la precipitación en el Sudeste. Además, esto es una tendencia positiva en el Modo Anular del Sur (MAS)<sup>7</sup>. En un MAS positivo, la tormenta extratropical se mueve a través del Sur, disminuyendo la precipitación en el centro de Chile y aumentándola en el sur de Sudamérica (Collins et al., 2013).

Además, existe una gran confianza en que el área del monzón de Sudamérica se expandirá. En efecto, es muy probable (> 90%) que los futuros incrementos en las precipitaciones extremas se deban a los sistemas de monzón. Por último, la Oscilación del Sur El Niño (ENSO)<sup>8</sup> continuará siendo el modo dominante de variabilidad inter-anual en el Pacífico tropical, con efectos globales en el siglo XXI. La variabilidad regional de la precipitación relacionada con el ENSO probablemente se intensificará debido al aumento de la humedad atmosférica. Sin embargo, hay poca confianza en las proyecciones de este fenómeno para el siglo XXI (Collins et al., 2013).

#### **5.4.2 Proyecciones de cambios en temperatura y precipitación.**

El quinto informe de evaluación del IPCC presenta un resumen de los cambios climáticos proyectados sobre América del Sur utilizando escenarios del cuarto y quinto AR. La Tabla 14 presenta estas proyecciones derivadas de modelos globales y regionales para la región, indicando el cambio proyectado, los escenarios de emisiones, los intervalos de tiempo y las referencias. En general, un aumento en la cantidad de lluvia sobre el Sureste de Sudamérica puede observarse, y también un aumento de eventos de precipitación extrema en términos de intensidad y frecuencia. Además, se puede observar un aumento de la escorrentía. Este aumento probablemente será provocado por el aumento de la precipitación. Además, se espera un aumento de la temperatura para los próximos años, específicamente un aumento en el número de noches calientes. Asimismo, se puede observar un aumento en el

---

6 La zona de convergencia del Atlántico Sur (SACZ) es una banda de convección, que se extiende sobre América del Sur hasta el Océano Atlántico con orientación NW/SE (Pezzi et al. 1998).

7 El modo anular meridional (SAM), describe el movimiento norte-sur del cinturón de viento del oeste que circunda la Antártida, dominando las latitudes medias a más altas del hemisferio sur (Bureau of Meteorology of the Australian Government n.d.).

8 El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) es un fenómeno que involucra la fluctuación de las temperaturas oceánicas en el Pacífico ecuatorial, causando variaciones globales en las temperaturas y las cantidades de precipitación (State Climate Office of North Carolina (US) n.d.).

número de días secos consecutivos. En cambio, se espera una reducción de la duración de las sequías, pero se prevé un aumento de su frecuencia y gravedad a corto plazo (2011-2040).

Tabla 14. Cambios regionales proyectados en temperatura, precipitación y extremos climáticos en diferentes sectores de América del Sur.

<b>Sur-este de Sudamérica</b>		
<b>Variable</b>	<b>Cambios proyectados</b>	<b>Referencias</b>
<i>Escenario caracterizado por un balance en el uso de las tecnologías que utilice combustibles fósiles y fuentes alternativas de energía en el mundo futuro con un rápido crecimiento económico (A1B).</i>		
<i>Precipitación, escurrimiento, y temperatura del aire para 2100</i>	<i>Precipitación: +20% to +30% Escurrecimiento: +10% to +20% Temperatura del aire: +2.5°C to +3.5°C</i>	<i>(Marengo et al., 2012)</i>
<i>Noches calientes, días secos consecutivos (CDDs), y precipitaciones pesadas para 2100</i>	<i>Noches calientes: +10% to +30% CDDs: +1 to +5 días Precipitaciones pesadas: +3% to +9%</i>	<i>(Menéndez &amp; Carril 2010)</i>
<i>Temperatura del aire y precipitaciones para 2100</i>	<i>Temperatura del aire: +2°C to +4°C Lluvias: +20% to +30%</i>	<i>(Giorgi &amp; Diffenbaugh 2008)</i>
<i>CDDs y precipitaciones pesadas para 2099</i>	<i>CDDs: +5% to +10% Precipitaciones pesadas: +2% to +8%</i>	<i>(Kamiguchi, et al., 2006)</i>
<i>Precipitación en el sudeste de SA para 2100</i>	<i>Precipitación: +0.5mm/d to 0.5mm/d</i>	<i>(Sörensson et al. 2010)</i>
<i>Escenario que describe un mundo muy heterogéneo. El crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico son diferentes entre una región y otra(A2).</i>		
<i>Precipitación y temperatura en La Plata basin by 2050</i>	<i>Precipitación: +0.5mm/d to 1.5 mm/d Temperatura: +1.5°C to 2.5°C</i>	<i>(Cabré, et al., 2016)</i>
<i>Precipitación durante el verano y la primavera y el otoño y el invierno para 2100</i>	<i>Precipitación: +0.4mm/d to +0.6mm/d Precipitación: -0.02mm/d to -0.04mm/d</i>	<i>(Seth, et al., 2010)</i>
<i>Noches calientes, CDDs, precipitaciones pesadas para 2100</i>	<i>Noches calientes: +6% to +12% CDDs: +5 to +20 días Precipitaciones pesadas: +75 días a +105días</i>	<i>(Marengo, et al., 2010) (Marengo, et al., 2009)</i>
<b>RCP4.5 y RCP8.5</b>		
<i>Frecuencia sequía, intensidad y duración SA sur de 20°S</i>	<i>Frecuencia: +10% to +20% Severidad: +5% to 15%</i>	<i>(Penalba &amp; Rivera 2013)</i>

<i>para 2011-2040 relativa a 1979-2008</i>	Duración: -10% to -30%	
<i>RCP4.5</i>		
Temperatura para la tarde para el siglo XXI en relación al periodo de referencia 1986-2005.	<i>Temperatura: +0.6°C to 2°C</i>	(Magrin et al. 2014)
<i>RCP8.5</i>		
Temperatura para la tarde para el siglo XXI en relación al periodo de referencia 1986-2005.	<i>Temperatura: +2.2°C to +7°C (Aproximadamente +4°C)</i>	(Magrin et al. 2014)
Precipitación para la tarde para el siglo XXI en relación al periodo de referencia 1986-2005.	<i>Precipitación: +15% to +20%</i>	(Magrin et al. 2014)

Basado en: Magrin et al., (2014)

## 5.5 Proyecciones Climáticas para la Región de la Triple Frontera

Con el fin de determinar las proyecciones del cambio climático para la región de la triple frontera, utilizamos los resultados de una evaluación para América del Sur en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5. Este estudio fue realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil. En general, para proporcionar simulaciones a largo plazo del cambio climático a una mayor resolución, los modelos climáticos regionales se anidan en los modelos climáticos globales. En este estudio, el Modelo Regional del Clima, llamado ETA, se anidó en dos modelos climáticos globales, el HadGEM2-ES y el MIROC5. Este análisis se centró en las proyecciones del cambio climático para el verano y el invierno. Además, los cambios futuros se mostraron en intervalos de tiempo de 30 años, que comprendían el corto plazo (2011-2040), el mediano plazo (2041-2070) y el largo plazo (2071-2100). El período de referencia es 1961-1990 (Chou et al., 2014).

Se utilizó un estudio adicional para comparar y contrastar los resultados de las proyecciones futuras del clima. Esta investigación se titula "Análisis climático utilizando el experimento regional coordinado de reducción del descenso del clima (CORDEX) simulaciones en un marco de cooperación: el caso de Paraguay", y fue realizado por el Centro Euromediterráneo de Cambio Climático de Italia. En este estudio, los escenarios del IPCC (RCP2.6, RCP4.5 y RCP8.5) de la AR5 se utilizaron

en modelos climáticos y ambientales de CORDEX para hacer proyecciones climáticas sobre Paraguay. Los cambios futuros se mostraron para los mismos períodos de tiempo de la investigación descrita anteriormente. Sin embargo, en este estudio el período de referencia fue 1971-2000, mientras que se analizaron todas las estaciones (Mercogliano, et al., 2017).

### 5.5.1 Temperatura

Con respecto a los cambios de temperatura, las simulaciones producidas con ETA-HadGEM fueron más sensibles a un aumento de GHGs en comparación con las simulaciones ETA-MIROC5. Así, los resultados muestran valores mayores para las temperaturas proyectadas en ETA-HadGEM en comparación a ETA-MIROC5 (Tabla 15). Además, los resultados de proyecciones sobre Ciudad del Este también muestran aumentos de temperatura para cada período y temporada. En conclusión, todas las proyecciones muestran que la temperatura aumentará sobre la región de la triple frontera a lo largo de los años (Tabla 16).

Tabla 15. Cambios proyectados de temperature en la región de la Triple Frontera

Modelos	Periodo de tiempo	Verano (Diciembre-Enero-Febrero)		Invierno (Junio-Julio-Agosto)	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
		ETA-HadGEM	Corto plazo	+2.5°C	+3.5°C
Medio plazo	+3.5°C		+5°C	+3°C	+4°C
Largo plazo	+4.5°C		+9°C	+3°C	+6°C
ETA-MIROC5	Corto plazo	+1°C	+1°C	+1°C	+1°C
	Medio plazo	+1.5°C	+2°C	+1°C	+2°C
	Largo plazo	+1.5°C	+3°C	1.5°C	+3°C

Basado en: (Chou et al. 2014).

Tabla 16. Cambios proyectados en temperatura sobre Ciudad del Este, PY.

Periodo de tiempo	Primavera (Septiembre-Octubre- Noviembre)			Verano (Diciembre-Enero- Febrero)			Otoño (Marzo-Abril-Mayo)			Invierno (Junio-Julio-Agosto)		
	RCP			RCP			RCP			RCP		
	2.6	4.5	8.5	2.6	4.5	8.5	2.6	4.5	8.5	2.6	4.5	8.5
Corto plazo	+0.5°C	+0.5°C	+2°C	+0.5°C	+0.5°C	+0.5°C	+0.5°C	+0.5°C	+2°C	+0.5°C	+0.5°C	+0.5°C
Medio plazo	+1°C	+2.5°C	+3°C	+1.5°C	+2.5°C	+3°C	+2°C	+2.5°C	+3.5°C	+0.5°C	+2°C	+3°C
Largo plazo	+1.5°C	+3°C	+4.5°C	+1.5°C	+3°C	+4°C	+1.5°C	+3°C	+4.5°C	+1°C	+2.5°C	+4.5°C

Basado en: (Mercogliano, P. et al., 2017)

### 5.5.2 Precipitación

En cuanto a la cantidad de precipitación, las simulaciones con ETA-HadGEM muestran menores niveles de precipitación en comparación con las simulaciones de ETA-MIROC5. Para el verano, la simulación con ETA-HadGEM muestra una reducción de la cantidad de precipitación para todos los períodos de tiempo y escenarios. Por el contrario, las simulaciones con ETA-MIROC5 no muestran diferencias o aumentos en la cantidad de precipitación en cada período de tiempo y escenario (Tabla 17).

Para el invierno, las simulaciones con ETA-HadGEM no muestran diferencias en la cantidad de precipitación en el período de corto plazo en el escenario RCP4.5 y una reducción de la precipitación en el escenario RCP8.5. No hay cambios en la cantidad de precipitación que se encuentran a mediano plazo. Por otra parte, un aumento en la cantidad de precipitación se muestra para el período 2071-2100 en ambos escenarios. En general, las simulaciones con ETA-MIROC5 no muestran cambios significativos en la cantidad de precipitación para todos los períodos de tiempo y escenarios (Tabla 17).

Asimismo, las proyecciones para Ciudad del Este muestran aumentos en la cantidad de precipitación en algunos escenarios y temporadas, y disminuye bajo otros escenarios y temporadas. En general, se observa un aumento en la cantidad de precipitación en la primavera para cada término en todos los escenarios. Por otra parte, se puede observar una reducción en la cantidad de precipitación en verano a largo plazo en cada escenario. En otoño no se pueden detectar cambios significativos,

y en invierno se puede observar un aumento en la cantidad de precipitación bajo RCP2.6 en términos de cortos a largos plazos (Tabla 18).

En conclusión, es difícil determinar los cambios en la precipitación media en la región de la triple frontera, dado que estos cambios dependen del escenario, término y estación. Sin embargo, es importante reconocer que se espera que esta región experimente cambios en la cantidad de precipitación en cada uno de los términos analizados. Por esta razón, se deben implementar soluciones relacionadas con el agua para reducir los impactos negativos en el futuro.

Tabla 17. Cambios proyectados en precipitación sobre la Región de la Triple Frontera.

Modelos	Periodos de Tiempo	Verano (Diciembrer-Enero-Febrero)		Invierno (Junio-Julio-Agosto)	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
ETA-HadGEM	Corto plazo	-1mm/d	-1mm/d	=	-0.5mm/d
	Medio plazo	-0.5mm/d	-0.5mm/d	=	=
	Largo plazo	-1mm/d	-1mm/d	+1mm/d	+1mm/d
ETA-MIROC5	Corto plazo	=	=	+0.5mm/d	=
	Medio plazo	+0.5mm/d	+0.5mm/d	=	=
	Largo plazo	+0.5mm/d	+1mm/d	=	=

Basado en: (Chou et al. 2014).

Tabla 18. Cambios proyectados en precipitación sobre Ciudad del Este, PY.

Periodos de Tiempo	Primavera (Septiembre-Octubre-Noviembre)			Verano (Diciembre-Enero-Febrero)			Otoño (Marzo-Abril-Mayo)			Invierno (Junio-Julio-Agosto)		
	RCP			RCP			RCP			RCP		
	2.6	4.5	8.5	2.6	4.5	8.5	2.6	4.5	8.5	2.6	4.5	8.5
Corto plazo	=	+20%	+20%	=	=	=	=	=	-10%	+10%	=	=
Medio plazo	+20%	+20%	+20%	+10%	=	=	=	=	=	+20%	=	=
Largo plazo	+20%	+10%	+30%	-10%	-10%	-10%	-10%	=	=	+20%	-10%	=

Basado en: (Mercogliano, P. et al., 2017)

### 5.5.3 Indicadores climáticos extremos

En la investigación realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil, se calcularon cuatro indicadores climáticos extremos basados en la precipitación diaria para las proyecciones de reducción de escala: precipitación total anual (PRCPTOT), la cantidad de precipitación de días que excedió el percentil 95 de la precipitación diaria (R95p), los días secos consecutivos máximos anuales (CDD) y los días húmedos consecutivos máximos anuales (CWD).

Los resultados no muestran cambios en los indicadores de CDD y CWD. Sin embargo, en la Tabla 19 se pueden observar los resultados de los indicadores PRCPTOT y R95P para la región de triple frontera. Es importante notar que la cantidad de precipitación de días que excedió el percentil 95 de la precipitación diaria se espera que aumente a lo largo de los años. Esto indica que los eventos extremos de precipitaciones diarias van a ser más intensos en toda la región a lo largo de los años.

*Tabla 19. Indicador eventos climáticos extremos.*

	<b>PRCTOT</b>	<b>R95P</b>
<b>Corto plazo</b>	-200mm to +150mm	-50mm to +50mm
<b>Medio plazo</b>	-100mm to +200mm	0mm to +100mm
<b>Largo plazo</b>	-100mm to +500mm	+50mm to +100mm

Basado en: Chou et al., (2014).

Con el fin de detectar cambios en los extremos climáticos, se obtuvo un conjunto de índices definidos por el Equipo de expertos sobre detección e índices de cambio climático (ETCCDI) utilizando el paquete RClindex del lenguaje de programación R. Para calcular estos indicadores se utilizaron datos meteorológicos (precipitación diaria, temperatura máxima diaria y temperatura mínima diaria) de cada ciudad de la región de la triple frontera. Además, se adoptó un nivel de significación del 5% para aceptar o rechazar las tendencias observadas.

Los resultados muestran que existe una tendencia positiva en el número de días de verano (días en un año con temperaturas máximas superiores a 25 °C) y en el número de noches tropicales (días en un año con temperaturas mínimas superiores a 20 °C). Además, se observó una tendencia positiva en las noches cálidas (porcentaje de días en que la temperatura mínima es superior al percentil 90). Estos resultados muestran un aumento de la temperatura a lo largo de los años, y son

consistentes con los resultados encontrados en indicadores de bajas temperaturas.

Se puede observar una tendencia negativa en el número de días de helada (número de días en un año con temperaturas mínimas inferiores a 0 °C). Además, existe una tendencia positiva en los registros mensuales mínimos de las temperaturas mínimas, lo que indica que las temperaturas mínimas están aumentando (i.e. se hacen más calientes) a lo largo de los años. Además, hay una tendencia negativa en el número de días fríos y noches frescas. Del mismo modo, hay una tendencia negativa en el indicador de duración del frío.

En cuanto a la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas, ya que ambas temperaturas están aumentando a lo largo de los años la diferencia entre ellas es cada vez más pequeña. Por lo tanto, hay una tendencia negativa en el rango de temperatura diurna, y esto probablemente está ocurriendo debido al aumento de la humedad en la atmósfera.

## **5.6 Observaciones finales**

El análisis presentado en este capítulo muestra hasta qué punto se espera que el cambio climático ocurra sobre el planeta y, más específicamente, sobre América del Sur y la región de la Triple Frontera en los próximos años. Es sumamente importante proporcionar a los responsables de la toma de decisiones los conocimientos necesarios para tomar decisiones bien informadas, a fin de lograr el objetivo principal de hacer que la región de la triple frontera sea más resiliente a los efectos del cambio climático.

El aumento de la precipitación para los próximos años, en combinación con un aumento de las tasas de deforestación que causa una disminución de la evapotranspiración, provocará cambios en las condiciones hidrológicas en Sudamérica. De hecho, en las subcuencas de la cuenca del Río de la Plata (Magrin et al., 2014) se encontraron tendencias significativas de aumento del caudal. Cada sector económico en la región de triple frontera debe tener en cuenta estas variaciones en sus proyectos futuros para planificar en consecuencia. Por ejemplo, las empresas y organismos gubernamentales que utilizan el agua como recurso para generar energía eléctrica deben adaptar sus instalaciones a esos cambios y el sector turístico debe analizar cómo podría afectar esto a las Cataratas del Iguazú. Además, es

probable que este aumento en los flujos de los ríos conduzca a grandes inundaciones que afectarán principalmente a las personas que viven en las llanuras inundables.

La gestión de los recursos hídricos es una preocupación importante para muchas ciudades que necesitan proveer agua potable y saneamiento (Henríquez Ruiz 2009). En particular, la disponibilidad de agua para el consumo humano, los sistemas de drenaje de tormentas y las inundaciones son motivo de gran preocupación en la región de triple frontera. En este contexto, los asentamientos irregulares plantean desafíos particulares a la gobernabilidad urbana y a la gestión de riesgos dada su escala, falta de infraestructura y vulnerabilidad socioeconómica (Romero-Lankao, et al., 2012).

Respecto a la producción de alimentos, es importante saber que la variabilidad del clima podría causar daños importantes a los cultivos, y también podría dar lugar a cambios en el ganado en el futuro. Los eventos extremos de precipitación, así como largos períodos sin precipitación, continuarán afectando la producción agrícola. En general, todos los aspectos de la seguridad alimentaria (acceso a los alimentos, utilización y estabilidad de los precios) están potencialmente afectados por el cambio climático (Magrin et al., 2014).

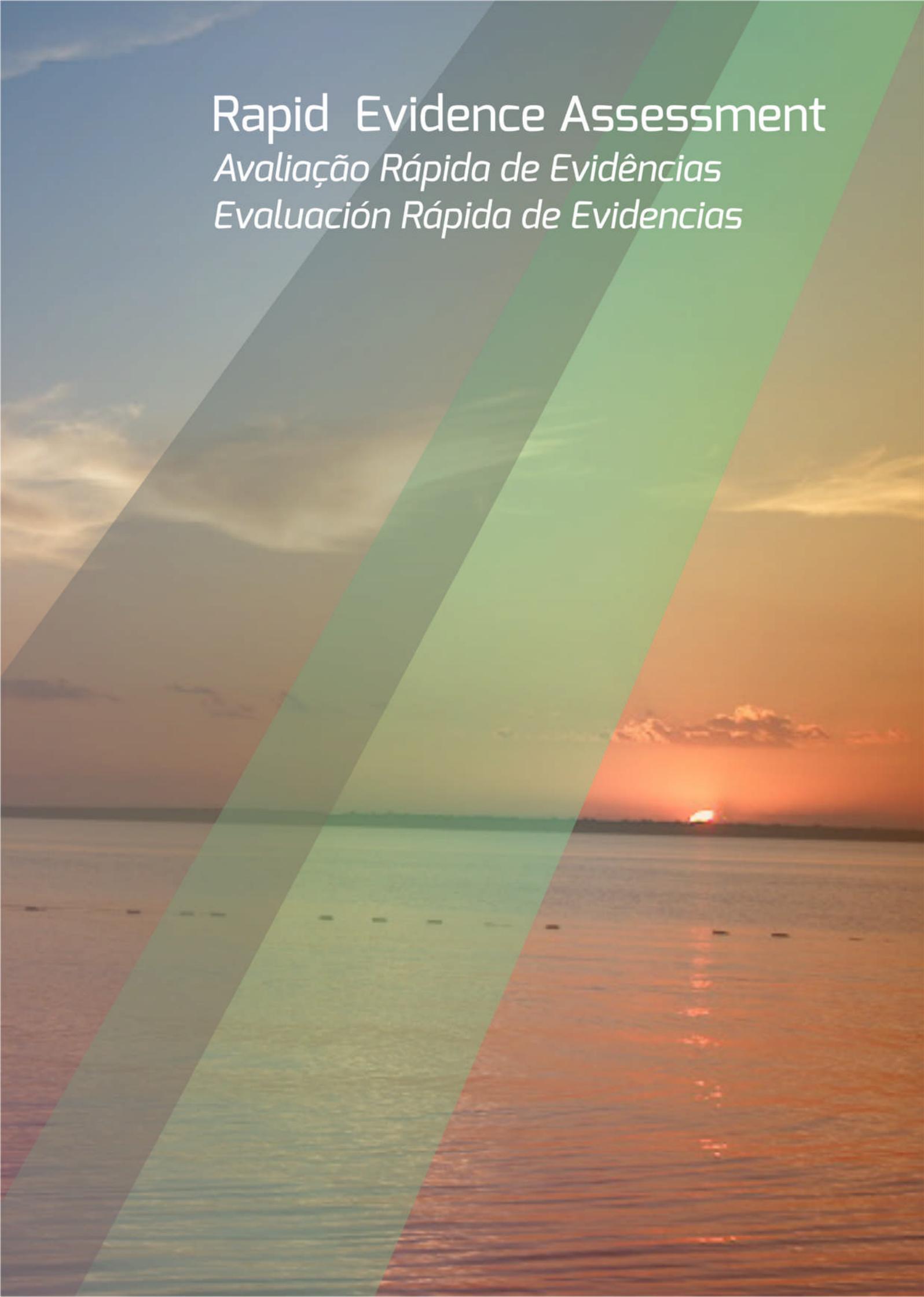
Además, es importante destacar la relación entre los cambios en los eventos meteorológicos extremos y la salud. Los cambios climáticos extremos están afectando a la salud humana al aumentar la morbilidad, la mortalidad y las discapacidades, a través de la aparición de enfermedades en regiones no endémicas (Winchester & Szalachman, 2012; Rodríguez-Morales, 2011). Por ejemplo, la variabilidad climática está asociada con el dengue y su variante hemorrágica en el sur de Sudamérica (Costa, et al., 2010; Viana & Ignotti, 2013). Además, existen estudios que muestran que los aumentos de la temperatura y de las lluvias conducen a incrementos en la cantidad del vector del dengue y, en consecuencia, a aumentos en la fiebre del dengue (Viana & Ignotti, 2013). Además, la incidencia de leishmaniasis visceral ha aumentado en Brasil, Argentina y Paraguay en asociación con El Niño y la deforestación (Cascio, et al., 2011; Bern, et al, 2008; Ready, 2008).

La contaminación del aire y las temperaturas más elevadas en las zonas urbanas están generando más enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas, y la morbilidad por asma y rinitis (Grass & Cane, 2008, D'Amato et al., 2013). Además, las olas de calor y los períodos de frío han aumentado las tasas de

mortalidad urbana. Las ondas de calor suelen matar a las personas causando infarto de miocardio, derrames cerebrales, insuficiencia respiratoria y golpe de calor (McMichael & Lindgren 2011). Por otro lado, en climas fríos el cuerpo humano puede perder más energía y esto puede conducir a hipotermia (temperatura inferior a 35 °C). Del mismo modo, las temperaturas frías pueden causar el estrechamiento de las venas y las arterias y el engrosamiento de la sangre, el aumento de la carga de trabajo cardíaco y conducir a muchos de los mismos problemas cardiovasculares como las ondas de calor producen (Seltenrich 2015).

En conclusión, la región de la triple frontera se enfrenta a diferentes tipos de problemas que en el futuro pueden ser intensificados debido al cambio climático. El primer paso hacia la adaptación al cambio climático es reducir la vulnerabilidad de las ciudades (Magrin et al., 2014). Por ejemplo, hay que mejorar los sistemas de salud, los servicios de agua y saneamiento, la recolección de desechos, entre muchas otras medidas, para que la región sea menos vulnerable al cambio climático.

El siguiente capítulo ofrece una revisión del marco jurídico y de las medidas de adaptación que se están implementando en la región de la triple frontera.



# Rapid Evidence Assessment

*Avaliação Rápida de Evidências*  
*Evaluación Rápida de Evidencias*

## **6 Marco político, jurídico e institucional para la adaptación al cambio climático en la región triangular urbana**

Con el fin de identificar las diferencias y las brechas en los ámbitos normativos, jurídicos e institucionales para la adaptación al cambio climático en la región triangular urbana, se llevó a cabo una Evaluación Rápida de la Evidencia (REA, por sus siglas en inglés)<sup>9</sup>. Considerando las políticas, planes y estrategias existentes de las tres ciudades, y/o de los niveles regionales y nacionales, cuando es aplicable, así como los acuerdos y protocolos de cooperación internacional. Vale la pena señalar que Brasil, Paraguay y Argentina son signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (SFDRR, por sus siglas en inglés). En ese contexto, los tres países han avanzado en el desarrollo de estrategias para la adaptación y la gestión del riesgo climático, paralelamente con la mitigación del cambio climático. Al analizar estos esfuerzos, la REA también destaca la importancia de satisfacer las brechas existentes, a fin de lograr una planificación y ejecución de la adaptación más eficaz en la región como conjunto.

### **6.1 Políticas, planes y estrategias de adaptación existentes**

La primera parte de la evaluación se centra en los marcos locales de adaptación que existen en cada una de las tres ciudades, junto con los entornos regionales y nacionales que los orientan o complementan. Cabe señalar que en algunos casos no se dispone de datos locales, ya que las estrategias formales para la adaptación climática son todavía relativamente recientes en los tres países, como se presentará en las siguientes secciones.

En general, los enfoques de gestión de riesgos identificados a nivel local en

---

<sup>9</sup> Dicha metodología se utiliza para proporcionar una síntesis de evidencias sobre un tema en particular, es más estructurada que una revisión de la literatura, pero no tan exhaustiva como una revisión sistemática. Se puede utilizar para obtener una visión general de la densidad y la calidad de la evidencia sobre la cuestión, así como para proporcionar evidencia sobre temas clave y determinar las brechas en la evidencia; con el fin de apoyar las decisiones de programación o la puesta en marcha de nuevas investigaciones (GDS, 2016).

relación con los fenómenos meteorológicos extremos se dirigen principalmente a la alerta y respuesta de emergencia, incluida la identificación y el seguimiento de las zonas de riesgo. Sin embargo, también se han identificado esfuerzos en pro de la prevención, por ejemplo, en el contexto de otros instrumentos de gestión urbana, como estudios de infraestructura y drenaje realizados para implementar planes de urbanización y saneamiento.

### **6.1.1 Foz do Iguaçu**

En Brasil, las directrices para las medidas locales de adaptación son proporcionadas por el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Lanzado en 2016, dicho plan se desarrolló de acuerdo con la Política Nacional sobre Cambio Climático y el Plan Nacional sobre Cambio Climático, así como los planes sectoriales de adaptación y mitigación, y los compromisos asumidos por el país en el ámbito de la CMNUCC. Las estrategias fueron divididas en 11 temas o sectores, los cuales incluyen Ciudades y Desastres Naturales (MMA, 2016).

La Estrategia de Ciudades señala que las vulnerabilidades identificadas en Brasil a nivel local con respecto al cambio climático, varían en muchos aspectos, y estos deben tenerse en cuenta para definir los enfoques de adaptación. Por ejemplo, las ciudades de 100.000 a 500.000 habitantes, como es el caso de Foz do Iguaçu, tienden a presentar vulnerabilidades relacionadas con el drenaje y el saneamiento, a la exposición a riesgos como inundaciones (especialmente en áreas de ocupación irregular) y propagación de enfermedades transmitidas por el agua. En este sentido, una de las directrices destacadas en la estrategia, es la elaboración de un Plan Municipal de Reducción de Riesgo, previsto en el Estatuto de la Ciudad (Ley Federal Nº 10.257/2001), junto con otros instrumentos de planificación local<sup>10</sup> (MMA, 2016b). En 2013, el 90,6% de las ciudades brasileñas no tenían dicho plan (IBGE, 2014). Hasta el día de hoy, por lo que se pudo investigar, sigue siendo el caso de Foz do Iguaçu, aunque otros instrumentos de planificación abordan el tema, como será discutido más adelante.

---

<sup>10</sup> Entre ellos se encuentran el Plan Director Municipal, Plan de la Cuenca Hidrográfica, Plan Ambiental Municipal, la Agenda Local 21, el Plan Integrado de Manejo de Orla, Plan Municipal de Manejo de Desechos Sólidos, Plan Municipal de Saneamiento Básico, Plan de Movilidad y el Plan Local de Vivienda de Interés Social.

La Estrategia de Ciudades también reitera la importancia de integrar y compatibilizar los instrumentos de planificación local, considerando que "[...] *todos los planes sectoriales relacionados con la calidad de vida en el proceso de urbanización, son también instrumentos de planificación ambiental, los cuales son esenciales para reducir la sensibilidad de los municipios a los impactos futuros, además de aumentar su capacidad adaptativa*" (MMA, 2016b, p. 73). En ese sentido, la expansión urbana, infraestructura, vivienda, el uso de la tierra y saneamiento también se consideran puntos estratégicos, cuyo abordaje debe tener en cuenta los aspectos del cambio climático. En el caso de Foz do Iguaçu, aunque la evaluación identificó que el Plan Director de la ciudad fue renovado en 2016 (PMFI, 2016), no fue posible revisar el documento en el momento de redactar este informe, con el fin de verificar qué tan avanzado está en términos de adaptación climática. Según los entrevistados del proyecto, recientemente se han realizado también esfuerzos para estudiar los problemas de drenaje de la ciudad, para integrarlos en la próxima versión del Plan Municipal de Saneamiento, la cual aún no se ha concluido.

Asimismo, la Estrategia de Gestión de Riesgos de Desastres indica la necesidad de fortalecer las medidas de reducción de riesgos a nivel ciudad. También presenta los lineamientos para la preparación ante desastres y las acciones de respuesta ante eventos climáticos extremos. En Brasil, la institución responsable de implementar estas acciones es la Defensa Civil, que está encabezada por un secretario nacional, y depende de organizaciones a nivel estatal, regional y municipal. La estructura está organizada bajo el Sistema Nacional de Protección y Defensa Civil (SINPDEC - Sistema Nacional de Protección y Defensa Civil), que reúne entidades públicas, privadas y no gubernamentales (MMA, 2016b).

Foz do Iguaçu alberga la sede de la Coordinación Regional de Defensa Civil (CORPDEC – Coordinadora Regional de Defensa Civil), que involucra a otros nueve municipios y está coordinada por el Departamento de Bomberos del estado. Vale la pena señalar que en Brasil ésta es una institución militar, aunque existen brigadas civiles y voluntarias organizadas en diferentes entidades. Foz do Iguaçu también tiene su propia Coordinación Municipal de Protección y Defensa Civil (COMPDEC - Coordinadora Municipal de Defensa Civil), coordinada por la Secretaría Municipal de

Seguridad Pública y la Guardia Municipal<sup>11</sup>.

Foz do Iguazu tiene un Plan de Contingencia local de Protección y Defensa Civil, que prevé los procedimientos a seguir en caso de emergencias o desastres relacionados con tormentas, deslizamientos, inundaciones, desbordamientos, granizadas y tormentas de viento. El plan identifica áreas de atención para cada uno de los eventos, describiendo factores de riesgo y posibles daños en los lugares. Presenta los albergues y recursos registrados (vehículos, materiales, recursos humanos e instituciones voluntarias) disponibles para asistir a cualquier evento, así como los contactos y pasos para la activación y movilización del plan. Además, proporciona las prioridades y la estructura organizativa para la gestión de eventos, conocida como SCI (Sistema de Comando de Incidentes). Se supone que el plan es simulado dos veces al año y revisado consecuentemente. Esta revisión debe tener en cuenta la compatibilidad del plan con los adoptados por otros organismos de apoyo, que puedan actuar conjuntamente en caso de necesidad (Defensa Civil de Paraná, 2017).

Otra rutina prevista en el plan es el monitoreo de factores de riesgo, como los niveles de los ríos, que es una de las posibles causas para activar una alerta de emergencia. El responsable de monitoreo podría también revisar o recibir alertas de otras instituciones, como se menciona en el plan, como SIMEPAR (Sistema Meteorológico de Paraná), que integra el sistema de Defensa Civil, y el CENAD (Centro Nacional de Gerenciamiento de Riesgos y Desastres). Los actores clave consultados por este proyecto también mencionaron CEMADEN (Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales), CPTEC/INPE (Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos/Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales), Itaipu Binacional (que también integra la Defensa Civil y el radar de Asunción, en Paraguay).

La emisión de una alerta y activación del plan ocurre principalmente a través de teléfono y radio, pero también a través de Internet, en especial por correo electrónico y mensajes de texto, aplicaciones como WhatsApp. Los actores clave mencionaron que se está desarrollando y probando una aplicación específica para este asunto, que podría incluir el uso público en el futuro, y que también está siendo

---

<sup>11</sup> <http://www.geo.pr.gov.br/mapserver/defesacivil/coordenadores/geo.html>

estudiando el uso de mensajes SMS para ese propósito. De acuerdo con el plan, en caso de que los sistemas telefónicos y de radio se vean afectados en un evento, la Red Estatal de Emergencia de Radioaficionados (REED) debe ser contactada lo más rápido posible. En el SIC, mencionado anteriormente, también hay miembros asignados en puestos de comunicación e información pública; sin embargo, el plan no detalla cómo las alertas deben ser proporcionadas a la población.

El sistema de Defensa Civil también cuenta con instrumentos para registrar eventos a nivel estatal y nacional. De hecho, una de las directrices de la Estrategia de Gestión del Riesgo de Desastres del Plan Nacional de Adaptación es la integración de este tipo de bancos de datos (MMA, 2016b). En Paraná, el sistema cuenta adicionalmente con el apoyo del Centro Universitario de Estudios e Investigaciones sobre Desastres (CEPED/PR - Centro Universitário de Estudos e Investigações sobre Desastres), inaugurado en 2013 en el municipio de Cascavel, a 140 km de Foz do Iguaçu. Una función del centro es proporcionar información y educación para la reducción del riesgo de desastres a instituciones públicas y privadas, así como a la población en general<sup>12</sup>. Según los actores entrevistados por el proyecto, el COMPDEC de Foz do Iguaçu está tratando de implementar un CEPED en el municipio. Asimismo, se mencionó una asociación que está en curso con CEMADEN para instalar pluviómetros en el área municipal, con el fin de producir información meteorológica específica para la localidad.

Además, otras instituciones en Foz do Iguaçu tienen sus propios planes de emergencia, como el Parque Nacional Iguazú y la Itaipú Binacional. El municipio también participa en la campaña de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, por sus siglas en inglés) titulada Making Cities Resilient - My City's Getting Ready (Desarrollando Ciudad Resilientes – Mi ciudad se está preparando). La ciudad aparece en el sitio web de la campaña, pero no hay informes disponibles. No fue posible corroborar el avance que la ciudad tiene en el desarrollo de los planes bajo este marco.

---

<sup>12</sup> <http://www.ceped.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1>

### 6.1.2 Ciudad del Este

Del mismo modo, en Paraguay, las directrices para la adaptación a nivel de ciudad, son proporcionadas por el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, lanzado en 2016, con base en la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático<sup>13</sup> lanzada en 2015. Se estructuró de acuerdo con la Política Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Desarrollo, la Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos y el Plan Estratégico Institucional 2015-2018 (SEAM, 2016).

El documento presenta acciones transversales a ser conducidas en múltiples instancias gubernamentales, incluyendo municipios, como la incorporación de aspectos de cambio climático en la planificación y gestión territorial. También determina que las municipalidades paraguayas deberán desarrollar su Plan Local de Adaptación al Cambio Climático, presentando la estructura operativa y los pasos para su implementación, así como los escenarios para su monitoreo, evaluación y actualización, lo cual tendrá lugar en períodos de cinco años. Cada ciudad debe elegir un punto focal para cuidar el cumplimiento del plan, aunque su desarrollo debe involucrar a la Junta Municipal y al Consejo Municipal de Desarrollo, así como a actores clave del sector privado y de la sociedad civil, incluyendo aquellos que posean recursos locales y conocimientos ancestrales. Los criterios de prioridad indicados para la implementación de las medidas de adaptación son: vulnerabilidad, urgencia, sinergia con las medidas de mitigación, viabilidad, flexibilidad, relación costo-beneficio y eficacia. En este sentido, el plan destaca la importancia de dirigir esfuerzos para reducir los riesgos relacionados con el clima y aumentar la resiliencia (SEAM, 2016). Sin embargo, a medida en que fue investigado, Ciudad del Este aún no tiene este plan específico. Por otra parte, el municipio está trabajando en el desarrollo de su plan de urbanización, conocido localmente como "Plan Taniguchi", refiriéndose al nombre del técnico responsable de su elaboración. Según los informantes del proyecto, el plan contempla mucho de lo que hay que hacer en la ciudad en términos de infraestructura, en todos los sentidos. Tal proceso comenzó en 2014, pero el plan aún no está siendo implementando y no se pudo corroborar.

Además, el municipio cuenta con un Consejo Local para la Reducción y

---

<sup>13</sup> Corresponde a la segunda parte del Plan Nacional de Cambio Climático, mientras que la primera parte, publicada en 2014, se refiere a la Estrategia de Mitigación.

Respuesta al Riesgo, cuya coordinación fue asignada al Director de Desarrollo Social, Cultura, Deportes y Turismo de la ciudad. Según los entrevistados del proyecto, la creación de dicho consejo fue guiada por las premisas de la Ley Federal n. 2615/05, que establece a la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) como institución federal encargada de la gestión y reducción del riesgo de desastres. Dicha ley prevé que la responsabilidad inmediata de la atención de emergencia y desastre corresponde a la organización del distrito, encabezada por el Intendente de la ciudad<sup>14</sup>. De hecho, la Ley Orgánica Municipal (nº 3966/10) establece como deber de un municipio, prevenir y atender situaciones de emergencia y desastres<sup>15</sup>. Según los informantes del proyecto, el consejo trabaja junto a la Secretaría de Emergencia Nacional, la organización local de la Cruz Roja, el Cuerpo de Bomberos de la ciudad e Itaipú Binacional, que también es miembro de la Comisión Nacional Paraguaya de Cambio Climático, entre otras instituciones que colaboran de manera voluntaria. Sin embargo, aunque el Municipio dispone de un conjunto de procedimientos para actuar en caso de emergencias, no existe un protocolo oficial disponible para consulta, por lo que fue investigado.

En cuanto a los sistemas de alerta temprana, los informantes entrevistados afirman que Itaipú Binacional tiene un papel clave, ya que debe notificar al municipio sobre los niveles de la represa y de las variaciones de caudal que podrían causar inundaciones en la ciudad. También se informó que Itaipú está desarrollando protocolos de alerta y respuesta de emergencia, considerando la información de otros puntos de la cuenca, de acuerdo con la Secretaría de Emergencia Nacional. El Departamento de Bomberos también depende de la información proporcionada por la DMH/DINAC (Dirección de Meteorología y Hidrología/Dirección Nacional de Aeronáutica Civil) que opera en el Aeropuerto Internacional Guaraní, en la ciudad vecina de Minga Guazú, la cual envía advertencias a la corporación, sin embargo, parece ser una colaboración informal, principalmente a través de mensajes de WhatsApp. Al igual que en Foz do Iguazú, las aplicaciones de telefonía y mensajería por internet, parecen ser los principales canales utilizados para activar las acciones de emergencia, aunque el Departamento de Bomberos también utiliza la comunicación por radio. Es importante señalar que, en Ciudad del Este, los bomberos

---

<sup>14</sup> <http://www.ifrc.org/Docs/idrl/613ES.pdf>

<sup>15</sup> <http://www.mcde.gov.py/application/files/9014/7636/0617/Ley3966-10OrganicaMunicipal.pdf>

trabajan de forma voluntaria y asociativa.

Paraguay también está invirtiendo en la expansión de su red de monitoreo y alerta hidrometeorológica, encabezada por la DMH. En ese ámbito, se prevé la puesta en marcha de un Centro Regional de Meteorología con una unidad en Ciudad del Este (PNUD, 2016).

### **6.1.3 Puerto Iguazú**

Argentina, a su vez, tiene en marcha su Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático<sup>16</sup>. Esperado para el 2019, el documento proveerá el marco conceptual e institucional para implementar planes locales de adaptación, de manera similar a la de Paraguay y Brasil. Está siendo desarrollado en el ámbito del Gabinete Nacional para el Cambio Climático, creado en 2016, reuniendo 12 ministerios bajo la coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS), junto con instituciones privadas, académicas y no gubernamentales. En 2015, también se creó una Dirección de Adaptación específica en 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).

Sin embargo, en 2015 se publicó una guía previa 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 (actualmente MAyDS). Señala las medidas prioritarias presentadas en la Segunda Comunicación Nacional para el Cambio Climático, la cual incluye la infraestructura y la adaptación al uso de la tierra, y proporciona una metodología para incorporar el componente climático en la planificación local. Esto abarca cómo identificar vulnerabilidades, riesgos y potencialidades de adaptación en cada lugar (SAyDS, 2015). Sin embargo, en la medida en que pudo ser investigado, actualmente Puerto Iguazú no cuenta con un instrumento de manejo específico para la adaptación al clima.

---

<sup>16</sup> Sin embargo, Ludeña, Wilk y Quiroga (2012) mencionan los esfuerzos ya realizados en materia de planificación de la adaptación al cambio climático en el país, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, así como el Programa Nacional de Adaptación que incluye la elaboración de Planes Regionales para la adaptación.

En términos de preparación y respuesta ante emergencias, el municipio se basa en una estructura local de Defensa Civil. Esa estructura está encabezada por el Intendente y dirigida por un miembro del Departamento de Bomberos, el cual es, como en Ciudad del Este, una institución voluntaria. Un miembro de la brigada actúa como Jefe de Operaciones y un miembro del hospital municipal ocupa el cargo de Director de Emergencias Comunitarias y Sanitarias. El ejército, la gendarmería y otras fuerzas también podrían actuar conjuntamente. La Defensa Civil es responsable de identificar, analizar y mitigar los posibles riesgos, así como de la planificación y conducción de acciones de emergencia, y también de la rehabilitación de los servicios públicos en las zonas afectadas. Los procedimientos que deben tomarse para cada tipo de emergencia se describen en el Plan de Contingencia Local, el cual prevé medidas para las inundaciones, accidentes de tráfico con múltiples víctimas, incidentes con sustancias peligrosas, incendios, incidentes aeroportuarios y damnificaciones masivas (Benítez 2010). Por ejemplo, en el caso de una inundación, la brigada de bomberos es responsable de proteger a la población afectada, mientras que el departamento de Acción Social del municipio proporciona refugios seguros para las personas. Dependiendo de la ocasión, la Defensa Civil local podría pedir ayuda a la provincial, quien, a su vez, podría solicitar ayuda a la federal.

La Defensa Civil local también tiene un protocolo de comunicación establecido. Determina la colecta cotidiana de datos tales como las condiciones meteorológicas, las carreteras y la situación de los servicios públicos; lo que puede señalar la necesidad de actuar. La información debe ser verificada, organizada y archivada, así como intercambiada con otros organismos. También se supone que los canales de comunicación disponibles sean controlados diariamente y reparados consecuentemente. Además, el protocolo presenta el organigrama para activar los procedimientos de emergencia (Benítez 2010).

Con respecto a los sistemas de alerta temprana, los entrevistados informan que la Defensa Civil local podría recibir alertas de su contraparte provincial, así como del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Aeropuerto Internacional Puerto Iguazú y del radar del municipio brasileño de Cascavel, a través de la comunicación por radio y WhatsApp. Cabe destacar que la Provincia de Misiones donde se encuentra Puerto Iguazú es la única en Argentina que posee un organismo ambiental con rango ministerial: el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de Misiones.

Entre las medidas que esta institución viene desarrollando para la adaptación al cambio climático, está la implementación de planes de contingencia y sistemas de alerta temprana<sup>17</sup>.

## 6.2 Acuerdos y protocolos de cooperación internacional

La segunda parte de la evaluación se centra en los contextos formales y los instrumentos ya desarrollados en materia de cooperación entre las tres ciudades o países, especialmente en lo relativo a los sistemas de alerta y respuesta ante desastres y situaciones de emergencia. Cabe destacar que el espíritu de cooperación en la región triangular urbana 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. Aunque no se utiliza con frecuencia (Kouwenhoven, 2014), el documento pretende fortalecer los vínculos de buena vecindad en la frontera, facilitando el intercambio comercial, turístico, cultural, educativo, sanitario y social, y promoviendo el bienestar de las comunidades, entre otros temas.

Por otra parte, es importante mencionar el Acuerdo Tripartito de Cooperación Técnica y Operativa entre Itaipú y Corpus, firmado por Paraguay, Brasil y Argentina en 1979. Este documento establece normas y principios para la explotación de los recursos hídricos de la región. Destaca, entre otros puntos, el compromiso de evitar daños y mantener las condiciones de navegabilidad, explotación portuaria y preservación del medio ambiente, así como la idoneidad del uso de cursos de agua sucesivos y a no causar daños a cualquier otro Estado en la cuenca (SAE, 2013).

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<sup>18</sup>. En 2017, se agregó un ajuste complementario al documento, relativo a la prestación de servicios de asistencia de emergencia y a la cooperación

---

<sup>17</sup> <http://www.ecologia.misiones.gov.ar/ecoweb/index.php/cambio-clima/acciones-de-adaptacion-y-mitigacion>

<sup>18</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/decreto/D8636.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8636.htm)

en materia de protección civil. Su funcionamiento se basa en la designación de puntos focales en cada localidad, con normas establecidas sobre la circulación de equipos de asistencia y vehículos en territorio vecino. Cada país debe garantizar, por ejemplo, que los profesionales tengan todos sus derechos, seguros y beneficios salvaguardados al actuar en la localidad extranjera<sup>19</sup>.

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 las emergencias ambientales en 2004. Según el mismo, la cooperación debería realizarse, por ejemplo, mediante el intercambio de información y experiencias, la planificación conjunta para la reducción y respuesta al riesgo, la provisión de apoyo técnico y logístico entre países y la capacitación de recursos humanos. Asimismo, el protocolo guía la designación de puntos focales en cada país y determina cómo las partes deben establecer procedimientos compatibles en caso de emergencias ambientales, describiendo las normas de notificación y solicitud de asistencia entre estas<sup>20</sup>.

Cabe señalar que, según los informantes del proyecto, ya existen varias medidas de cooperación a nivel local, aunque no formalmente, como será discutido más adelante en las siguientes secciones del informe. Por ejemplo, se dice que los bomberos y otros miembros de la Defensa Civil de las tres ciudades, toman entrenamiento conjunto y colaboran con personal y recursos en caso de emergencias. Los entrevistados también declararon que mantienen la comunicación a través de la radio y los grupos de WhatsApp para alertas. De hecho, esto parece haber sido estimulado por las reuniones celebradas en el proyecto, ya que los actores locales mencionaron la necesidad de más oportunidades de intercambio con sus contrapartes vecinas. Sin embargo, hay avances para institucionalizar dicha cooperación, como en una propuesta de asociación existente entre los tres Departamentos de Bomberos (SEAE, 2017).

---

<sup>19</sup> <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/component/tags/tag/1?start=570>

<sup>20</sup> <http://www.mre.gov.py/v1/Adjuntos/mercosur/Acuerdos/2004/espanol/71-protocoloadicionalalacuermarcosobremedioambientedelmercosur-emergenciasambientales.pdf>

### **6.3 Diferencias y brechas en los entornos institucionales y jurídicos**

Dado que los contextos específicos para la adaptación son relativamente recientes en los tres países, lo observado es que, a nivel local, las iniciativas formales en este sentido son todavía incipientes. Ninguna de las ciudades de la región triangular urbana tiene, en la actualidad, instrumentos legales o de gestión relacionados con la adaptación al cambio climático. Sin embargo, el desarrollo de éstos está previsto en los planes nacionales de adaptación de los tres países. Aunque actualmente Argentina está desarrollando su plan, se han realizado esfuerzos para guiar la gestión local, como se describió anteriormente. En los tres países se ofrecen orientaciones similares para este propósito, aunque aún no se hayan concretado, centradas en la evaluación de las vulnerabilidades locales y en las medidas de reducción de riesgos, especialmente relacionadas con la ordenación territorial, el uso de la tierra, el saneamiento y la infraestructura. Otra directriz común es la incorporación de factores de cambio climático en todos los casos de gestión y desarrollo urbano. Esto ofrece una oportunidad para la planificación conjunta de la adaptación entre las ciudades, como se recomienda en los acuerdos de cooperación existentes, lo que puede aumentar la capacidad de resistencia entre todas las partes.

Respecto a la prevención y respuesta a desastres, por otro lado, los escenarios institucionales en las tres ciudades presentan varias diferencias. Los municipios son los que coordinan las acciones en todos los lugares; sin embargo, las instancias gubernamentales a cargo de estos asuntos varían: en Foz do Iguaçu, están en el ámbito de control de la Secretaría de Seguridad Pública y la Guardia Municipal; en Ciudad del Este, del Consejo de Reducción de Riesgos y Respuesta; y en Puerto Iguazú, del Intendente y de los bomberos. De hecho, el Departamento de Bomberos juega un papel importante de alerta y procedimientos de respuesta en las tres ciudades, organizándose claramente en cada una de ellas. Mientras que en Foz do Iguaçu se trata de una institución militar mantenida por el estado, en Ciudad del Este y Puerto Iguazú se basa en el trabajo voluntario. Según los entrevistados del proyecto, debido a este tema, la brigada de Foz do Iguaçu posee más recursos y equipo que los otros dos. Además, fue posible identificar planes de contingencia formalizados sólo en Foz do Iguaçu y Puerto Iguazú.

De cualquier modo, la posible integración de los sistemas de alerta y activación

de emergencia utilizados por las tres ciudades, podría aumentar la eficacia de todas las partes. Sin embargo, es importante reiterar que la cooperación transfronteriza ya existe en ese sentido, ya que las ciudades reciben información de radares extranjeros como los de Asunción y Cascavel, y las iniciativas de cooperación entre los bomberos y la Defensa Civil también son mencionadas por los entrevistados, aunque no recurren a protocolos ya establecidos a nivel nacional, como la iniciativa Mercosur. De hecho, algunos de estos protocolos parecen ser desconocidos por los actores locales. Otro punto que merece atención es que dicha integración debe incluir todos los canales de comunicación posibles, especialmente la radio, ya que es menos probable que se vea afectada por un evento.

Con base en la evaluación, es posible verificar que los ajustes formales existentes y los acuerdos de cooperación pueden ser explorados para fortalecer la adaptación al cambio climático en la región triangular urbana. Esto representa una gran oportunidad, ya que uno de los posibles obstáculos para la cooperación puede ser la rigidez institucional o legislativa. En este caso, por el contrario, existen entornos establecidos que favorecen la integración y la sinergia para la adaptación al clima, lo que puede potenciar y optimizar las acciones hacia la resiliencia de la región en su conjunto. Aunque existen medidas de cooperación que ya funcionan sobre la base de arreglos informales, su institucionalización sería importante para garantizar que se sigan las mismas normas independientemente de los cambios en las funciones y estructuras del gobierno. Por lo tanto, acuerdos específicos a nivel local pueden representar un camino interesante, como la alianza mencionada que está en discusión entre los Departamentos de Bomberos de las tres ciudades. En el ámbito del Mercosur, el recientemente creado Subgrupo de Trabajo 18, considera que la integración fronteriza, puede ser otra oportunidad para desarrollar ese tipo de escenario, como lo señalan los actores locales.



# Socio-economic vulnerabilities

*Vulnerabilidades socio-econômicas*  
*Vulnerabilidades socio-económicas*

## **7 Vulnerabilidades socioeconómicas a eventos meteorológicos extremos en la región triangular urbana**

Dada la complejidad de los problemas de hoy, particularmente en el cambio ambiental global, donde las ciencias naturales y sociales tienen un papel que desempeñar en la comprensión del problema, se requiere, el uso de múltiples enfoques. Este estudio utilizó un enfoque de método mixto para entender la vulnerabilidad de la región triangular urbana a las variaciones y extremos climáticos. Al combinar los puntos de vista cuantitativos y cualitativos, valorando tanto el conocimiento objetivo como el subjetivo, se espera proveer un mejor panorama de las ciudades.

La primera sección de este capítulo establece el terreno para la evaluación, ofreciendo algunas definiciones para aclarar lo que se pretende evaluar: la vulnerabilidad de las tres ciudades, Foz do Iguaçu (Foz) Ciudad del Este (CDE) y Puerto Iguazú (PI) a eventos meteorológicos extremos. La sección 6.2 presenta el análisis cuantitativo y la sección 6.3 el análisis cualitativo.

### **7.1 Marco teórico ¿Qué queremos decir con vulnerabilidad?**

Una evaluación de las vulnerabilidades a las variaciones y extremos climáticos debe comenzar con una idea clara de lo que será evaluado. La vulnerabilidad tiene una larga tradición, varios autores han seguido su evolución y han sugerido que ha sido una poderosa herramienta analítica a lo largo de los años (véase Adger, 2006; Eakin y Luers, 2006; Fussel y Klein, 2006; Janssen et al., 2006; Cutter, 2003; Kelly y Adger, 2000; Brooks, 2003; O'Brien et al., 2004a). La vulnerabilidad es un término controversial y no se ha logrado consenso con respecto a una definición aceptada universalmente (Carter et al., 2015). En general se entiende que la vulnerabilidad al cambio climático está en 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 es "*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". La exposición es "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". Capacidad adaptativa "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". Y, la capacidad de reacción "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". Estas definiciones vienen de Agard et al., 2014.*

Diferentes interpretaciones de la vulnerabilidad tienen implicaciones en la evaluación de los resultados y consecuentemente en las recomendaciones para los formuladores de políticas (Kelly & Adger 2000; O'Brien, Sygna, et al. 2004)<sup>21</sup>. En esencia, la comprensión de estos términos afecta el tipo de adaptación que se promueve, influyendo en las decisiones sobre cómo operacionalizar el proceso de adaptación (O'Brien et al., 2007). Por lo tanto, para evitar equivocaciones y tomando el concepto del IPCC 5AR, la vulnerabilidad se entiende aquí como un fenómeno que abarca la sensibilidad de una ciudad; es decir, las características sociales, económicas y ambientales inherentes a la ciudad, que están expuestas a un cierto evento relacionado con el clima, al cual la ciudad reacciona y previene daños futuros. De esta manera, el nivel de vulnerabilidad de una ciudad dependerá de sus capacidades de reacción (la capacidad actual para responder a los efectos a corto plazo de un evento climático extremo) y sus capacidades de adaptación (capacidad a largo plazo para planificar prevenir y/o gestionar los impactos del cambio climático).

---

<sup>21</sup> Estamos tomando el punto de partida, la vulnerabilidad contextual definida por (O'Brien et al., 2007) en la que la vulnerabilidad es una interacción multidimensional y procesual entre el clima y la sociedad. En consecuencia, reducir la vulnerabilidad abarca los ajustes orientados para hacer que los individuos respondan y se adapten a las nuevas condiciones (O'Brien et al., 2007). Considerando que hay otra tendencia, es decir, tomar la vulnerabilidad como punto final o resultado: "La vulnerabilidad como punto final de una secuencia de análisis que comienza con proyecciones de tendencias futuras de emisiones, pasando al desarrollo de escenarios climáticos y concluyendo con estudios de impacto biofísico y a la identificación de opciones adaptativas. Las consecuencias residuales que persisten después de la adaptación definen los niveles de vulnerabilidad (Kelly & Adger 2000; O'Brien et al., 2007)" (Agard et al., 2014). Creemos que el punto de partida vulnerabilidad proporciona una comprensión más amplia del fenómeno como causas raíces pueden ser desvelados.

Siguiendo (Hernandez-Montes-de-Oca 2013), este estudio hace una diferenciación entre capacidades de reacción y de adaptación, porque al diferenciar estas capacidades, se pueden identificar diferentes necesidades y maneras en que las ciudades pueden volverse resilientes. Las capacidades de reacción y adaptación pueden resumirse como una mayor capacidad de acción de una ciudad para reducir su riesgo al disminuir su vulnerabilidad. Por esta razón, una evaluación de la vulnerabilidad suele considerar la capacidad de las ciudades para reaccionar y responder a los eventos climáticos (por ejemplo, si hay planes para adaptarse al cambio climático en la ciudad ¿Cuántos recursos para la prevención de desastres se asignan? ¿Hay planes coordinados para las tres ciudades? ¿Existe capacidad técnica y organizativa para reducir los riesgos?).

La evaluación de cada componente de vulnerabilidad (sensitividad, exposición, capacidad 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 sensitividad (Tapia et al., 2015). Mapeo de la vulnerabilidad (Adger, 2006), modelo matemático, teniendo en cuenta el valor esperado de la sensitividad (Luers et al.2003). Un enfoque basado en indicadores, ha sido ampliamente utilizado en evaluaciones de vulnerabilidad. 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: 63). 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<sup>22</sup>. Por esta razón, este estudio también considera enfoques cualitativos para revelar aspectos que los indicadores cuantitativos no son capaces de mostrar. La siguiente sección presenta el análisis cuantitativo seguido por el análisis cualitativo de vulnerabilidad de la región triangular urbana.

---

<sup>22</sup>Este problema se complica aún más por la escasa disponibilidad de datos, especialmente cuando se utilizan los mismos indicadores para ciudades de diferentes países. En muchos casos, los indicadores no se informan en las mismas unidades o formatos, o pueden ser simplemente inexistentes. Estas brechas pueden limitar una evaluación integral de la vulnerabilidad. Por esta razón, se ha tenido cautela en la selección de indicadores específicos, asegurando en lo posible que estén disponibles y sean consistentes entre los diferentes contextos urbanos.

## 7.2 Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU)

El objetivo de esta sección es presentar un conjunto de indicadores que permitan evaluar las tres ciudades en términos de vulnerabilidad y capacidad de reaccionar, responder y adaptarse a un clima cambiante. El desarrollo de tales indicadores sirve como un ejercicio útil no sólo para comprender las vulnerabilidades a nivel de ciudad, sino también para proporcionar una primera indicación de las acciones que se necesitan y dónde estas se requieren. Además, estos indicadores ofrecen un enfoque práctico para comparar y comunicar las diferentes situaciones de las tres ciudades, y representan un punto de partida para evaluaciones adicionales y más profundas.

Como se ha mencionado anteriormente, se recomienda un enfoque basado en el indicador para la evaluación de la exposición y la vulnerabilidad. En relación con los indicadores de vulnerabilidad urbana, la Agencia Europea de Medio Ambiente recomienda que su desarrollo y comunicación requieren de cuidadosas explicaciones sobre lo que significa el indicador y para qué propósitos puede o no ser utilizado (EEA, 2011). Swart et al (2012) enumerará una serie de beneficios del uso de indicadores de vulnerabilidad urbana para apoyar la toma de decisiones, por un rango de actores interesados en diferentes niveles y como base para el proceso de adaptación y aprendizaje. Con cautela, cuatro de ellos pueden aplicarse a nuestro estudio de caso: 1) Identificando los desarrollos específicos con respecto a lecciones que pueden ser aprendidas (nivel nacional); 2) Ofreciendo aportes a las evaluaciones de la eficacia de las políticas, como instrumentos de medición y monitoreamiento (nivel nacional); 3) Obteniendo una indicación de la situación principal en cada una de las ciudades de la región tri-fronteriza (nivel local); 4) Fomentar una investigación profunda de la situación con datos y conocimientos locales más detallados (nivel local). En la práctica, todos los indicadores tienen que ser desarrollados e interpretados cuidadosamente, ya que podrían entregar un mensaje incompleto.

### 7.2.1 Metodología

En este sentido, este proyecto de investigación ha desarrollado un conjunto de indicadores para operacionalizar nuestro marco, es decir, las definiciones presentadas en la sección 6.1. Este marco también fue diseñado para que pueda ser aplicado para la presentación de informes periódicos, dado que los datos se recopilan y se proporcionan de manera oportuna y continua. El marco se centra en los desafíos específicos del cambio climático, como la temperatura, la precipitación (incluido el granizo y el viento), las inundaciones y las sequías. No se consideraron los indicadores de las vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático, que no estuvieran específicamente relacionados con cuestiones urbanas (por ejemplo, los cultivos sensibles a la sequía o al granizo).

El Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU) se basa en la implementación secuencial de una serie de pasos analíticos mostrados en la Figura 15. Comienza con la caracterización de las diferentes dimensiones y subdimensiones de la vulnerabilidad, las cuales representan los temas más importantes a ser medidos basados en una revisión profunda de la literatura. El siguiente paso en la secuencia implica el desarrollo de un modelo de datos capaz de capturar los diferentes elementos de cada dimensión. Se realiza un conjunto de entrevistas, entre otros propósitos, para recopilar datos cualitativos de las partes estratégicas interesadas cuando la información cuantitativa no estaba disponible. La secuencia conduce entonces a la generación de una base de datos bien estructurada. Los datos fueron posteriormente clasificados y pre-procesados. Se realizó un control de consistencia interna, basado en medidas de confiabilidad. Una vez revisados los datos, se agregaron indicadores para cada dimensión. Luego, todas las dimensiones fueron combinadas para posteriormente crear un índice.

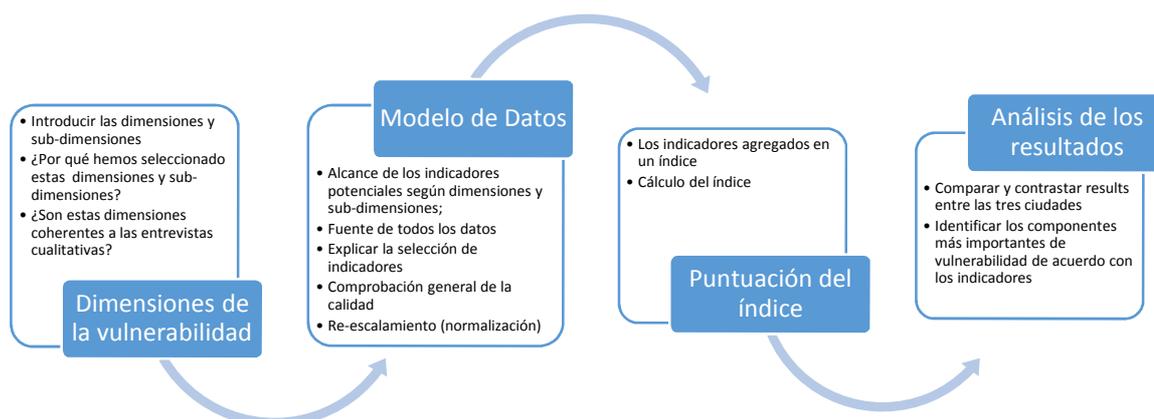


Figura 15. Secuencia analítica adoptada

## 7.2.2 Dimensiones de la vulnerabilidad

El enfoque aplica la descripción anterior de la tipología del IPCC para desarrollar medidas de sensibilidad, capacidad de reacción y de adaptación. En la práctica, el estudio opera las definiciones del IPCC a nivel local para ayudar a entender cómo influyen los diferentes factores en la vulnerabilidad de una ciudad. Esto representa una interpretación particular de la tipología del IPCC y proporciona un punto de partida para estudios más profundos.

Para desarrollar el IVU, asumimos que la vulnerabilidad de las ciudades está fundamentalmente asociada con personas, cosas y lugares, sin importar si experimentan un riesgo que podría causar daño (Carter et al., 2015). Por lo tanto, se espera que los sistemas se vean afectados, positivamente o negativamente dependiendo de su sensibilidad, por los riesgos del cambio climático dada su exposición. Se supone que las ciudades responderían adecuadamente a estos cambios si tuviesen suficiente capacidad de reacción y de adaptación. Por lo tanto, el IVU integra las dimensiones de sensibilidad y capacidad.

Medir la sensibilidad urbana abarca, los factores físicos, sociales y económicos de una ciudad, entre otros, (Cutter 2012, Carter et al., 2015). En esta investigación, la dimensión física consistió en los factores de “Uso del Suelo e Infraestructura” (denominados subdimensiones), partiendo del supuesto de que las ciudades con mejor distribución de espacios verdes y rojos (es decir, en aumento) dentro de las áreas urbanas son menos sensibles a las amenazas climáticas más importantes en la

ciudad (inundaciones y altas temperaturas)<sup>23</sup> (Gábor & Jombach 2009; Klok et al. 2012; Swart et al. 2012). Se seleccionó la calidad de la sub-dimensión de la infraestructura estratégica para proporcionar indicadores sobre la calidad del ambiente construido, centrándose en la vivienda, las infraestructuras de emergencia y de transporte, consideradas como indicadores para la capacidad de la ciudad para mantener sus servicios públicos externos tras los eventos climáticos. Estos eventos representan la vulnerabilidad principal y potencial del entorno construido al cambio climático (Hunt & Watkiss 2011).

Los factores sociales consistieron 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 proporciona información básica sobre la capacidad de las comunidades en las ciudades, para participar en actividades sociales colectivas y apoyar su bienestar. El capital humano y social estuvo representado por el acceso a los sistemas de educación y salud, la disponibilidad de agua, la seguridad, la desigualdad y a la población vulnerable. Algunos grupos de la población son más sensibles que otros a los eventos climáticos (calor e inundaciones). Por ejemplo, las personas mayores de 65 años son más sensibles al calor; también hay importantes factores físicos que afectan a las personas de bajos ingresos y niños pequeños, como la calidad de los edificios, las estructuras verdes y la accesibilidad a los espacios públicos verdes y azules. Sin embargo, algunas de las relaciones entre los tipos de infraestructura y sensibilidad social no fueron examinadas en este estudio, y recomendamos que investigaciones futuras sean desarrolladas en esta área (AEE 2012).

Los factores económicos implican 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 pasar a otras fuentes de ingresos en reacción a las condiciones climáticas adversas que afectan a su actividad principal. Las finanzas públicas proporcionan una medida indirecta de la sensibilidad de la ciudad, a cualquier gasto adicional debido a un impacto climático. Por último, el sector empresarial es un indicador de la solidez de los aspectos económicos de una ciudad.

---

<sup>23</sup>No incluimos otras características importantes del uso de la tierra, como la densidad de población urbana, porque no hay información disponible en el mismo formato para las tres ciudades.

El desarrollo de un conjunto integral de indicadores que capten respuestas (y las capacidades de adaptación) a todos los posibles acontecimientos no es completamente factible ni deseable. Los datos a nivel de ciudad a menudo no están disponibles, y la relación entre algunos de los indicadores existentes y el mensaje que estos pueden proporcionar a veces es débil. En cambio, optamos por indicadores más genéricos, que son relevantes para varias amenazas relacionadas con el clima. En este sentido, tuvimos la precaución de seleccionar indicadores que fueran apropiados en al menos dos de las amenazas climáticas mencionadas por actores clave durante el trabajo de campo (por ejemplo, calor e inundaciones).

Para medir la capacidad adaptativa, la cual es la habilidad de las áreas urbanas de responder a peligros climáticos, las sub-dimensiones fueron divididas en preparación, respuesta, recuperación, redes (networking), concientización y planeación, capacidad de cambio y cooperación. Estas sub-dimensiones juntas representan una alternativa para una adaptación anticipada, así como la habilidad de responder, afrontar y recuperarse de los peligros climáticos ocurridos.

Mediciones directas de la dimensión para las capacidades de reacción y adaptativas son difíciles de encontrar, debido a la relativa novedad de la agenda de adaptación en la región, y a seguir algunos ejemplos de las medidas de que han sido implementadas. Ha sido reconocido que la capacidad de reacción y respuesta podría ser medida fácilmente, esta representa el potencial para la adaptación, en vez de una respuesta a largo plazo (Adger et al. 2004). Sin embargo, aunque una alta capacidad de reacción no pueda ser directamente traducida como eficiente para la gestión de los desastres, la medición de esta, ayuda a una aproximación probable de cómo ciertos lugares se ocupan con los peligros de eventos climáticos extremos. Es útil en comparar como ciudades diferentes se enfrentan a un clima cambiante (Swart et al. 2012).

### **7.2.3 Modelo de Datos**

Una revisión comprensiva de la literatura permitió a los investigadores construir una lista de indicadores genérica, que puede ser utilizada dentro de la evaluación. En total, 15 sub-dimensiones y más de 73 tipos diferentes de indicadores fueron identificados. La Tabla 20 resume estos aspectos:

Tabla 20. Categorías de los indicadores utilizados en el estudio para evaluar la vulnerabilidad de una ciudad al cambio climático.

Dimensión	Sub-dimensión	Indicador
Atributos Físicos (Sensibilidad)	Uso de la Tierra (LUS)	Area de tierra designada para la expansión urbana y areas florestales.
	Estratégico Infraestructura (IFR)	Tipo de materiales más usados para las constucciones de las casas formales promedio (tejados, estructura, etc.) (e.g. concreto, madera, metal, etc.)
		Calidad de la infraestructura principal existente en la ciudad (puentes, avenidas, edificios públicos, distribución de agua, etc.) - (e.g. buena mantención, regular, en necesidad de reparación etc.)
		Número de líneas públicas de colectivos, o otros tipos de transporte. Precio promedio de un (1) pasaje de ida, Taza de motorización, Número de modos de transporte público, Extensión de las avenidas en región urbana. Número de redes locales de TV y radio
Atributos Sociales (sensitividad)	Estructura demográfica y dinámica (DEM)	Población, Densidad poblacional, casas, composición etária, de género y mano de obra.
	Pobreza (POV)	Porcentaje de población con ingresos bajos, Porcentaje de la población que vive en suburbios.
	Bienestar (WBE)	Porcentaje de casas con acceso a agua limpia, Porcentaje de casas con acceso a un sistema de tratamiento de aguas, Porcentaje de casas con acceso a un sistema de destinación de aguas residuales, Taza de mortalidad, Taza de mortalidad infantil- menor a 5 años, Porcentaje de población analfabeta, Porcentaje de niños -menor a 17 años en sistema educativo, Número de asesinatos y de tazas de criminalidad, índice de desigualdad.
Atributos Económicos (sensitividad)	Tamaño y diversificación (SND)	Producto Interno Bruto (PIB), Cuotas del PIB (%) de la agricultura, industria, servicios y gobierno
	Finanzas Públicas (FIN)	Presupuesto Público (gasto), Débito Municipal
	Sector Empresarial (BUS)	Número de empresas, ambiente empresarial (simplicidad en la conducción de actividades empresariales, ajustes legales, impuestos, acceso a mercados.)
Capacidad de reacción (Capacidades)	Preparación (PRE)	Presupuesto del Gobierno orientado a la preparación, Existencia de sistemas de alerta temprana, Existencia de planes o estrategias de riesgo de desastres
	Respuesta (RES)	Calidad de los servicios médicos, calidad de los servicios médicos formales y de emergencia, calidad de los servicios informales de emergencia, número de servicios de respuesta

		de emergencia
	Recuperación (REC)	Existencia de fondos de recuperación, de sistemas de aseguradoras, diseminación de las aseguradoras, Existencia de mecanismos de financiamiento para la recuperación.
Capacidad Adaptativa (Capacidades)	Networks (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 copiadas de otras ciudades)
	Cooperación (COO)	Número de acuerdos de cooperación con otras ciudades

Los indicadores de vulnerabilidad en la Tabla 20 ilustran las características de los receptores potenciales a eventos climáticos extremos en términos de sensibilidad referentes a la disfunción, y su capacidad para resistir, afrontar y adaptarse a estos. Los indicadores de vulnerabilidad fueron catalogados en dos grupos que influyen la vulnerabilidad en direcciones opuestas, denominados como 'sensibilidad' y 'capacidad'. Indicadores que están basados en las mismas variables de fondo, y caracterizan contradictoriamente o mutuamente tendencias socioeconómicas, ambientales, o sociales que han sido únicamente incluidas en el modelo de datos, dentro de la sensibilidad, así como de la categoría de capacidad adaptativa. Es un criterio general para evitar la redundancia. Por ejemplo, la proporción del área descubierta del suelo y la proporción del área verde total, son indicadores que se excluyen mutuamente. Así, decidimos escoger el indicador de áreas verdes, representado por las áreas forestales.

La principal selección de criterios fue: 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 la práctica, esto implica que los indicadores fueron recolectados desde el último año disponible, durante un periodo desde 2002 hasta el 2016. En ausencia de una base de datos a nivel de ciudad, la armonización geográfica implica el uso de transformaciones de valores regionales a valores de nivel ciudad.

Los indicadores económicos de vulnerabilidad se basan fuertemente en datos existentes; estas bases de datos proveen conjuntos de indicadores oficiales y

comparables, a pesar que estas presentan algunas diferencias en unidades temporales y geográficas. En algunos casos, hemos transformado sus escalas usando otros indicadores disponibles que muestran correlación entre los niveles regionales y municipales. Por ejemplo, el Producto Interno Bruto (PIB) de Ciudad del Este no es reportado por la Municipalidad, por las autoridades estatales o por la Oficina Nacional para Estadísticas; pero, encontramos el valor para el Departamento del Alto Paraná, luego lo adecuamos a un valor provincial al nivel de Municipalidad de acuerdo con el PIB per capita, lo que es una suposición común.

Una limitación importante en este indicador basado en la comparación de la vulnerabilidad, ha sido la escasez de datos comparables necesitados para caracterizar las ciudades dentro de algunas dimensiones específicas de vulnerabilidad, lo cual ha sido reconocido en varios estudios (Vinchon et al. 2011; Swart et al. 2012; Tapia et al. 2015). En este caso, representa un asunto complejo, dada la comparación que incluye tres ciudades en tres países diferentes.

En particular, existe una falta de datos comparables para evaluar el grado en el cual las ciudades son conscientes y están tomando pasos específicos hacia la adaptación del cambio climático (capacidad adaptativa y de reacción). Como resultado, algunos indicadores asignados fueron usados para proveer relaciones relevantes en esta dimensión. El compromiso de una ciudad para adaptarse, por ejemplo, fue verificado por medio de la existencia de medidas actuales de adaptación directas o indirectas.

Cuando los datos cuantitativos no estuvieron disponibles, tuvo que ser usada la información cualitativa colectada por medio de entrevistas, aprovechando la identificación amplia de las partes interesadas; algunos de estos fueron entrevistados personalmente usando un formato semi-estructurado, o fueron invitados a responder una encuesta online con preguntas abiertas y cerradas.

En total, 73 indicadores fueron colectados o construidos, e incluidos en el modelo de datos. Estos indicadores fueron seleccionados siguiendo un criterio basado en la calidad o en la relevancia, y en la interpretabilidad (de acuerdo con la literatura), cobertura y redundancia reducida (por ejemplo, evadiendo indicadores que miden tendencias similares). Un resumen de cada indicador en el modelo de datos y su peligro correspondiente, así como su fuente y referencia son presentados en el Apéndice A (Tabla A 1 y Tabla A 2).

La preparación de los datos fue llevada a cabo en todas las dimensiones: sensibilidad, capacidad adaptativa y de reacción, basados en la siguiente secuencia de tres pasos:

- Revisión de calidad: los indicadores fueron visualmente revisados para valores atípicos. Algunos valores inconsistentes (como valores expresados en la escala incorrecta) fueron removidos;
- Imputación de valores faltantes: los valores faltantes fueron imputados a través de una Imputación individual (sustitución promedio), como una forma operacional para reducir la parcialidad;
- Re-escalamiento de variables: Por simplicidad fueron re-escalados a una nueva escala desde 1 a 10, basados en valores mínimos y máximos.
- En el caso de variables cualitativas, la mayoría de estas, pertenecen a capacidades de reacción y de adaptación, el valor mínimo usado correspondía a la respuesta que lleva a una situación de mayor vulnerabilidad. Por ejemplo, la respuesta al indicador de “existencia de fondos de recuperación” que lleva a la situación de mayor vulnerabilidad es “No”, asignando el valor de 1.

El (Apéndice B - Tabla B 1) resume los valores mínimos y máximos para todas las variables, y presenta la fórmula de re-escalamiento usada para cada indicador:

#### **7.2.4 Puntuación del Índice**

El IVU pretende mostrar las características de cada municipio en términos de su Sensibilidad a los impactos climáticos y su capacidad para resistir, confrontar o adaptarse a ellos. El IVU permite comparaciones entre ciudades creando una escala de prioridades para la acción de adaptación. El índice comprende un conjunto de indicadores divididos en tres dimensiones de sensibilidad y dos dimensiones de capacidad de adaptación. Cada municipio tiene su propia  $IVU_m$ , que es calculado por el promedio del Índice de Sensibilidad ( $IS_m$ ) y el Índice de Capacidad ( $IC_m$ ) (Apéndice C - Ecuación 1). A diferencia de otros estudios que utilizan cálculos complejos (Tapia et al., 2015), se optó por un enfoque sencillo por razones de simplicidad y para comunicar fácilmente las relaciones entre sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad. El  $IVU_m$  oscila entre 1 (grado de vulnerabilidad más bajo) hasta 10 (el

más alto grado de vulnerabilidad).

El  $IS_m$  comprende un agregado lineal de 8 sub-índices, uno para cada sub-dimensión: Uso de la Tierra, Infraestructura Estratégica, Población, Pobreza, Bienestar, Tamaño y Diversificación, Finanzas Públicas y Factor Empresarial (Apéndice B - Tabla B 1). El  $SI_m$  es calculado por el promedio aritmético de los indicadores de re-escalamiento desde 1 (puntuación más baja de sensibilidad) hasta 10 (nivel más alto de sensibilidad) (Apéndice C - Ecuación 2). El  $CI_m$  comprende un agregado lineal de 7 sub-índices, uno para cada sub-dimensión: Preparación, Respuesta, Recuperación, Redes, Conscientización y Planeación, Capacidad para Cambiar y Cooperación (Apéndice B - Tabla B 2). El  $CI_m$  es también calculado por el promedio aritmético de los indicadores de re-escalamiento desde 1 (puntuación más alta en la capacidad adaptativa) hasta 10 (puntuación más baja en la capacidad adaptativa) (Apéndice C - Ecuación 3).

### **7.2.5 Análisis de los Resultados**

El IVU fue aplicado a las tres municipalidades bajo estudio. Los resultados pueden ser vistos en la Tabla 21. Foz do Iguazú tiene el valor más bajo (3.64), indicando bajos niveles de vulnerabilidad. Ambas dimensiones, la sensibilidad (2.92) la capacidad (4.35) muestran valores bajos, comparados con otras ciudades. Altos valores IVU fueron encontrados en Ciudad del Este (7.51) y Puerto Iguazú (7.49). Un examen más detallado muestra que su vulnerabilidad es explicada por altos valores para algunos factores. Ambas ciudades presentan alta sensibilidad (6.91 y 6.34) y niveles de Capacidad que son más bajos que Foz (8.11 y 8.65). Resultados de Puerto Iguazú indican que más factores explican su alta sensibilidad y la existencia de características que podrían disminuir potencialmente sus Capacidades de Afrontamiento y de Adaptación.

Tabla 21. Resultados del Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU) y sus componentes para Foz do Iguazu (BR), Ciudad del Este (PAR) y Puerto Iguazú (AR)

		Foz do Iguazu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
<b>Índice de Vulnerabilidad Urbana</b>		<b>3.64</b>	<b>7.51</b>	<b>7.49</b>
<b>Índice Sensitivity (IS)</b>		<b>2.92</b>	<b>6.91</b>	<b>6.34</b>
<b>Índice de Capacidad (IC)</b>		<b>4.35</b>	<b>8.11</b>	<b>8.65</b>
Dimensión	Sub-dimensión	Foz do Iguazu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
<b>Atributos Físicos (Sensibilidad)</b>	<b>Uso de la Tierra</b>	1.86	10.00	2.05
	<b>Infraestructura estratégica</b>	3.70	5.14	6.57
	<b>Índice Físico</b>	<b>2.78</b>	<b>7.57</b>	<b>4.31</b>
<b>Social attributes (Sensibilidad)</b>	<b>Población</b>	5.69	9.16	3.20
	<b>Pobreza</b>	1.00	6.03	9.23
	<b>Bien-estar</b>	2.34	6.05	6.50
	<b>Índice Social</b>	<b>3.01</b>	<b>7.08</b>	<b>6.31</b>
<b>Atributos Económicos (Sensibilidad)</b>	<b>Tamaño y diversificación</b>	1.86	4.98	10.00
	<b>Finanzas Públicas</b>	1.00	10.00	9.72
	<b>Sector Empresarial</b>	6.07	3.25	5.50
	<b>Índice Económico</b>	<b>2.98</b>	<b>6.08</b>	<b>8.41</b>
<b>Capacidad de afrontamiento (Capacidad)</b>	<b>Preparación</b>	4.00	10.00	10.00
	<b>Respuesta</b>	6.00	7.00	10.00
	<b>Recuperación</b>	4.00	7.00	7.00
	<b>Índice de afrontamiento</b>	<b>4.67</b>	<b>8.00</b>	<b>9.00</b>
<b>Capacidad adaptativa (Capacidad)</b>	<b>Redes</b>	1.91	2.91	3.18
	<b>Conscientización - planeación</b>	10.00	10.00	10.00
	<b>Capacidad de cambio</b>	3.25	10.00	10.00
	<b>Cooperación</b>	1.00	10.00	10.00
	<b>Índice adaptativo</b>	<b>4.04</b>	<b>8.23</b>	<b>8.30</b>

El IVU no es exhaustivo, en el sentido que no incluye todos los aspectos potenciales que pueden influenciar la vulnerabilidad en los municipios, existen varias características que no fueron abordadas en este trabajo; por ejemplo, hay vulnerabilidades que dependen en la exposición de un sistema dado y de la intensidad de los peligros. Dependiendo de dichos aspectos, cualquier sistema puede ser vulnerable. El UVI no compila estos, ya que no es una evaluación del peligro, de la

exposición y de la vulnerabilidad. En adición, el índice muestra una condición estática, ignorando la evolución temporal de cada indicador. Así, el análisis aquí presentado representa un enfoque inicial que puede ser usado como punto de referencia para futuras comparaciones. Otras y más profundas iniciativas son bienvenidas, describimos en la próxima sección los resultados obtenidos en cada municipio y los factores principales que influyen su vulnerabilidad.

### 7.2.6 Sensitividad

Los **Atributos Físicos** indican que CDE presenta una sensitividad mayor que PI y Foz. El índice es de 7.57 para CDE, 2.78 para Foz y 4.31 para PI. El uso de la tierra es el factor más importante para CDE, seguido del "ambiente construido" (Apéndice D – Tabla D 1).

Tabla 22. Puntuación por Índice de los Atributos Físicos

Sub-dimensión	Factor	Indicador	Foz	CDE	PI
Uso de Tierra	Uso de Tierra	% de las áreas Urbanas	31%	98,30%	15%
		% áreas Florestales	45%	1,2%	35%
Infraestructura Estratégica	Ambiente Construido (Tipo y calidad)	Material	Mampostería con concreto Base	Mampostería con concreto Base	Mampostería con concreto Base
		Estructura	Madera	Madera	Madera
		Diseño de tejado	Doble Agua	Doble Agua	Doble Agua
		Material del tejado	Fibrocemento	Fibrocemento	Fibrocemento
	Calidad de la Infraestructura	Puentes	Mediano bueno	Mediano bueno	Mediano bueno
		Avenidas	Mediano mal	Mediano mal	Mediano mal
		Departamento de Bomberos	Bueno	Mediano bueno	Bueno
		Estación de Policía	Mediano Bueno	Mediano Bueno	Bueno
		Escuelas Públicas	Mediano bueno	Mediano bueno	Mediano bueno
		Hospital	Mediano bueno	Mediano bueno	Mediano bueno
		Defensa Civil	Mediano mal	Mediano	Mediano

				bueno	bueno
		Resíduos	Mediano bueno	Mediano mal	Mediano mal
		Agua	Mediano bueno	Mediano mal	Mediano mal
		Energía	Mediano bueno	Bueno	Mediano mal
	Diversidad y capacidad de redes de transporte	Número de líneas de transporte público	44	6	8
		Precio Promedio por 1 pasaje de ida*	1.06	0.45	0.94
		Taza de motorización **	399.73	143.62	147.70
		Número de modos de transporte público	3	3	4
	Comunicación TV y estaciones de radio locales	(Número de TV - estaciones de radio locales)	11	7	5

\* Taza actual US\$

\*\* (carros/personas)\*1,000

Los indicadores de **Uso del Suelo** para Foz y PI representan áreas verdes sustanciales (45% y 35%, respectivamente), que se encuentran más allá de las áreas urbanas y pertenecen a tres parques nacionales (Parque Nacional Iguazú, Parque Provincial Península de Puerto, Reserva Nacional Iguazú). A pesar de estos enormes grupos de bosques, hay pocas áreas verdes dentro de las zonas urbanas. Por otro lado, el CDE no tiene áreas verdes significativas (1,2% del territorio municipal).

Las zonas altamente urbanizadas, sin suficientes espacios verdes, son factores importantes para el llamado efecto "Isla de Calor Urbano"<sup>24</sup> (ICU), lo que implica topografía, alta masa de construcción, presencia de cubierta impermeable, y estructuras que dificultan la ventilación. El análisis considera el área forestal total como un indicador de su distribución, ya que la sensibilidad de las ciudades al calor depende no sólo de la proporción de áreas verdes, sino también de su distribución en las áreas urbanas. Esto proporciona una estimación inicial razonable de la sensibilidad

---

<sup>24</sup> "Isla de Calor Urbano" (ICU) describe el aumento de la temperatura del aire urbano en comparación con su entorno rural. La diferencia de temperatura puede ser de hasta 10 ° C o más (Steeneveld et al. 2011).

a nivel de la ciudad y también puede proporcionar una visión general sobre los potenciales puntos calientes.

Incluso las ciudades relativamente pequeñas, como Foz y CDE, pueden experimentar una considerable ICU (Steenefeld et al. 2011). La urbanización y las actividades humanas esencialmente alteran el equilibrio entre la energía del sol absorbida por la superficie, que se almacenan en la masa del edificio y luego se liberan al aire circundante (IPCC 2014). En particular, el efecto de enfriamiento de las superficies con vegetación se reemplaza por el almacenamiento de calor en superficies como concreto, asfalto y piedra. En este sentido, las ciudades pueden mostrar sensibilidad a los impactos asociados a altas temperaturas, dependiendo de una serie de factores.

La proporción de áreas urbanizadas se utilizó como un indicador de la sensibilidad a las inundaciones. En este sentido, se consideró que CDE y Foz eran más sensibles. Los asentamientos humanos en zonas propensas a inundaciones aumentan el daño potencial derivado de precipitaciones extremas. Aunque las actividades humanas son muy diversas en las tres ciudades, la ocupación de áreas propensas a la inundación cerca de ríos y grandes áreas urbanas con superficies descubiertas tienden a agravar los riesgos de inundación acentuando los picos de inundación.

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. Los resultados indican que Foz y CDE son igualmente sensibles, mientras que PI registra niveles más bajos.

Respecto al "entorno construido", las respuestas para "tipo y calidad de viviendas" fueron similares en las tres ciudades. Las casas de mampostería con cimientos superficiales son predominantes en las tres ciudades, lo que confiere resistencia a los eventos climáticos. Por otro lado, las entrevistas indicaron que el tejado estructurado en madera es el tipo de techo más común en las tres ciudades, el

cual es menos sensible a los vientos extremos. Según las entrevistas, el tipo predominante de tejas en las ciudades de Foz (fibrocemento), PI (Zinc) y CDE (Cerámica) ofrecen protección a los vientos ya las fuertes lluvias (Figura 16). Sin embargo, durante la tormenta de granizo de 2015 estas tejas mostraron baja resistencia al granizo, especialmente los hechos con fibra de cemento y cerámica.



(a) Tejas de zinc en Puerto Iguazú, Foz do Iguazú



(b) Construcción de mampostería regular con techo doble agua y las baldosas de fibrocemento, Foz do Iguazú.

*Figura 16. Imágenes de los techados comunes en Foz do Iguazú y Puerto Iguazú*

La calidad de la infraestructura estratégica fue considerada como predominantemente "mediana buena" en las tres ciudades, según las entrevistas. El mantenimiento de la infraestructura vial (calles, avenidas y puentes) también se consideraba "bueno mediano", aunque en Foz la condición de calles se consideraba "mala mediana". La Figura 17 muestra imágenes del estado general de la infraestructura representativa. El mantenimiento inadecuado de carreteras y puentes aumenta la sensibilidad a eventos climáticos extremos, como vientos e inundaciones.

Además, el mantenimiento de la infraestructura (Tabla 23) se consideró un "mediano bueno", lo cual no es suficiente para indicar que no son sensibles a fenómenos climáticos extremos. Por último, la estructura de recolecta y eliminación de residuos, y el suministro de agua en CDE y PI, así como la infraestructura de suministro de energía en PI son precarias según las entrevistas, lo que indica que estos servicios pueden ser significativamente sensibles en situaciones de emergencia climática.

Los servicios de transporte público de las ciudades también presentaron algunas diferencias de calidad, a pesar de las diferentes escalas de la ciudad. Las tres

ciudades tienen los mismos modos de transporte público: autobús (predominante) y barco (ocasionalmente e informal). A pesar de la mayor cobertura de las redes de transporte público en Foz (44 rutas disponibles, mientras que CDE tiene 6 y PI tiene 8), Su capacidad para satisfacer efectivamente la demanda no fue evaluada. La información sobre el número de personas que utilizan el sistema público tampoco estaba disponible. Por otro lado, el pasaje de ida es más caro en Foz, lo que podría influir en la asequibilidad del sistema. Foz tiene una tasa de motorización más alta (399 automóviles por cada 1000 personas), lo que, combinado con el costoso sistema de transporte público, puede fomentar un mayor uso de los coches privados para los desplazamientos diarios, lo que influye en la sensibilidad de una ciudad.

Los **Atributos Sociales** indican que CDE y PI comparten sensibilidad similar. El Índice Social Agregado es de 7.08 para CDE, 6.31 para PI y 3.01 para Foz (Apéndice D - Tabla D 2). Los índices Población y Pobreza son el factor de sensibilidad más importante para CDE y PI. El acceso al agua y al saneamiento y los indicadores de salud son cruciales para ambas ciudades, lo que indica un desequilibrio en el suministro de servicios públicos entre las ciudades.

*Tabla 23. Número de Infraestructura Estratégica por Ciudad*

<b>Infraestructura Estratégica</b>	<b>Foz do Iguazu</b>	<b>Ciudad del Este</b>	<b>Puerto Iguazú</b>
Puentes	15	n.a.*	9
Avenidas	3	n.a.	(50 km)
Departamento de Bomberos	4	5	7
Estación de Policía	5	n.a.	5
Escuelas Públicas	75	n.a.	40
Infraestructura de Salud	50	40	5
Defensa Civil	1	n.a.	1
Planta de Tratamiento de Aguas residuales	10	0	1
Estación de bombeo de agua	10	1	3
Subestación de Energía	4	2	2

\* No answer (n.a.)



Puente Rio M'Boicy, Foz do Iguaçu.



Puente Rio M'Boicy, Foz do Iguaçu.



Av. Cataratas, Foz do Iguaçu.



Departamento de Bomberos, JK, Foz do Iguaçu.



Escuela Pública, Foz do Iguaçu.



Infraestructura de Servicios de Salud- Foz do Iguaçu.



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Foz do Iguaçú.

Sub-estación de energía, Foz do Iguaçú.

*Figura 17. Ejemplos de las Infraestructuras Estratégicas de Foz do Iguaçú*

*Table 24. Indicadores de Atributos Sociales*

Sub-dimensión	Factor	Indicador	Foz	CDE	PI
Población	Población	Número de personas	256,088	296,597	42,849
	Densidad Poblacional	Densidad Poblacional (pop/km <sup>2</sup> )	415	2,852	1,128
	Casas	Número de casas	79,161	47,536	11,386
	Grupos Vulnerables	% de personas mayores de 65 años y de 0-14 años	30.5%	35.6%	35.3%
	Mano de Obra		133,547	166,223	28,230
Pobreza	-	% de pobreza	7.4%	9.2%	23.0%
	-	% de la población viviendo en suburbios	2.5%	25.7%	22.0%
Bienestar	Agua		99.6%	30.0%	69.0%
		% de las casas con acceso a agua limpia	99.9%	30.4%	21.0%
		% Porcentaje de casas con acceso a un sistema de tratamiento de aguas	99.1%	52.2%	90.0%
	Salud	% Porcentaje de casas con acceso a un sistema de destinación de aguas residuales,	5.80	11.87	6.00
		Taza de mortalidad (pormilesde personas)	15.48	46.24	10.40
		Taza de mortalidad infantil (pormilesde nacidos)	17.10	15.70	12.60
	Educación	de mortalidad infantil- menor a 5 años (pormilesde nacidos)	5.1%	5.8%	23.0%
		% de población analfabeta	85.6%	85.0%	83.0%
	Seguridad y seguimiento de la ley	% de niños -menor a 17 años en sistema educativo	1,227	114	3,995
		Taza de criminalidad	14.8	25.89	5.9
Desigualdad	Taza de asesinados	0.545	0.506	0.415	

La gran población de CDE, la alta densidad de población y un gran grupo de personas mayores de 65 años y niños (de 0 a 14 años) son factores importantes que explican su sensibilidad (). A pesar de la menor población de PI, tiene una proporción importante de población sensible, lo que le confiere una mayor vulnerabilidad en cuanto al agua, las sequías y al aumento de las temperaturas. En el caso de las olas de calor, las personas mayores (mayores de 65 años) pueden ser más sensibles al calor debido a los cambios intrínsecos en su sistema termo-regulador y debido al uso de fármacos que pueden interferir con la homeostasis normal. Los niños y los bebés también tienen en promedio una capacidad limitada de termorregulación y también están más en riesgo de deshidratación que los adultos.

Cuando la disponibilidad de agua está asociada con la asequibilidad, los hogares de bajos ingresos constituyen otro grupo sensible. Especialmente después de impactos extremos, los grupos de bajos ingresos gastan una cantidad considerable de sus ingresos en asegurar el agua y en recuperar sus hogares. CDE y PI tienen porciones importantes de sus poblaciones que viven en barrios marginales (25.7% y 22.0% respectivamente, mientras que Foz tiene 2.5%), los cuales están generalmente expuestos a inundaciones y otros peligros. Proporcionalmente, PI tiene una mayor población pobre entre las tres ciudades (23% de toda la población) (Table 24).

El conjunto de indicadores de bienestar ilustra los factores importantes que influyen en la vulnerabilidad de PI y CDE ante eventos climáticos extremos. La población de CDE tiene un bajo acceso a servicios esenciales, como el agua (solo el 30% de la población tiene acceso) Salud (11,87 tasa de mortalidad y 46,24 mortalidad infantil), sistema educativo (5,80% de las personas analfabetas), inseguridad y desigualdad de ingresos (Índice Gini de desigualdad de ingresos de 0,506) (Table 24). Del mismo modo, PI presenta los mismos desafíos combinados con un acceso pobre al tratamiento de aguas residuales (sólo el 21% de los hogares tienen acceso a este servicio). El menor desempeño para el conjunto de indicadores de bienestar, indica que estas ciudades ya muestran una serie de sensibilidades a varias amenazas, no estando restringido a los peligros climáticos. Por lo tanto, cualquier nueva amenaza puede poner a su población en riesgo, haciéndolos más sensibles a un cambio climático incierto.

Los eventos climáticos afectan no sólo a los hogares. A menudo también tienen

graves impactos en las empresas y en industrias enteras. El impacto suele tener lugar en tres niveles diferentes. La primera se refiere al impacto físico inmediato en los locales comerciales (p. ej. fábrica, oficina, etc.), incluyendo estructuras de construcción, interiores y equipos. Por ejemplo, después de una tormenta, las empresas no pueden operar hasta que las aguas de las inundaciones hayan retrocedido y sus instalaciones sean restauradas a un nivel funcional. Esto da como resultado un segundo nivel de impactos, como pérdidas en la producción. Una compañía de automóviles, por ejemplo, ya no será capaz de producir automóviles (productos) y se enfrentará a pérdidas monetarias. Esto podría conducir a un tercer nivel indirecto de impactos debido a una disminución de la productividad en toda la cadena de suministro, ya que los proveedores podrían no ser capaces de producir productos de los que dependan otras industrias. Las ciudades pequeñas con escasa diversificación económica, con presupuestos reducidos para una respuesta rápida y sin un sector empresarial fuerte, pueden ser más sensibles a las amenazas climáticas.

Los **Atributos Económicos** indican, en general, una baja diversificación económica y baja inversión pública, aunque sugieren que existe un buen entorno empresarial. El índice agregado es 8,41 para PI, 6,08 para CDE y 2,98 para Foz (Apéndice D - Tabla D 3). El mayor puntaje de PI parece indicar que su mayor sensibilidad se debe a su tamaño (su PIB es 14 veces menor que el de Foz) y al hecho de que se basa fundamentalmente en el turismo (70% del PIB). PI tiene un presupuesto público bajo y un sector de pequeñas empresas. Todos estos factores sugieren que la vulnerabilidad económica de PI es más significativa en comparación con las otras ciudades (Tabla 25). Por otro lado, los indicadores de Foz muestran evidencia de una economía más robusta y diversificada (sectores industriales y de servicios más fuertes) que pueden apoyar su capacidad para resistir las perturbaciones climáticas. El presupuesto público de Foz, es mayor que la suma del de CDE y PI, también indica una menor sensibilidad a las perturbaciones económicas, ya que la ciudad tiene más recursos para responder al estrés climático.

Tabla 25. Indicadores Económicos de los Atributos

Sub-dimensión		Factor	Indicador	Foz	CDE	PI
Tamaño y Diversificación		Tamaño Económico	Producto Interno Bruto (PBI 2014 – Taza actual US\$* 1,000)	2,675,248	730,815	172,567
		Diversificación Económica	Agricultura	0,65%	31.00%	2.00%
			Industria	48.63%	15.00%	25.00%
			Servicios	38.39%	49.00%	70.00%
			Publico	12.34%	6.00%	1,00%
Finanzas Públicas		Cuentas Públicas	Presupuesto Municipal (actual US\$ 1,000)	204,118	7,829	13,942
Sector Empresarial		Vitalidad Empresarial	Número de empresas	6,999	15,000	2.245
		Ambiente Empresarial	Simplicidad en la conducción de actividades empresariales	Median	median	Low

\* US \$ actual usado para convertir moneda local: 1 USD = R\$ 3.26 = 15.98 Pesos = 5,595.97 Guaraníes

\*\* El PIB del CDE se redujo utilizando el PIB 2010 del Alto Paraná basado en el PIB per cápita.

Los indicadores muestran que la importancia relativa del turismo en las economías de Foz y PI pueden explicar su potencial sensibilidad económica a eventos climáticos extremos que afectan las actividades turísticas, como inundaciones o sequías severas. Sin embargo, la economía más diversificada de Foz no limita los daños potenciales. La presencia de la Planta Hidroeléctrica Itaipú, por otra parte, es una fuente importante de diversificación de negocios y recursos financieros para el gobierno municipal.

Los indicadores económicos también muestran que PI tiene una estructura económica más sensible. 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 económica de ambas ciudades. Por otra parte, el CDE se basa en gran medida en el comercio y es sensible a eventos extremos que afectan sus actividades comerciales o su acceso a otras regiones.

## 7.2.7 Capacidades

### 7.2.7.1 Capacidad de Reacción y Respuesta

Los resultados derivados de los indicadores cualitativos relacionados con la capacidad de reacción sugieren, en términos generales, bajos niveles de preparación, respuesta y recuperación. Específicamente, se consideró que PI y CDE tenían una menor capacidad de reacción. 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, sin sistemas de alerta temprana y sin planes o estrategias para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRC). La ausencia de estos tres 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<sup>25</sup> (A. Lavell et al. 2012). En cuanto a los factores de respuesta, los servicios médicos de emergencia también se consideraron inadecuados en PI y CDE. Los indicadores muestran que la calidad de los servicios de emergencias médicas formales e informales y los servicios de respuesta son inadecuados. Los resultados sugieren que los sistemas de salud y de emergencia ya están enfrentando otras presiones externas y que los eventos extremos podrían añadir una carga adicional a un sistema ya vulnerable.

Aunque Foz parece ser relativamente mejor en términos de preparación y respuesta, la falta de sistemas de alerta temprana y un presupuesto municipal bajo para las medidas de preparación indican una capacidad inadecuada para responder ante eventos climáticos extremos. Los resultados derivados de los indicadores cualitativos relacionados con la capacidad de reacción sugieren, en términos generales, bajos niveles de preparación, respuesta y recuperación (Tabla 26).

---

<sup>25</sup> Gestión de Desastres es "el cuerpo de políticas y decisiones administrativas y actividades operacionales que pertenecen a las diversas etapas de un desastre a todos los niveles".(A. Lavell et al. 2012)

Tabla 26. Indicadores económicos de los atributos

Sub-dimensión	Indicador	Foz	CDE	PI
Preparación	Presupuesto del Gobierno orientado a la preparación	Si	No	No
	Existencia de sistemas de alerta temprana	No	No	No
	Existencia de planes o estrategias de riesgo de desastres	Si	No	No
Respuesta	Calidad de los servicios médicos	Buena	Mala	Pésima
	Calidad de los servicios médicos formales y de emergencia,	Buena	Mala	Pésima
	Calidad de los servicios informales de emergencia,	Pésima	Mala	Pésima
Recuperación	Existencia de fondos de recuperación	Si	No	No
	Existencia de sistemas de aseguradoras	Si	Si	Si
	Diseminación de las aseguradoras	Baja	Baja	Baja
	Existencia de un plan de adaptación al cambio climático	Si	No	No

Foz cuenta con una estructura institucional que permite el uso de recursos financieros directos de la Tesorería Municipal para ser utilizados como mecanismos de financiamiento para la recuperación post-desastre. Además, en las respuestas de nuestras entrevistas y encuestas se mencionó la existencia de un sistema de seguros que cubre tanto a los hogares como a las empresas en caso de fenómenos meteorológicos extremos. Sin embargo, este esquema no es bien conocido y difundido.

Es importante mencionar, por otra parte, que este conjunto de características no incluía 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, puede crear problemas. Un ejemplo pertinente es la granizada del 7 de septiembre de 2015, que causó daños a los techos de varias escuelas públicas en la región de Porto Meira (Figura 18). La reconstrucción de techos en muchas escuelas se finalizó hasta dos meses después, lo que demuestra un acceso inadecuado a los recursos de emergencia y una baja capacidad de recuperación. Este ejemplo se alinea bien con los resultados de los indicadores cualitativos. Por otra parte, la falta de fondos para la reconstrucción y una baja difusión de los planes de seguros en PI y CDE indican baja

capacidad para el desempeño después de los desastres, en comparación con Foz.



*Figura 18. Ejemplos de daños y medidas de recuperación, Porto Meira, Foz do Iguaçu.*

### **7.2.7.2 Capacidad Adaptativa**

Las redes institucionales eficaces se basan en instituciones fuertes y confiables, canales de participación operativa y mecanismos para involucrar a la sociedad civil en las decisiones gubernamentales. Los resultados de Foz indican que sus instituciones, en general, gozan de buena reputación, específicamente para la gestión de emergencias y para permitir la participación ciudadana en las decisiones gubernamentales. Esto representa una base necesaria para la existencia de redes de actores eficientes que mejoren la capacidad de adaptación de la ciudad. Por otro lado, los resultados para CDE y PI indican niveles de reputación más bajos entre sus instituciones para la respuesta de emergencia, así como una mala gobernabilidad para la participación de la población en el gobierno local. Esto constituye una barrera para desarrollar estrategias de adaptación efectivas en CDE y PI. Los resultados de Foz

indican que, en general, sus instituciones gozan de buena reputación, específicamente para la gestión de emergencias y para permitir la participación ciudadana en las decisiones gubernamentales (Tabla 27).

*Tabla 27. Indicadores de Capacidad Adaptativa*

Sub-dimensión	Factor	Indicador	Foz	CDE	PI
Networks	Reputación de infraestructura institucional	Departamento de Bomberos	Buena	Mediano Bueno	Mediano Bueno
		Defensa Civil (Provincial)	Buena	Mala	Mala
		Defensa Civil (Municipali)	Mediano Bueno	Mala	Mala
		Policia (Civil)	Mediano Bueno	Buena	Mala
		Policía Militar	Mediano Bueno	Mediano Malo	n/a
		Policía Federal	Mediano Bueno	Mediano Malo	Mediano Malo
		Gobierno Urbano	Mediano Malo	Mediano Malo	Mediano Malo
		Ejército	Mediano Bueno	Mediano Malo	Mediano Malo
		ONGs	Mediano Bueno	Mediano Bueno	Mediano Bueno
		Departamento de Salud	Mediano Bueno	Mediano Malo	Mediano Malo
		Departamento de Educación	Mediano Bueno	Mediano Malo	Mediano Malo
		Estructura de gobierno y presencia de redes (gobiernos locales, sector privado, sociedad civil)	Redes y organizaciones formales de actores	Si	Si
	Mecanismos para que los ciudadanos se involucren con el gobierno	Existencia de redes de participación efectiva	Si	Si	Si
Concientización y planificación	Presencia de programas de adaptación y mitigación	Existencia de un Plan de Cambio Climático	No	No	No
Capacidad para cambiar	-	Simplicidad en la implementación de políticas	Mediana	Baja	Baja
		Existencia de políticas inspiradas en otras ciudades	Si	No	No
Cooperación	-	Existencia de acuerdos de cooperación con otras ciudades	Si	No	No

Los resultados en general indican una inercia significativa para promover

nuevas políticas públicas en los municipios. Algunos entrevistados indicaron que la introducción de nuevas políticas suele tardar mucho tiempo. Desde la concepción hasta la ejecución, las políticas públicas en Foz do Iguaçu pueden tomar hasta 2 años. Mientras tanto, los resultados sugieren que CDE y PI tienen aún mayores dificultades para desarrollar y adoptar nuevas políticas. Foz, por su parte, tiene una mejor disposición para adoptar buenas prácticas de otras ciudades y cooperar con ellas, ya que ha adoptado y aplicado políticas similares de otras ciudades, aunque esto no se menciona en el caso de PI y CDE. No podemos, sin embargo, concluir de las respuestas que no hay predisposición al cambio y cooperar en estas ciudades. Verificando esto se requeriría más investigación sobre la gestión pública de PI y CDE. Finalmente, la evaluación cualitativa sugiere que, a pesar de la voluntad de los interesados de profundizar la cooperación entre las tres ciudades, la burocracia del gobierno federal representa un gran obstáculo para la cooperación.

Cabe señalar que en las tres ciudades no existen planes o estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, lo que demuestra que el cambio climático todavía está a la espera de ser integrado en las políticas públicas, lo que pone de relieve la urgencia de reducir los impactos climáticos adversos y promover la eficacia.

## **7.3 Análisis cualitativo de las vulnerabilidades de la region triangular urbana**

### **7.3.1 Introducción**

Este capítulo presenta los hallazgos derivados del análisis de las respuestas y puntos de vista expresados por actores clave en las tres ciudades, incluyendo autoridades gubernamentales, representantes empresariales, miembros de ONGs y de la sociedad civil, académicos, etc. Fueron contactados entre febrero y abril para participar de entrevistas semiestructuradas y grupos focales (Tabla E 1 para más detalles). Este componente del análisis se realizó con el objetivo de obtener un conocimiento más profundo sobre los factores que pueden influir en la vulnerabilidad de la triple frontera a las variaciones y extremos climáticos. Se exploraron cuatro temas. 1) ¿Cuáles son los principales eventos relacionados con el clima que las

ciudades han experimentado y cómo los han afectado? (Es decir, exposición y sensibilidad, siguiendo nuestro marco de trabajo). 2) ¿Cuáles son las acciones que emprenden las ciudades cuando se enfrentan a eventos climáticos? 3) ¿Qué acciones están implementando las ciudades para proteger contra eventos climáticos futuros? 4) ¿Cómo cooperan las ciudades para gestionar conjuntamente los eventos climáticos? Estos cuatro puntos proporcionan una lectura del contexto actual con respecto a la vulnerabilidad de las ciudades a los efectos del cambio climático.

Como se explicará, las tres ciudades han sufrido eventos similares relacionados con el clima y han experimentado problemas similares, especialmente relacionados con las inundaciones urbanas. Frente a esto, es imprescindible involucrar a las ciudades con acciones que puedan construir resiliencia. Según la opinión de quienes participaron en esta investigación, la región tiene el potencial de prevenir los efectos de fenómenos climáticos extremos, aunque esto requiere acciones coordinadas entre los diferentes actores de los diferentes sectores dentro de cada ciudad y una mayor cooperación entre todas las ciudades que forman la triple frontera.

### **7.3.2 Foz do Iguaçu**

#### **7.3.2.1 Exposición y Sensitividad**

Como se ha explicado, la vulnerabilidad de las ciudades depende de su grado de exposición a eventos extremos y de su grado de sensibilidad ante estos eventos, lo cual se determina a su vez por sus atributos físicos, sociales y económicos, como se ha explicado anteriormente en este capítulo. Los hallazgos en Foz do Iguaçu indican que las granizadas son percibidas como uno de los principales eventos climáticos extremos que han producido los mayores daños. Este tipo de eventos quedó impreso en la memoria social el 7 de septiembre de 2015, cuando una tormenta de granizo afectó a más de 60.000 personas en Porto Meira, la región sur del municipio. Afectó a unas veinte mil residencias en un barrio privado, incluyendo una zona irregularmente ocupada (Figura 19) conocida como Bubas<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup>The Bubas are believed to be the largest informal settlements in Parana, originated by illegal



*Figura 19. Vista aérea de Bubas en Porto Meira*

El Gobierno Municipal decretó un "Estado de Emergencia" para recibir ayuda financiera del gobierno federal para apoyar las actividades de respuesta y recuperación<sup>27</sup>. Los bienes públicos fueron gravemente afectados, con daños registrados en guarderías, escuelas y edificios públicos. También se recibieron recursos para apoyar los servicios gubernamentales. Además, hubo la necesidad de traer equipos de Curitiba, la capital del estado, para ayudar a la Defensa Civil local.

Muchos encuestados informaron daños materiales a los automóviles afectados por el granizo, así como a numerosas casas afectadas. Los techos fueron destruidos, dejando los muebles expuestos a la lluvia. Según algunos de los residentes, los equipos oficiales parecían estar desprevenidos, ya que la magnitud del evento superó su capacidad de reacción. El comercio local tampoco estaba preparado para satisfacer una demanda tan grande de lienzos o tejas de plástico. Muchas familias exigieron lienzos para cubrir sus hogares o para protegerse de la lluvia durante el tiempo que pasaron en refugios (Figura 18). Varios entrevistados también mencionaron que los escombros generados por la tormenta permanecieron durante meses en las calles de la región de Oporto Meira, aunque es un riesgo para la salud pública dejar el asbesto tan abiertamente expuesto (Figura 18).

---

settlements in private lands.

<sup>27</sup> Para recibir recursos financieros, las pérdidas debidas a daños en bienes públicos deben ser superiores al 2.7% del Ingreso Corriente Neto del municipio y el 7.3% en relación con la propiedad privada



Figura 20. Residencias afectadas en Porto Meira y asbestos abandonados.

La ciudad registra también fuertes lluvias, vendavales, tormentas eléctricas<sup>28</sup> y cambios drásticos de temperatura. La temperatura puede variar durante el año de menos 3 °C a 54 °C, pero la materia más preocupante percibida por los entrevistados parece ser la lluvia y las tormentas. Como uno de ellos mencionó: *"Ahora es posible tener el volumen de tres meses de lluvia en un solo día"* (R9\_F)<sup>29</sup>. Los vientos fuertes también pueden acompañar a las tormentas, ocurriendo 3 veces al año en promedio, y causando daños debido a la caída de árboles y cables de energía, que afectan a diversas propiedades. En 1994, un fuerte vendaval derribó una torre de televisión muy alta, además de muchos árboles (R5\_F).

Según la Defensa Civil, alrededor del 80% de los problemas asociados con las inundaciones en las vías públicas se deben a la precaria o inexistente infraestructura para drenar el exceso de agua. Este problema afecta a la corriente de M'Boicy, que atraviesa la ciudad y con frecuencia causa problemas de inundación a las familias que viven en condiciones precarias, sobre todo en zonas irregulares. El arroyo Monjolo es otro arroyo urbano problemático rodeado de condominios de lujo y otros tipos de propiedades comerciales, incluyendo una universidad.

La población más afectada vive a lo largo de las orillas del río a lo largo del perímetro urbano. Según los funcionarios gubernamentales entrevistados, durante los últimos 5 a 8 años ha habido esfuerzos por parte del Municipio para trasladar a esta gente de esas áreas de riesgo. El municipio ha construido, según los entrevistados, miles de casas para esas familias, pero el problema permanece sin cambios. Cuando

<sup>28</sup> INPE. Foz do Iguaçu is una de las ciudades con mayor incidencia de tormentas eléctricas en Paraná. <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/noticias/infografico.-densidade.de.raios.no.brasil.php>>.

<sup>29</sup> This is the code of the interviewee. It means "respondent number nine from Foz do Iguaçu".

son reasentados a nuevas áreas, muchas de estas familias terminan vendiendo sus casas nuevas regresando a sus antiguos terrenos. Esto se debe a varias razones, pero principalmente porque estas personas no quieren salir de la región central de la ciudad, considerando que las casas construidas por el municipio están generalmente lejos del centro de la ciudad, lejos de su lugar de trabajo, escuelas, hospitales y comercios. Esto causa impactos sociales y ambientales críticos, porque estos sitios presentan alto riesgo y no poseen saneamiento básico. Los márgenes de estos ríos a menudo muestran una alta concentración de residuos domésticos que representan serios riesgos para la salud. Se necesitan más esfuerzos para evitar que estas familias sean aún más susceptibles a nuevas inundaciones y para proteger sus bienes materiales. Para ello, sería deseable una mayor integración entre los diferentes órganos gubernamentales (a saber, las Secretarías de Seguridad y Medio Ambiente).

A pesar de que el reasentamiento parece ser un problema complejo y difícil, la ciudad ha sido testigo de un caso exitoso. Al menos 40 casas en el asentamiento irregular de Spring Garden, situado junto a las orillas del río M'Boicy, fueron afectados regularmente por las inundaciones. Estas familias fueron trasladadas a otra área, representando un caso que merece ser estudiado más profundamente para identificar cualquier lección importante que pueda aplicarse a otros casos.

Actualmente, la Defensa Civil está realizando investigaciones sobre los distritos que necesitan una intervención más urgente, prestando especial atención a las áreas de riesgo en los márgenes de los ríos y vías públicas. Hasta el momento, la Defensa Civil ha identificado 35 puntos críticos en toda la ciudad y ha reconocido que para resolver estos problemas se necesitará una gran cantidad de inversión financiera. Entre los principales puntos de riesgo de inundación urbana identificados se encuentran: Avenida JK (área comercial Panorama) (Figura 22) Av. José María de Brito, Av. Das Cataratas (frente al Hotel Monaliza), Porto Meira, Vila C, Três Lagoas, Jardim São Paulo, Jardim Lancaster, Jardim Canadá y Favela das Batallas, que también padece ocasionales derrumbes.



Figura 21. Inundación urbana en JK Avenue

Siempre que se registra intensa precipitación en la fuente del río Paraná, la Planta Hidroeléctrica Itaipú Binacional abre sus compuertas. Esto no crea necesariamente una situación de riesgo para las familias que viven en las pendientes del río Paraná. A menudo, los vertederos están abiertos durante varios días y el nivel del río alcanza unos 7 a 8 metros por encima de lo normal. Sin embargo, cuando el nivel del río se eleva hasta aproximadamente 20 metros, existe la posibilidad de que las familias que viven en las orillas estén afectadas, incluyendo restaurantes y clubes de pesca. Según la Defensa Civil, Itaipu Binacional les envía un boletín diario informando sobre los niveles registrados aguas abajo y aguas arriba con respecto a la ubicación de la presa, así como el volumen de agua descargada a través de las turbinas. El agua puede crecer rápidamente. Según lo expresado por un entrevistado: *"Un año, en la estación lluviosa de la región, el río Paraná sube un promedio de 1,5 metros por hora y la gente tiene que salir muy rápido, generalmente entre julio y agosto"* (R7\_F). Sin embargo, en caso de mayores riesgos, la Defensa Civil, debidamente informada, adopta las medidas necesarias.

Este tipo de exposición, caracterizada por largos períodos de lluvia, afecta a las familias que viven en áreas de riesgo. Sin embargo, durante largos períodos de sequía, el sector energético también sufre, ya que la planta hidroeléctrica requiere agua para seguir generando electricidad.

Algunos sectores económicos son más sensibles a los eventos climáticos que otros. En primer lugar, se supo que los representantes de los diferentes sectores entrevistados no tenían información formal sobre las pérdidas monetarias derivadas de fenómenos meteorológicos extremos. Sin embargo, reconocieron que el sector más afectado por estos eventos es el comercio. Las empresas suelen sufrir daños

estructurales (muebles, por ejemplo) y pérdidas en el inventario. En los días más lluviosos un negocio tiene que permanecer cerrado hecho que acarrea altas pérdidas. Si la empresa proporciona servicios, los daños pueden ser menores, dependiendo del tipo de servicio. Sin embargo, la industria de servicios está relacionada principalmente con el turismo, y este es un sector altamente sensible.

Las Cataratas del Iguazú, la principal atracción turística de la ciudad, es muy sensible a los factores climáticos, que pueden alterar la ecología del Parque Nacional. Cada vez que ocurre la inundación, todo el ecosistema del río se ve afectado, causando la destrucción de la fauna. Lugares de anidación, escondites y madrigueras están dañados, a veces irreversiblemente. Esto afecta el flujo de visitantes. Por ejemplo, en 2006 se registró una gran sequía, afectando seriamente el flujo del río Iguazú (Figura 23). Por el contrario, las inundaciones más rápidas del río registradas en el Iguazú tuvieron lugar en 2014 (Figura 23). Cada vez que estos impactos ocurren, el número de turistas disminuye significativamente.



*Figura 22. Iguassu Falls 2006 y 2014*

Otros sectores también se ven afectados por el cambio climático en la región, especialmente las granjas familiares centradas en la producción de frutas y hortalizas y la producción de granos a gran escala. El Departamento Municipal de Agricultura ha registrado aproximadamente 1660 productores rurales, y la mayoría de ellos ya están sintiendo los efectos de la variabilidad climática (es decir, períodos inusuales de lluvia/sequía).

El sector público también se ve afectado cuando hay fenómenos meteorológicos extremos, principalmente por tener que invertir dinero en acciones que no estaban previstas en su presupuesto anual. Además de los daños físicos, el sistema de salud pública requiere manejar la presión derivada de las enfermedades

durante este tipo de eventos, especialmente después de las inundaciones urbanas. Varias enfermedades son comunes durante estos períodos, como leptospirosis y parasitosis, especialmente en niños, debido al agua contaminada y la falta de tratamiento de aguas residuales. Además, el dengue<sup>30</sup> se convierte en un problema grave, especialmente en áreas cercanas a vertederos de basura, donde los residuos no son recogidos por las autoridades de la ciudad.

Después de la tormenta de granizo de 2015, el Municipio gastó USD \$ 848.151,2<sup>31</sup> para comprar materiales de construcción (por ejemplo, revestimiento, tejas, vidrio) y pagar por servicios de mano de obra para reparar oficinas públicas y escuelas municipales donde los techos habían sido destruidos. También se compraron lienzos de plástico para las familias afectadas. Se alquilaron vehículos especializados para recoger los escombros, que habían sido amontonados por los residentes y voluntarios al borde de las aceras en las calles de Porto Meira.

### **7.3.2.2 Capacidad de reacción ante los eventos relacionados al clima**

Las entrevistas también exploraron cómo la ciudad ha reaccionado cuando se vio afectada por un evento climático extremo y como ha respondido ante el desastre. El análisis muestra que la ciudad depende de organizaciones clave que brindan apoyo inmediato. La mayoría de los entrevistados consideran la Defensa Civil como una organización esencial, que representa la primera línea de defensa durante eventos climáticos extremos. Como se ha descrito anteriormente, la Defensa Civil es la primera en llegar para traer ayuda de acuerdo a su plan de contingencia. Una de sus primeras acciones es llevar a cabo una encuesta para averiguar qué se necesita para minimizar los efectos del desastre.

Itaipú Binacional fue destacada por los entrevistados como otro actor clave durante los desastres. Itaipú, como se menciona en este informe, es miembro del Consejo de Defensa Civil y contribuye significativamente mediante la donación de equipos, tecnología y recursos financieros, además de ofrecer su experiencia. Aparte de Itaipú, destacan el Club Rotario, el PTI y diversas instituciones religiosas. Por ejemplo, poco después de la tormenta de granizo en 2015, grupos religiosos apoyaron

---

<sup>30</sup> A disease transmitted by the mosquito *Aedes aegypti*

<sup>31</sup> Observatório Social de Foz do Iguaçu. <<http://www.osfi.org.br/>>

a la gente y proporcionaron logística en refugios. La sociedad civil y algunos emprendedores también proporcionaron apoyo financiero y asistencia, especialmente para la compra de lienzo plástico o tejas. En general, muchas personas mostraron su solidaridad y donaciones. Los políticos estaban presentes en el sitio, así como el Ejército, Vigilancia Sanitaria, Policía Federal, Policía Militar, Guardia Municipal y Defensa Civil. Incluso personas de otros municipios enviaron ayuda de participar en varias actividades.

En general, los órganos de gobierno local desempeñan un papel activo durante los desastres. Sin embargo, su papel en la prevención o reconstrucción posterior al evento parece ser mucho más débil. Las entrevistas revelan que hay vacíos en cuanto a cómo la ciudad de Foz do Iguaçu puede reaccionar de manera eficiente. Por ejemplo, todavía es necesario articular mejor la ayuda que se proporciona a las víctimas. Según lo expresado por un entrevistado, *"en este proceso algunas familias reciben mucha ayuda mientras que otras no reciben ninguna"* (R9\_F). En muchos casos, hay una gran cantidad de donaciones, pero éstas no se distribuyen eficiente y efectivamente

Después de la tormenta de granizo de 2015, se realizó un registro de las familias más pobres para distribuir telas plásticas (Figura 25). Sin embargo, el gobierno tardó mucho tiempo en entregar este apoyo, teniendo que depender de los voluntarios. *"Si no hubiera sido por las donaciones y los esfuerzos de la propia población, el impacto en estas personas [afectadas] habría sido mucho mayor"* (R17\_F).



Figura 23. Familias afectadas recibiendo donaciones de telas plásticas por el ejército.

El análisis también revela que otros factores importantes influyen en la recuperación de la ciudad. La falta de recursos representa un elemento importante.

Después de la tormenta de granizo, algunos departamentos municipales podrían haber ayudado activamente, pero no fueron capaces de hacerlo debido a la falta de recursos humanos y financieros. Entre las barreras de recuperación mencionadas por los entrevistados están: la burocracia, la falta de voluntad política, la mala gestión de las cuencas hidrográficas, la dificultad para reubicar a las familias que viven en zonas de alto riesgo e infraestructura. En 2016, la Defensa Civil y la Secretaría de Planificación Municipal realizaron un diagnóstico de la infraestructura existente, encontrando que la ciudad requiere urgentemente sistemas eficientes de drenaje.

### **7.3.2.3 Medidas para prevenir los eventos climáticos futuros**

Los representantes del sector público dijeron a través de entrevistas que actualmente se están desarrollando políticas de prevención de desastres en las áreas de protección de cuencas, manejo de desechos sólidos, eficiencia energética, desarrollo agrícola y reforestación. Una estrategia que está a punto de desplegarse es un Sistema de Alerta de Riesgo que constituye una medida de Defensa Civil. La Secretaría de Planificación también está iniciando el desarrollo del Plan Mundial de Drenaje Urbano, que es urgentemente necesario para aliviar los problemas relacionados con las inundaciones urbanas.

El equipo de Defensa Civil también está desarrollando una aplicación virtual para mapear áreas en riesgo y lugares de refugio, incluyendo información de los contactos que son responsables de los refugios. Esta aplicación es muy valiosa durante inundaciones inminentes, ya que puede informar a la gente acerca de la amenaza que se aproxima y dónde deben ir.

Otra acción importante para la prevención de desastres es el esfuerzo realizado por las universidades regionales para examinar el riesgo de inundación. El Centro Universitario de Estudios e Investigaciones sobre Desastres (CEPED)<sup>32</sup> (Centro Universitario de Estudios y Investigaciones sobre Desastres) se creó en 2013 como una red de universidades públicas y privadas que tiene como objetivo estimular las acciones de reducción del riesgo de desastres. Reúne a diferentes instancias estatales de Estado, como el Sistema Estatal de Protección y Protección Civil (SEPDEC), el

---

<sup>32</sup> CEPED. <<http://www.ceped.pr.gov.br/>>

Consejo Estatal de Protección y Protección Civil (CEPRODEC), la División de Protección y Defensa Civil (DPDC) y la Organización Regional de Protección Y Defensa Civil (CORPDEC). El centro actúa para estimular la investigación para la producción de conocimiento y la innovación tecnológica, centrándose en la búsqueda de soluciones. Una de sus funciones es encontrar maneras de recaudar fondos para la investigación y la educación, así como para apoyar a las instituciones interesadas en el tema y, lo que es más importante, para implementar un modelo efectivo de gestión integrada del riesgo de desastres.

La Defensa Civil de Foz do Iguaçu cuenta con el apoyo de CEPED, con sede en la Universidad Estatal de Paraná Occidental (UNIOESTE), ubicada en la vecina ciudad de Cascavel. CEPED contribuye a mejorar la percepción de los impactos del cambio climático en la ciudad a través de la capacitación y diversos proyectos desarrollados en cooperación con la Asociación de Municipios del Oeste de Paraná (AMOP). CEPED también contribuye al desarrollo de una iniciativa conocida como Planificación Estratégica Municipal para Ciudades Resilientes.

En cuanto a otras medidas de preparación, también existe un acuerdo de cooperación entre Foz do Iguaçu y CEMADEN para instalar dos medidores de corrientes, uno en el barrio de Morumbi (central) y otro en Vila C (norte). Con estos instrumentos, la Defensa Civil contará con una herramienta adicional para realizar estudios meteorológicos e hidrológicos en la ciudad. Se cree que en los próximos 5 años, la Defensa Civil del Paraná mejorará su monitoreo, alcanzando estándares similares a los que existen en los países desarrollados.

Durante la última administración municipal se creó una Oficina de Gestión Integrada para tratar diversos temas, principalmente relacionados con la salud pública y la seguridad, asuntos ambientales y seguridad. Esta oficina complementa los esfuerzos realizados por otras instituciones del sector público en estas áreas, incluyendo la brigada de bomberos (que forma parte de la Defensa Civil), Vigilancia Sanitaria, el Centro de Control de Zoonosis y Salud Regional. Estas instituciones desarrollan regularmente campañas y contribuyen a preparar y capacitar al personal de la Defensa Civil para que puedan estar preparados para afrontar futuros desastres.

El Consejo de Desarrollo Local de Foz do Iguaçu, CODEFOZ<sup>33</sup>, juega un papel

---

<sup>33</sup> CODEFOZ. <<http://www.codefoz.org.br/>>

importante en la promoción del desarrollo sostenible. Fue creado en noviembre de 2012 y fue formado por diferentes grupos de interesados. Más de 100 entidades, de organizaciones públicas y privadas, participan en proyectos para formular y promover políticas de desarrollo económico y social para Foz do Iguaçu. Según los entrevistados, es posible que el cambio climático se integre en una de las denominadas "cámaras técnicas" que forman parte de CODEFOZ.

A pesar de las iniciativas a nivel de ciudad existentes, la mayoría de los encuestados no tenían información sobre las regulaciones sectoriales existentes para reducir el riesgo de desastres. Esto representa una brecha importante que está a la espera de ser abordada.

Exploramos las opiniones de los entrevistados con respecto a otras medidas que se pueden tomar a escala de la ciudad para evitar daños futuros derivados de fenómenos meteorológicos extremos. Entre las sugerencias se encuentran: la necesidad de invertir dinero en medidas de preparación, la inclusión de la educación ambiental en las escuelas y la necesidad de planificación urbana. Curiosamente, se mencionó un modelo residencial llamado "Sumidouro". Es una tecnología asequible (sistema de retención de agua de lluvia para la recarga de aguas subterráneas) para recargar las aguas subterráneas en el área urbana para ser implementadas en los barrios más afectados por las inundaciones urbanas. Otras medidas mencionadas por los entrevistados se presentan en la Tabla 28.

*Tabla 28. Sugerencias para minimizar los efectos de eventos climáticos extremos en Foz do Iguaçu.*

<p>Inversión en acciones públicas de prevención y preparación frente a fenómenos meteorológicos extremos</p> <p>Mejorar el saneamiento básico</p> <p>Mantenimiento de árboles en vías públicas</p> <p>Recolección de escombros después de las tormentas</p> <p>Mejorar los sistemas de drenaje</p> <p>Fondo Municipal de Desastres</p> <p>Planes de seguro</p> <p>Integración de diversas redes (ciudadano, academia, empresas, incluyendo Itaipú Binacional)</p> <p>Fortalecer las alianzas entre Copel, Defensa Civil y Guardia Municipal</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Después de un período de turbulencia política en Brasil, que también se reflejó a nivel local, muchas iniciativas y programas gubernamentales fueron suspendidos o seriamente afectados. Los ciudadanos de Foz do Iguaçu participaron recientemente

en una elección para elegir a las autoridades de la ciudad. Se espera que los nuevos representantes emprendan rápidamente acciones orientadas a la reducción del riesgo de desastres. Algunos de los representantes que fueron entrevistados mostraron motivación y están dispuestos a apoyar proyectos y acciones que puedan hacer la ciudad más resistente a eventos climáticos extremos.

### **7.3.3 Puerto Iguazú**

#### **7.3.3.1 Exposición y sensibilidad**

Puerto Iguazú, al igual que las otras dos ciudades de la triple frontera, experimenta un microclima que difiere del resto de los municipios de la provincia argentina de Misiones. Esto se debe al gran número de cuerpos de agua que rodean la región triangular, como el lago Itaipú (135.000 hectáreas) y el lago Uruguay (9.000 hectáreas). Debido a su proximidad al agua, Puerto Iguazú es sensible a eventos meteorológicos, como granizadas, inundaciones urbanas y fluviales y enfermedades transmitidas por vectores.

En términos de fenómenos meteorológicos extremos, como el granizo, Puerto Iguazú, al igual que sus contrapartes (Ciudad del Este y Foz do Iguazú), experimentó daños significativos debido a la granizada de 2015. Se estima que entre el 70% y el 80% de la población sufrió daños relacionados con este evento, principalmente en relación con propiedades, como casas y autos, algunos de los cuales se vieron gravemente afectados. Uno de los entrevistados señaló: *"He estado viviendo en Puerto Iguazú durante 27 años, y la tormenta de granizo de 2015 fue el peor evento climático"* (R05\_P). Según los entrevistados, entre los más afectados se encontraban las familias que vivían en casas con techos de uno de los siguientes materiales: tableros de fibra de celulosa/asfalto corrugado (baja densidad) y/o tableros de amianto cemento. Estos materiales para techos son ligeros y no están diseñados para soportar un evento como granizo. Los resultados muestran que el evento afectó a la población independientemente de su nivel de ingresos, aunque la mayoría de las casas con chapa corrugada pertenecía a familias con menores ingresos. Se estima que alrededor de 2.400 familias perdieron sus techos, lo que representa alrededor del 19.5% de las casas en Puerto Iguazú, siendo las personas de escasos recursos las

que más sufrieron.

Como se menciona en otras partes del informe, hay tres ríos que atraviesan el Municipio de Puerto Iguazú: Tacuara, Panambi y Mbocay. Los dos arroyos que fluyen a través de las áreas urbanas, (Tacuara y Panambi), causan problemas de inundación en la ciudad debido al desbordamiento. Los resultados muestran que es el arroyo Tacuara el que causa más inundaciones, aunque la corriente de Panambi también causa problemas. Las personas que viven en la planicie de inundación y en los márgenes de esos arroyos son las más afectadas por las inundaciones de las carreteras. Por lo general sufren interrupciones en los servicios básicos (por ejemplo, energía, agua), daños a la propiedad, efectos sobre la salud ya veces pérdidas de vidas humanas. Hay algunas discrepancias entre los entrevistados con respecto al número aproximado de familias que se han establecido en los márgenes de ambos arroyos, así como el número de personas directamente afectadas por el desbordamiento. Las estimaciones oscilan entre 30 a 100 familias y alrededor de 800 personas afectadas por el desbordamiento de arroyos.

En términos de impacto en la salud, los resultados revelaron que una cuarta parte de los encuestados percibe que la población de mosquitos y la propagación de enfermedades transmitidas por vectores están relacionadas con el clima. Los brotes de mosquitos han afectado no sólo a la población de Puerto Iguazú, sino también a la economía, ya que el turismo es una actividad muy sensible. En 2016, se estimó que más de 2.000 personas fueron infectadas por el dengue, afectando también a las actividades turísticas. Los brotes anteriores tuvieron efectos similares en 2010, 2012, 2013 y 2014. Durante estos eventos, el turismo disminuyó de una tasa de ocupación promedio del 80% al 40%. Según un entrevistado, el turismo nacional es más sensible al dengue y las enfermedades epidémicas que el turismo internacional, ya que este último suele tomar más precauciones y a veces se requiere recibir vacunas antes de embarcarse en el viaje.

En cuanto a los ríos que rodean Puerto Iguazú, el desbordamiento de los ríos Paraná e Iguazú no afecta la infraestructura de la ciudad, aunque afecta su economía. Por ejemplo, el Parque Nacional Iguazú, de cual la Catarata del Iguazú es la principal atracción, está significativamente afectado por el nivel de agua del río Iguazú. El Parque Nacional ha tenido que ser cerrado dos veces en el pasado debido al desbordamiento del río Iguazú, y los resultados muestran que esto ha causado daños

directos a la economía, mientras que indirectamente afectan el bienestar de la población.

Por ejemplo, en 1984, después de una intensa precipitación, la Garganta del Diablo (la cascada más grande con una altura total de 82 metros y la característica natural más importante del parque) desbordó, llevando a su cierre durante seis meses. Como señaló un entrevistado: *"Se estima que el cierre de las cataratas de Iguazú por una semana afecta económicamente a muchas personas en Puerto Iguazú que apenas alcanzan los extremos!"* (R02\_P).

El Parque Nacional también cerró sus puertas en 2014, cuando el río desbordó debido a la ruptura de la presa de Baixo Iguazu, que estaba en construcción río arriba del río Iguazú en el lado brasileño. Según un entrevistado, esto no sólo afectó las cascadas, sino también el acceso principal a la ciudad, la Ruta Nacional número 12. Cuando ocurren inundaciones como ésta, la economía de la ciudad se ve totalmente perturbada debido a dos factores principales. Por un lado, se suspende el flujo de mercancías por tierra entre Argentina y Brasil. Por otro, el turismo y otras actividades conexas se detienen. Se estima que alrededor de 20.000 personas se ven afectadas, ya que sus actividades son altamente dependientes del comercio y el turismo.

### **7.3.3.2 Capacidades para enfrentar los eventos relacionados con el clima**

De manera similar a Foz do Iguacu, investigamos cómo Puerto Iguazú ha manejado eventos climáticos extremos pasados con el objetivo de entender la situación e identificar actividades relevantes que tratan las pérdidas y daños asociados con estos fenómenos. La provincia de Misiones cuenta con una red provincial (cuyas comunicaciones dependen de Whatsapp) para eventos climáticos extremos. Principalmente realiza actividades de intercambio de información destinadas a mantener a los actores clave actualizados en toda la provincia. Como se ha descrito anteriormente, Puerto Iguazú cuenta también con una Oficina de Defensa Civil, que constituye su primera línea de defensa. Está a cargo de sistemas de alerta temprana y respuesta, siendo parte de la red mencionada anteriormente. Su principal objetivo es proporcionar asistencia a la población afectada por desastres naturales, enfermedades epidémicas y accidentes de diferente naturaleza (incluyendo derrames tóxicos). Un tercio de los entrevistados destacó el papel de la Defensa Civil como un

elemento importante en la capacidad de reacción de la ciudad. Como dijo uno de los entrevistados, “*cuando se produce una emergencia en Puerto Iguazú, la Defensa Civil es la primera en recibir la información*” (R01\_P). Una vez que la Defensa Civil recibe información, se desencadena un protocolo de respuesta que establece las acciones necesarias para la coordinación de emergencias, con el fin de proteger y ayudar a los ciudadanos necesitados.

La información es recopilada y distribuida en la Oficina de Prevención de Riesgos contra Fenómenos Naturales y Sistemas de Alerta Temprana de la ciudad de Posadas, capital de la provincia de Misiones<sup>34</sup>. La información es recopilada y distribuida en la Oficina de Prevención de Riesgos contra Fenómenos Naturales y Sistemas de Alerta Temprana de la ciudad de Posadas, capital de la provincia de Misiones. Según un entrevistado, la información se envía desde el radar en Cascavel (Brasil) y desde el Servicio Meteorológico Nacional. La Oficina de Defensa Civil, en Puerto Iguazú, recibe de la red provincial una actualización diaria de las condiciones climáticas en la provincia. Cuando la Defensa Civil recibe un reporte, por ejemplo, de lluvias torrenciales o de tormentas que ocurren en el Jardín América, una ciudad ubicada a unos 120 kilómetros de Puerto Iguazú, alerta a la comunidad tres o cuatro horas antes del impacto para permitir que la población esté preparada. Esta oficina está constituida por cuatro miembros del personal que trabajan *ad honorem*: el jefe, el director principal, el director de operaciones y el director de emergencia sanitaria. Esta oficina está coordinada por las Fuerzas Activas; Los bomberos, el personal municipal, la Gendarmería (una fuerza especial de policía), la Prefectura Naval Nacional y las instituciones de la Policía Federal y Provincial. Estas Fuerzas Activas se movilizan cuando ocurren desastres naturales o humanos en Puerto Iguazú. Entre los entrevistados (66%), hubo un consenso de que el cuerpo de bomberos es el actor clave en la Defensa Civil.

Las granizadas y las inundaciones urbanas causadas por el desbordamiento de los arroyos son ejemplo de eventos en los que la Defensa Civil ha tenido un papel de liderazgo. Respecto a las granizadas, la Defensa Civil ha establecido un protocolo de contingencia en coordinación con las Fuerzas Activas, liderando la respuesta para ayudar a las familias proporcionando refugio y materiales de construcción. Por

---

<sup>34</sup> [http://www.opad.posadas.gov.ar/quienes\\_somos.php](http://www.opad.posadas.gov.ar/quienes_somos.php)

ejemplo, durante y después de la granizada de 2015, miembros de la Defensa Civil ayudaron al municipio en la provisión de materiales para techos (paneles de fibra de celulosa/asfalto corrugado), alimentos, agua, camas y refugio para las personas cuyas casas sufrieron daños significativos. La cantidad de recursos gastados por el municipio fue considerable. Según un entrevistado, los gastos superaron los U\$712,500<sup>35</sup>.

En cuanto a las inundaciones urbanas, una de las primeras acciones de la Defensa Civil es identificar las áreas afectadas, tratando de mapear cualquier peligro eléctrico. Las principales fuerzas movilizadas son la Brigada de Bomberos, elementos de la Compañía de Energía (EMSA) y personal municipal. El personal de EMSA cortó el suministro de energía en aquellas áreas afectadas por el agua. Los bomberos luego llegan a las áreas afectadas, donde su deber es rescatar a la gente de las casas inundadas, centrándose en los ancianos y los niños en primer lugar. Más adelante, el personal municipal prestará servicios esenciales, como equipos operativos especializados, como una retroexcavadora y camiones. También ayudan a establecer refugios y áreas para proporcionar viviendas temporales a las personas afectadas. Como dijo uno de sus miembros: *“Recientemente (2017), se abrió un complejo deportivo donde se pueden alojar 10.000 familias. Hoy tenemos 10 máquinas (disponibles para emergencias) que pueden actuar rápidamente”* (R04\_P).

Las inundaciones urbanas son un evento frecuente en algunos márgenes de los ríos, especialmente en áreas donde se han realizado pocas acciones para controlar el flujo del río. Por ejemplo, un entrevistado que vivía en los márgenes de la corriente de Tacuara expresó: *“después de 20 a 30 minutos de fuertes lluvias, sufrimos la consecuencia del desbordamiento”* (R10\_P). De hecho, esta persona informó que *“hemos tenido que reconstruir la casa seis veces”* (ibid.).

Los entrevistados también mencionaron la falta de voluntad de muchas familias de ser reubicadas, lo que representa serias preocupaciones por la salud y la seguridad. De hecho, el proceso de reubicación de familias que se han establecido en los márgenes del arroyo Tacuara ha sido un desafío para el municipio. Estas familias han estado viviendo allí durante un largo período de tiempo y ahora poseen un alto

---

<sup>35</sup> Tipo de cambio 1U\$ =16.28 \$Arg.- (7 June 2017); equivalente a \$11,600,000 pesos argentinos. 10% del presupuesto total de Puerto Iguazú es asignada a la asistencia social que incluye el presupuesto para emergencias climáticas.

sentido de pertenencia a la zona. Como lo expresa una de las entrevistadas: *“a pesar de que la corriente causa problemas, las familias no van a salir de sus casas. La corriente es parte de su vida”* (R02\_P). Una vez más, la razón dada es que las familias no quieren ser reubicadas, debido a su proximidad a las áreas comerciales y su lugar de trabajo.

En cuanto a los brotes de mosquitos, el municipio promueve acciones de prevención, como la reducción de colectores de aguas abiertos y el mantenimiento de zonas verdes limpias. Con el fin de reducir la población de mosquitos y disminuir el riesgo, Puerto Iguazú ha implementado un programa de fumigación y control de áreas verdes. Durante los eventos epidémicos de 2010, 2012, 2013 y 2014, la ciudad carecía del equipo necesario para afrontar este problema en particular. Desde el año 2015, esta situación ha ido cambiando. La ciudad inició medidas de limpieza y compró vehículos para fumigación (se adquirieron dos furgonetas). Sin embargo, se registraron más de 2000 casos de dengue el año pasado (2016), lo que afectó directamente al turismo. Durante este evento, diferentes compañías cooperaron para luchar contra la amenaza. Ayudaron con el suministro de agua y donaron repelentes, así como combustible para el equipo de fumigación. Como dijo uno de los entrevistados: *“Sabemos que no podemos controlar Ciudad del Este, Presidente Franco o Foz do Iguazu, pero podemos controlar Puerto Iguazú”* (R01\_P).

### **7.3.3.3 Capacidades de adaptación para la protección ante eventos relacionados al clima**

Para hacer frente a las inundaciones urbanas a largo plazo, Puerto Iguazú ha implementado algunas soluciones hidrológicas. Se han implementado dos estrategias diferentes: canalización y una tubería. La canalización del arroyo Tacuara ha cubierto casi el 50% de su longitud total (Figura 24). Ha sido parte del programa nacional para el saneamiento del agua y la gestión del riesgo de inundación, con el apoyo de los gobiernos provinciales y locales. Este mecanismo parece reducir los riesgos. Sin embargo, el problema podría aumentar donde el flujo todavía no está canalizado. Teniendo en cuenta que el agua del arroyo está confinada en canales de concreto, resultó en un canal más recto, más inclinado, más profundo, más ancho y más suave, causando así un aumento en la velocidad del agua, teniendo un impacto en áreas no

tratadas. Este ejemplo se muestra en la Figura 25. Por ejemplo, un entrevistado señaló: “Aunque parte de la corriente de Tacuara se canaliza, las áreas donde no se ha completado el trabajo aún se ven afectadas por el desbordamiento cuando se produce una lluvia normal en el resto del arroyo” (R01\_P).



Figura 24. Agua de la corriente de Tacuara y puente sobre el canal.

La segunda causa de inundación es el Arroyo Panambi<sup>36</sup>, que atraviesa cinco barrios. El gobierno nacional, con el apoyo de los gobiernos provinciales y locales, ha comenzado la construcción de un entubado para disminuir el riesgo. En el momento en que se realizó este estudio, alrededor del 15% de la corriente había sido canalizada.



Figura 25. Final de la canalización del arroyo Tacuara y efecto del impacto del agua sobre el asfalto

<sup>36</sup> El arroyo Panambi cruza un área en la parte sur de la ciudad y está formado por un arroyo afluente en el barrio Los trabajadores. Desde allí la corriente fluye por los barrios Santa Rita, Primavera, Unión, San Lucas y Santa Rosa. Por último, Panambi desemboca en el arroyo Tacuara. Extraído de: <http://iguazú.gob.ar/2016/12/28/gran-avance-en-la-sistematizacion-del-arroyo-panambi/> [Available on 06 June 017]

Puerto Iguazú no permite construir en los márgenes de los arroyos, según un conjunto de normas y reglamentos: la ley provincial (año 2005/2006), las regulaciones municipales y un decreto (número 384/10) declaran estas áreas como tierras estatales. Sin embargo, muchas familias desafían la ley y todavía construyen sus casas en la frontera de los arroyos Tacuara y Panambi, enfrentando numerosos riesgos. Algunas de estas familias se han ido adaptando para soportar eventos extremos de inundaciones. Como dijo el entrevistado: *“He estado viviendo durante 30 años [en los márgenes del río] y he reconstruido mi casa muchas veces. El nivel del agua alcanza hasta dos metros, destruyendo nuestras pertenencias”* (R10\_P). Según los entrevistados, alrededor de 12 a 13 mil familias viven en las áreas circundantes de estas dos corrientes. Además, algunas familias han reconstruido sus casas sobre las áreas donde la corriente de Panambi ha sido canalizada. Algunos entrevistados informaron que esto representa un problema, ya que están ubicados en tierras estatales y porque el terreno no ofrece una base sólida para los edificios.

Otra medida tomada por el municipio para evitar desastres de inundación es la reubicación de familias vulnerables que viven en la zona inundable. Estas familias tienen bajos ingresos y enfrentan problemas de derecho de propiedad. Los gobiernos provinciales y locales han proporcionado asistencia de vivienda a través del Instituto Provincial de Vivienda (por sus siglas en español: IPRODHA) en forma de vivienda accesible<sup>37</sup>. El área donde se construyen estas casas pertenece al municipio. El programa ofrece a las familias la oportunidad de mejorar su situación. Sin embargo, algunos encuestados mencionaron que este mecanismo se enfrenta a dos problemas principales: En primer lugar, muchas familias afectadas encuentran más atractiva la idea de vender sus nuevas casas y volver a situarse en la zona inundable y esperar a recibir otros beneficios otra vez, atrayendo a otras familias que desean recibir los mismos beneficios. En segundo lugar, algunas familias se niegan completamente a ser reubicadas, simplemente porque tienen un fuerte sentido de pertenencia a la zona.

Al igual que Foz, Puerto Iguazú cuenta con un consejo de desarrollo local que juega un papel importante en la promoción del desarrollo sostenible. Se llama CODESPI y fue creada en torno a 2015.<sup>38</sup> Está formada por diferentes grupos de

---

<sup>37</sup> Dentro del programa Federal: “Mejor calidad de vida, más salud” ID. 08324 - U - 2014

<sup>38</sup> <<http://codespi.org/institucional/>> (Disponible en 7 Junio 2017)

interesados, y articula las instituciones públicas y privadas. Uno de sus principales objetivos es promover el desarrollo sostenible de la ciudad.

### 7.3.4 Ciudad del Este

#### 7.3.4.1 Exposición y sensibilidad

Las áreas urbanas de Ciudad del Este han crecido de manera constante durante los últimos 30 años, alterando su entorno de manera no planificada, con carreteras, aceras, edificios y estructuras que hacen que el área sea más vulnerable a los impactos de eventos climáticos extremos. Las entrevistas revelan que los fenómenos meteorológicos extremos que más afectan a Ciudad del Este son: fuertes lluvias (causando inundaciones urbanas y de ríos) y vendavales, mientras que ocasionalmente sufren granizadas y olas de calor.

El río Paraná separa a Foz do Iguazú de Ciudad del Este y Puerto Iguazú; por el río Acaray (localizado en la zona norte) y por el río Monday (en el sureste) que delimita las ciudades vecinas: Presidente Franco y Minga Guazú, desembocando en el Río Paraná. Existen dos arroyos tributarios, el arroyo Acaray-mi (su cuenca cubre aproximadamente 4.000 hectáreas), cruzando una zona totalmente urbanizada en la zona norte de la ciudad, fluyendo hacia el río Paraná; y el arroyo Amambay, localizado cercanamente.

Cuando el nivel del Río Paraná sube, el agua fluye hacia el río Acaray, al arroyo Acaray-mi y también hacia el río Monday. De este modo, causa el desborde de los ríos, afectando a la población ubicada en las áreas cercanas a las fuentes de agua, superando la capacidad de infiltración del suelo para absorber una gran cantidad de agua.

Ciudad del Este también presenta inundaciones urbanas, producidas por lluvias intensas, sobrecargando el sistema de drenaje. Se mencionó constantemente en las entrevistas que el sistema se desborda, debido a la acumulación de basura en la calle, como dijo un entrevistado: *"esta situación se debe principalmente a la falta de un sistema de gestión de residuos adecuado, aunque se trate de una zona inclinada, la basura fluye por las calles, afectando principalmente al centro de la ciudad"* (R09\_C). Otros factores importantes son la falta de un sistema de alcantarillado como

medida de saneamiento básico, y el monitoreo de las legislaciones relativas a la planificación territorial de la ciudad.

Las áreas más afectadas por los desbordes del río, mencionadas por los entrevistados son: San Rafael, (3-4 inundaciones por año), San Agustín, San Antonio, Che la Reina, Remancito, San Juan, Barrio San Miguel y San José. Otros casos ocurren en la zona sur-urbana, a 1 o 2 kilómetros del centro de la ciudad, en el corredor sur; donde hay más de 76 familias, y el área kilómetro 12, siendo inundadas por el río Monday.



*Figura 26. Casas precarias en el barrio de San Rafael, localizado en la confluencia del Río Paraná y el arroyo Acaray-mi*



*Figura 27. Inundación en el barrio de San Rafael*

Las poblaciones más vulnerables son las comunidades y asentamientos situados junto a las márgenes de las corrientes de agua. Como fue mencionado por los entrevistados, *"Durante las inundaciones, los habitantes de esas zonas lo pierden todo, aunque existe legislación sobre esos asentamientos ilegales"*, como la Ley de Recursos Hídricos N° 3239/2007; la cual establece distancias mínimas a los canales de agua para que se establezcan las poblaciones. En cuanto a esta situación de reincidencia, como fue reiterado por un entrevistado: *"Muchas de esas familias no*

*quieren salir de estos lugares por diversas razones, principalmente por la proximidad de su lugar de trabajo, incluso se han acostumbrado a vivir con las inundaciones. Las dificultades para trasladar a estas personas representan un complejo problema social "(R03\_C).*



*Figura 28. Evacuación de familias afectadas en el barrio de San Rafael*

Además de las fuertes lluvias e inundaciones, otros fenómenos meteorológicos extremos experimentados en Ciudad del Este son los fuertes vientos. Estos pueden causar daños significativos a edificios y estructuras, especialmente cuando éstos se construyen con materiales de construcción que no son apropiados para soportar este tipo de eventos.

El sector comercial es uno de los más afectados por los vientos fuertes, ya que los anuncios publicitarios pueden sufrir varios daños y se debe invertir para reubicarlos nuevamente. Dos entrevistados del sector empresarial mencionaron que sería deseable tener servicios de seguro para protegerlos contra este tipo de eventos, pero que los precios de estos seguros son comúnmente muy altos. Los vendavales y las fuertes lluvias también afectan su volumen de ventas, debido a las interrupciones del transporte. Las personas prefieren quedarse en el interior de sus hogares, en vez de visitar las tiendas o incluso ir a trabajar. De manera similar, otro sector que es altamente vulnerable es el transporte; esto se debe a los altos volúmenes de tráfico en el Puente de la Amistad, el cual conecta Foz do Iguaçu con Ciudad del Este. Cuando Ciudad del Este experimenta fenómenos meteorológicos extremos, el tráfico aumenta considerablemente, pudiendo conducir a un aumento de los accidentes de tráfico (R01\_C).



*Figura 29. Vista del Puente de la Amistad después de la remodelación de 2015*



*Figura 30. Vista del Puente de la Amistad y vallas protectoras*

Otros eventos climáticos extremos experimentados en Ciudad del Este son las altas temperaturas y los vendavales. Ambos eventos pueden tener impactos significativos, y según los entrevistados, el problema es que hay pocos espacios verdes para ayudar a enfriar la ciudad en el caso de las olas de calor. Las tormentas causan daños a edificios y estructuras debido a sus materiales de construcción, que en muchos casos no son apropiados para soportar esos tipos de eventos.

#### **7.3.4.2 Capacidades de reacción a los eventos relacionados con el clima**

Algunos de los factores que dificultan la recuperación de Ciudad del Este después de eventos extremos son la falta de planificación y una cultura de prevención más que de reacción. Los riesgos climáticos no se consideran un tema prioritario para la población, como han mencionado varios de los entrevistados. *"Esto se refleja cada 30-40 días, la ciudad necesita proporcionar ayuda financiera para invertir en elementos de asistencia social, como medicinas y alimentos, con un costo de alrededor de \$ 100,000 USD"* (R04\_C).

Cuando Ciudad del Este se ve afectada por un fenómeno meteorológico

extremo, tanto el gobierno como los actores sociales son los que ayudan a la ciudad a recuperarse. Dentro de los actores gubernamentales, el Municipio se encarga de gestionar los recursos para atender el desastre. El Consejo Local para la Reducción del Riesgo y Respuesta, reubica a las personas vulnerables afectadas por las inundaciones (por ejemplo, proporciona agua y transporte. Si la emergencia es mayor, el gobierno proporciona apoyo, en términos de infraestructura, asistencia social y servicios. A través de financiamientos para reparar las infraestructuras dañadas. Cuando esta supera su capacidad de respuesta, recurre a la Secretaría de Emergencia Nacional, quien organiza y entrega kits con alimentos, colchones, techos y fibrocemento, entre otros.

Como se mencionó anteriormente, Itaipú juega un papel importante al proporcionar sistemas de alerta temprana y ofrecer información meteorológica a Ciudad del Este. En este sentido, el Consejo Local para la Reducción de Riesgos y Respuesta trabaja en estrecha colaboración con Itaipú, quien provee boletines diarios sobre el estado de los ríos Paraná e Iguazú. Según un entrevistado, *"recibimos boletines de alerta de Alto Paraná y Canindeyú, y establecimos dos unidades de respuesta rápida [...] para articular y formalizar sistemas de alerta temprana y respuesta, para minimizar los daños asociados a eventos climáticos"* (R07\_C). Itaipú también otorga asistencia social a través del Cuerpo de Bomberos mediante la entrega de kits de emergencia, colchones, alimentos y agua, aunque no ofrece apoyo financiero (R02\_C).

Además, la Cruz Roja forma parte del equipo de prestación de asistencia, ofrece atención médica, evacua a las personas (dependiendo del evento climático extremo), organiza refugios, entre otras actividades de reacción. En materia de prevención, la Cruz Roja diseña planes de reducción de riesgos (como simulacros de evacuación) y trabaja directamente con las comunidades para aumentar la receptividad de la información que es proporcionada. Un entrevistado reveló que hay un nivel de confianza entre la Cruz Roja y las personas que están constantemente afectada por eventos climáticos extremos, *"En 2014 se movilizaron casi 3.000 familias y tuvieron refugios temporales como iglesias y escuelas, tuvimos casi tres meses de trabajo, reubicación de las familias y atención primaria de salud "* (R06\_C). Este es un aspecto importante, porque este es un contacto directo y constante con la comunidad, lo cual les permite entender mejor su situación, y tener una reacción más rápida

durante y después de los eventos climáticos extremos.

Los Bomberos Voluntarios (los bomberos de color amarillo) constituyen otra importante fuente de apoyo. Estas brigadas son independientes y apoyan a la comunidad a través de una línea telefónica de emergencia (911 y 312). Actualmente participan en programas iberoamericanos de capacitación y creación de redes, y reciben donaciones internacionales. Otros actores sociales que fueron identificados son la división de infantería, Rotaract, JCI (Cámara Júnior Internacional), TECHO (ONG dirigida por jóvenes), Club de Leones, CODELESTE (Consejo de Desarrollo Económico de Ciudad del Este), Cámara de Comercio, Cámara de Tecnología, y la Iglesia Católica. Durante los desastres, estas organizaciones tienden a reunirse y contribuir con ropa, colchones, alimentos y agua, pero no ofrecen apoyo financiero.

#### **7.3.4.3 Capacidades de adaptación para proteger contra eventos climáticos futuros**

Como parte de las acciones preventivas planificadas por la Municipalidad, ya sea implementadas o en desarrollo, los entrevistados mencionaron esfuerzos para construir un sistema eléctrico subterráneo (para reemplazar el aéreo) y construir corredores para conectar diferentes barrios desde el centro de la ciudad hasta el kilómetro 13. La Escuela De Artes y Cultura está estudiando la construcción de una terminal de autobuses en el kilómetro 7. Asimismo, el Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad está trabajando en proyectos relacionados con residuos y campañas comunitarias, como el Proyecto de Limpieza de Aguas Amambay (R05\_C). Este proyecto busca fortalecer las acciones educativas para aumentar la conciencia sobre la gestión de residuos sólidos en la ciudad para prevenir las inundaciones urbanas.

Dentro del Plan de Desarrollo del Este, el gobierno pidió a Gustavo Taniguchi (planificador territorial de Curitiba) que elaborara un plan para Ciudad del Este, con el fin de rediseñar la ciudad hacia una ciudad capaz de hacer frente a los altos niveles de crecimiento experimentados en las últimas décadas (R09\_C). Este plan pretende contribuir a una ciudad más accesible y organizada, aspectos fundamentales de la resiliencia urbana.

En cuanto al sector privado, Itaipú está llevando a cabo una evaluación de

impacto ambiental para la construcción de sistemas de agua potable y sanitaria para el área metropolitana de Ciudad del Este, incluyendo Hernandarias, Minga Guazú y Presidente Franco. Este proyecto se está llevando a cabo con estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Este y con el apoyo de la Municipalidad.

El sector empresarial también está fortaleciendo las estructuras de carteles publicitarios o reemplazándolos por otras más fuertes que puedan soportar las tormentas (R08\_C). De manera similar, el Centro Internacional de Hidroinformática (CIH/ITAIPU) está desarrollando actualmente varias aplicaciones basadas en software libre para mapear las áreas afectadas y monitorear las condiciones hidrológicas de los principales ríos en tiempo real. Su objetivo es desarrollar una interfaz dinámica y colaborativa que ayude a mejorar las acciones de prevención y respuesta en Ciudad del Este.

Algunas de las medidas mencionadas comúnmente por los entrevistados son un protocolo y una fuerte aplicación de la ley para establecer distancias mínimas entre los cursos de agua y las áreas urbanizadas. Por otra parte, también se hizo hincapié en que después de reubicar a la población vulnerable, las zonas de alto riesgo no deben dejarse sin usar para evitar que las personas vuelvan a asentarse en los mismos lugares. *"Estas tierras no deben dejarse sin usar. En su lugar, deben ser utilizados para la recreación y el ocio"*(R04\_C), (R07\_C). Asimismo, varios entrevistados expresaron su preocupación por la viabilidad de reubicar a las personas y la importancia de implementar una adecuada planificación urbana. *"Es una prioridad crear una campaña de sensibilización multisectorial para reubicar a las personas que viven en asentamientos ilegales, aplicando la planificación territorial"* (R02\_C). En el caso del barrio de San Rafael, el modelado hidrológico e hidráulico del arroyo Acaraymí ha demostrado la eficacia de algunas soluciones de infraestructura, que pueden abordar el problema de las inundaciones recurrentes.

Otra posible solución destacada por los entrevistados es la mejora de los canales de comunicación entre diferentes instituciones clave a diferentes niveles. Como lo expresó una entrevistada: *"Esta situación sólo puede resolverse si se celebran reuniones entre los Municipios de Presidente Franco y Ciudad del Este, la Secretaría de Emergencia Nacional, las autoridades estatales, la ITAIPU y la Cruz Roja"* (R02\_C).

Otras medidas propuestas incluyen la creación de un centro de operaciones de

emergencia (R06\_C), muros de contención en los principales ríos y arroyos y programas de educación/extensión para la prevención del riesgo de desastres.

## 7.4 Cooperación

### 7.4.1 Comunidades indígenas

La cuestión de la cooperación en la triple frontera se remonta a la época en que los pueblos indígenas ocuparon la región. Estas comunidades comprendían la cooperación de una manera diferente, ya que no necesitaban puentes o fronteras para vivir de manera armoniosa. Las comunidades, sin embargo, se han reducido cada vez más y ahora están dispersas por toda la región. Sin embargo, su presencia en algunas áreas de las ciudades es visible, y disfrutaban de la libertad de moverse a través de las fronteras. Como dijo un informante: *"Aquí (en Puerto Iguazú) los pueblos indígenas no tienen fronteras. Cruzan a Paraguay, Brasil y Argentina. Para ellos, este es un lugar, no hay fronteras"* (R01\_P).

Las comunidades indígenas de la frontera se dividen de la siguiente manera: aproximadamente 300 indígenas de la tribu Maká viven en una comunidad en Ciudad del Este y están incluidos en programas sociales de la Municipalidad. En Puerto Iguazú, hay cuatro comunidades indígenas: Mborore, Yryapu, Cati Pora, Ita Poty y Tupa mbae. La comunidad más grande es Mborore, seguida por Yryapu con alrededor de 90 personas, donde cada familia está compuesta por cinco a seis miembros. En el área natural municipal conocida como las "600 hectáreas" son 150 casas con alrededor de mil personas. En Foz do Iguazu, en 1982, se ubicaron 70 personas agrupadas en 13 familias indígenas, antes de la construcción de la Central Hidroeléctrica de Itaipu. Formaron la comunidad de Jacutinga, la rama "Avá" de la Nación Guaraní. Estas familias fueron trasladadas a la Reserva Indígena Ocoy, a unos 40 kilómetros de la frontera.



Figura 31. Familia Guarani en la Provincia de Misiones.

En cuanto a la salud indígena en la frontera de Brasil, Paraguay y Argentina, se creó el Grupo de Trabajo de Salud Fronteriza para proyectar acciones conjuntas y coordinadas en los tres países, con el apoyo de Itaipu Binacional. Los temas políticos y culturales indígenas en la región tri-nacional aún necesitan atención y cuidado, para asegurar a los primeros habitantes de estas tierras sus derechos.

#### 7.4.2 Cooperación entre las tres ciudades

La frontera comenzó a experimentar una coexistencia más cooperativa en los años 80 a través de la implementación de protocolos políticos y otras medidas. La cooperación entre las ciudades ha sido impulsada principalmente por su proximidad e intereses económicos comunes, como la producción conjunta de energía, el turismo y el comercio. Las iniciativas de cooperación relacionadas con el turismo y el comercio han sido más fuertes, buscando promover una mayor integración y un sentido de identidad entre los habitantes de las ciudades ribereñas.

El análisis de las entrevistas revela que la cooperación que existe entre las ciudades no es equilibrada. Varios de los entrevistados señalaron que la cooperación entre Ciudad del Este y Foz do Iguazú es más fuerte, principalmente por su asociación con Itaipú Binacional. Debido a las regalías de la hidroeléctrica, el PIB es mayor en estas ciudades, lo que también aparece en la economía local a través de las inversiones públicas municipales. *"Además, este estado binacional ha ampliado sus acciones y sus términos de cooperación, ya sean financieros o no, pero siempre valorando la presencia de Itaipú en la realización de las actividades/proyectos/acciones de la frontera"* (R6\_F). La integración de Puerto Iguazú con las otras dos ciudades es incipiente. Considerando las condiciones

económicas y estructurales de los países vecinos, Puerto Iguazú es el municipio menos dinámico en términos económicos. En consecuencia, esta ciudad acoge con satisfacción la idea de intensificar su cooperación en materia económica, social y cultural.

Como se ha señalado anteriormente, la cooperación entre las ciudades existe, pero a nivel informal, en la que participan principalmente los Consejos de Desarrollo y los miembros de los Cuerpos de Bomberos. Por ejemplo, Puerto Iguazú ha ofrecido asistencia para controlar incendios en Ciudad del Este. Foz do Iguazú también ha brindado asistencia, especialmente en relación con la Seguridad y Defensa Civil. Según varios entrevistados, la actitud hacia la colaboración ha aumentado posiblemente en los últimos años, como resultado de redes informales que están formadas por actores clave que están dispuestos a cooperar.

Los desastres pasados ofrecen ejemplos de esfuerzos de cooperación informal. Después de un evento climático extremo, la movilización social informal y el voluntariado son comunes. Durante el 2015, muchas familias de Paraguay y Argentina fueron al Porto Meira en Foz do Iguazú para llevar donaciones y ofrecer solidaridad. *"Los vecinos de Porto Meira también tienen parientes que viven en estas ciudades vecinas"* (R9\_F). Sin embargo, la cooperación institucional entre los gobiernos era escasa. Después del evento, cada localidad trató de aliviar sus propios problemas individualmente. Mientras tanto, los canales informales de comunicación (sobre todo basados en Whatsapp) estaban ocupados compartiendo experiencias y conocimientos sobre cómo las ciudades se ocupaban del desastre.

Las redes informales también se consideran excelentes canales de comunicación, ya que hasta que la información de desastre llega a la autoridad pública, los voluntarios ya están ayudando y cooperando, incluyendo el contacto entre el Grupo de Radioaficionados y los Miembros y la Defensa Civil de cada ciudad. El contacto entre estas personas es esencial en caso de pérdida de sistemas de comunicación.

Y así fue que, a través de redes informales de contactos y la realización de algunos eventos, que el empresariado de Foz do Iguazú se unió con representantes de otros sectores de la sociedad civil y comenzó el proceso de creación del Consejo de Desarrollo Económico de Foz do Iguazú - CODEFOZ. Con el apoyo del SEBRAE, con base en el Concejo de otra ciudad de Paraná: Maringá, se creó el Consejo con

participación social, no sólo de los empresarios, sino de otros sectores como la Policía Federal, la Fiscalía Federal y los observatorios sociales para promover una mayor fuerza en el Consejo. Fue el resultado de un esfuerzo conjunto para reunir a organizaciones públicas y privadas, en torno a proyectos e ideas que promueven el desarrollo sostenible en la región.

Este tipo de Consejo es importante porque las cuestiones abordadas y los proyectos tienen un alcance local y no sufren interferencia directa de los organismos federales que están muy alejados del ámbito municipal. Por lo tanto, se inició otro proceso para crear mecanismos para que la triple frontera comience a funcionar de manera más integrada, pacífica y libre.

El Programa Fronteiras Cooperativas (Programa de Fronteras Cooperativas), que promueve estrategias integrales de desarrollo en el área trinacional desde 2013, ha contribuido a ampliar el entorno empresarial y las oportunidades para las pequeñas empresas en la región fronteriza. Así, CODEFOZ se convirtió en un punto de referencia y fue la fuente de los otros dos concejos de la región: primero en CODELESTE y luego en Puerto Iguazú (CODESPI).

Los tres Consejos, a través del Programa de Fronteras Cooperativas, entienden que es necesario ganar fuerza en la integración, teniendo un representante con derecho a voto en PARLASUL - Parlamento del Mercosur. Por lo tanto, es posible crear normas y legislaciones comunes para satisfacer la demanda fronteriza como región y extenderse a otros países. El objetivo principal es fortalecer la cooperación entre estas ciudades.

La sugerencia que apareció en las entrevistas para fortalecer la cooperación fue la creación de un Super Consejo de Desarrollo Económico de las 3 fronteras. Pero es necesario formalizar y crear reglas claras, criterios para que todos puedan contribuir. Es una relación muy compleja porque la diferencia en la carga tributaria es diferente en cada uno de los tres países. *"A través del Consejo será más rápido convertirse en algo más real, más palpable para todos"* (R01\_F).

Uno de los logros recientes de los tres Consejos es la iniciativa Conecta Dell, con sus presidentes (Figura 32). Se trata de un proyecto apoyado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que tiene como objetivo llevar a cabo proyectos de desarrollo regional e integración entre las tres ciudades. Encuesta general de datos, que se realizará en Ciudad del Este y Puerto Iguazú.



Figura 32. Presidentes de los tres consejos de desarrollo local

Se destacaron otras posibles soluciones: *“mejorar la comunicación entre los actores de las tres ciudades, formalizando los canales de comunicación”* (R11\_C). En particular, empezar a trabajar de manera interinstitucional, con los principales representantes. Otras medidas propuestas que se podrían desarrollar son la *“creación de un centro de operaciones de emergencia”* (R06\_C), un muro de contención cerca de los cursos de agua y programas educativos / de extensión para la prevención de riesgos.

En el área de la seguridad, existe la cooperación de un Comando Tripartito de la Zona Trifronteriza, con la Policía Federal de Brasil, la Policía Nacional del Paraguay y el Ejército Argentino. Además, la Policía Federal brasileña ya ha llevado a cabo varias acciones en Paraguay para combatir el narcotráfico internacional. En casos de emergencia, se abre una vía muy rápida y eficiente, con el apoyo de la policía, la Defensa Civil y el Departamento de Bomberos en cualquiera de los puentes que conectan las ciudades.

Sin embargo, la organización y mejora de la formación y adquisición de equipos y vehículos de la Defensa Civil de las tres ciudades siguen siendo necesaria, para que trabajen más integradas tanto técnicas como operativas para evitar la burocracia.

En el área ambiental, la cooperación trinacional es importante para áreas protegidas como parques nacionales. En este sentido, existe cooperación entre Foz do Iguacu y Puerto Iguazú en términos de los Parques Nacionales. Estas áreas naturales comparten la vida silvestre que no reconocen las fronteras internacionales. Por lo tanto, los equipos de estas dos ciudades están siempre en contacto y buscando

asociaciones. Ya ha realizado conjuntamente la Campaña entre Foz do Iguazu y Puerto Iguazú, en junio de 2012, con recursos del Fondo de Iguazú e Itaipú Binacional, para elegir a través de votos, el Destino de las Cataratas del Iguazú a nivel mundial como una de las 7 maravillas del mundo.

En el sector de la salud, el análisis reveló una fuerte cooperación entre Foz do Iguazu y Ciudad del Este, y poca cooperación entre los demás. Foz do Iguazu cuenta con un presupuesto específico para atender pacientes de Paraguay, conocidos como "Brasiguaios". Este programa no se extiende a los argentinos, y según algunos entrevistados, este servicio termina sobrecargando el Sistema Municipal de Salud de Foz do Iguazu. Se mencionó constantemente en las entrevistas la importancia de que los tres países trabajen juntos, especialmente en relación con la lucha contra enfermedades comunes como el dengue y la fiebre amarilla, en este caso con donaciones de vacunas para Ciudad del Este, así como técnicos de cooperación para erradicar el virus de la influenza H1N1. En el caso del dengue, el Centro de Control de Zoonosis de Foz do Iguazu ya ha estado en Ciudad del Este para ayudar a combatir esta epidemia en los últimos años. Asimismo, se han aplicado estrategias informales de comunicación como WhatsApp para intercambiar experiencias y conocimientos sobre cómo las ciudades han tratado casos de dengue.

También existe cooperación entre Brasil y Paraguay durante épocas de sequía, cuando Ciudad del Este carece de agua potable y Foz do Iguazu dona. Considerando Puerto Iguazú, se reportaron asuntos relacionados con la burocracia. Por ejemplo: En casos de emergencia, si el hospital de Puerto Iguazú no puede cuidar a los heridos, no se le permitirá cruzar la frontera para usar los hospitales de Foz do Iguazu, por ejemplo, porque se considera ilegal. Existe una acción colectiva entre Puerto Iguazú y Ciudad del Este, con un programa de prevención contra las drogas que se llevó a cabo con la comunidad de Ciudad del Este.

En la región triangular, algunos actores clave conocen a sus pares (la misma función) de las otras ciudades, como Defensa Civil y Bomberos, que se conocen e intercambian información. Y, especialmente, los tres consejos municipales de desarrollo económico están cada vez más cerca, desarrollando acciones y proyectos, buscando juntos financiación. El Sector Turismo de Puerto Iguazú conoce el Sector Turismo de Brasil y han formado asociaciones para desarrollar campañas conjuntas, como la Campaña de Destino de Iguazú ya mencionada. El Programa de Vida en

Tránsito (PVT) en los últimos 2 años ya ha llevado Acciones trinacionales. El Poder Legislativo de Foz do Iguaçu quiere reforzar la invitación a los concejales de los países vecinos para que acompañen a las reuniones del Ayuntamiento de Foz do Iguaçu y que esto se convierta en una rutina entre las tres ciudades.

#### **7.4.2.1 Barreras**

Hay algunos factores que no permiten una fuerte cooperación entre las ciudades. Esto se puede ver en ausencia de una comunicación efectiva y de una política estatal establecida y planificada de relaciones diplomáticas, consulares y de embajadas, así como en la política fronteriza internacional. Adaptar las burocracias federales con un modelo trinacional, más localizado, menos complejo, es un ejemplo con un que se puede reflejar en la dinámica de transporte en la zona fronteriza. Las burocracias federales en las barreras aduaneras internacionales obstaculizan el flujo en los dos puentes internacionales que hacen divisas con Brasil. Hay muchos camiones circulando en la frontera y esto interfiere con el flujo de caminos públicos en las ciudades, causando congestión. Además, las restricciones históricas entre los países influyen en la cooperación dinámica, especialmente entre Brasil y Paraguay. Otro punto considerado como una barrera es el contacto entre los tres municipios y el Mercosur. Desafortunadamente, las realidades locales son desconocidas por los representantes del Mercosur y las realidades regionales del Mercosur no son analizadas por los Municipios.

#### **7.4.2.2 Soluciones**

A lo largo de las entrevistas, el equipo exploró formas de mejorar la cooperación en la triple frontera. Como en nuestro primer taller, los entrevistados compartieron muchas ideas. Las áreas más mencionadas son las que requieren esta cooperación: Política, Economía, Salud Pública e Integración Institucional, ya que estas áreas aún necesitan cierta atención en frontera. Y estas entrevistas sugirieron la creación de un Consejo de Desarrollo Súper Económico y Social Trinacional.

También fueron compartidas por los entrevistados otras ideas, como algunas soluciones para fortalecer la cooperación, como parte de las acciones preventivas a

implementar en esta región. Una de ellas fue que es necesario abordar Políticas Internacionales. La integración institucional en la frontera es necesaria, con la creación de un órgano o entidad que integre las tres ciudades, llevando a cabo los procedimientos para mantener esta unión y el desarrollo de las ciudades, para que crezcan juntas. También sería una manera de integrar la cooperación preparando equipos de las 3 ciudades vecinas para cada evento climático que tenga lugar en la región, con equipamiento y entrenamiento.

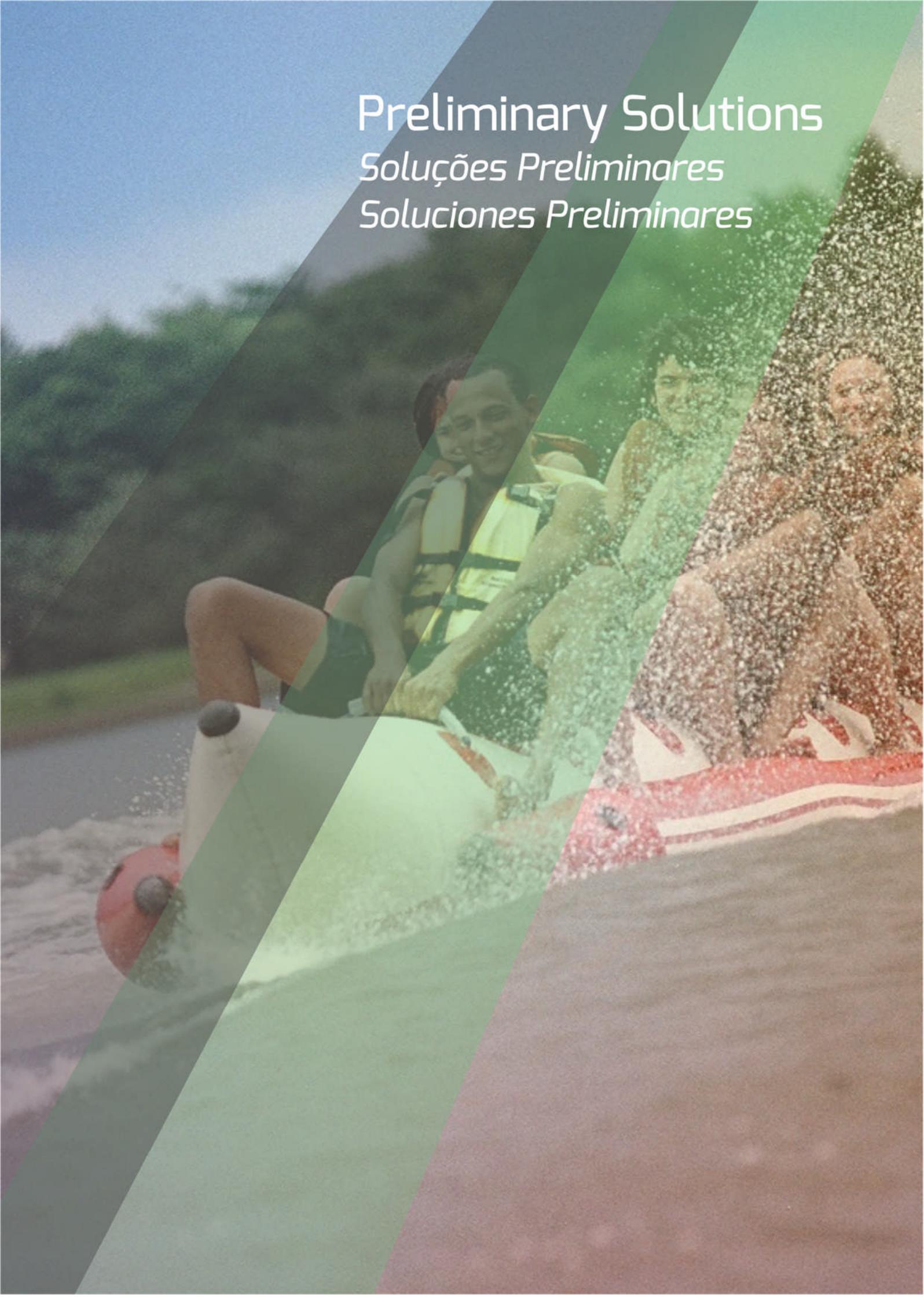
De hecho, un Comité Internacional del Mercosur daría dirección y contenido para hacer esta cooperación. Además, en un contexto más local, *"estas barreras políticas podrían ser superadas por un Comité Internacional del Mercosur"* (R11\_F). A través del convenio internacional del MERCOSUR puede haber inversiones en la normalización de la identificación de individuos y también de las placas de vehículos en la frontera. La creación de una formación o reuniones conjuntas para el intercambio de información, conocer las iniciativas y proyectos en curso en cada ciudad. Asimismo, con programas multisectoriales entre ciudades, la aplicación de la tecnología para la automatización de la información.

Como resultado de la buena relación política Brasil-Paraguay durante 25 años, el segundo puente entre Foz do Iguaçu y Ciudad del Este está en construcción, para el transporte masivo en la frontera.

La cooperación entre naciones es el resultado de la integración. Ya sea en los tiempos pasados, con ejemplos de comunidades indígenas (sin fronteras), o en el contexto actual, en el que los procesos cooperativos están ocurriendo tímidamente, pero tienen el potencial de asegurar la diplomacia, la calidad de vida y la resistencia a los fenómenos meteorológicos extremos en la frontera. Independientemente de los cambios de política, la dinámica de la cooperación debe mantenerse para asegurar la resiliencia de una región. La noción de frontera adaptada es resistir los impactos del cambio climático, a través de cooperativas multisectoriales y acciones transdisciplinarias entre ciudades, como una oportunidad para un objetivo común: la resiliencia.

# Preliminary Solutions

*Soluções Preliminares*  
*Soluciones Preliminares*



## 8 Soluciones Preliminares

Como se muestra en las secciones anteriores, a lo largo de las primeras investigaciones, se identificaron las principales vulnerabilidades en relación al clima presente en la región trinacional. De la misma forma, por medio de las entrevistas y eventos realizados, el proyecto junto actores de diversos sectores de los tres municipios participantes (Foz do Iguaçu, Ciudad del Este y Puerto Iguazú). A partir de estos contactos, fueron identificados actores claves para la realización de grupos focales con el objetivo de discutir posibles soluciones con la capacidad de aumentar la resiliencia de las ciudades en relación al cambio climático, frente a las vulnerabilidades identificadas. Los grupos fueron compuestos por representantes de diversos sectores de los tres municipios, siendo estos el sector público, privado, sociedad civil y académica, con la intención de obtener una visión general y próxima de la realidad sobre el asunto

En total, fueron conducidos cuatro grupos focales, a lo largo de una semana. Las reuniones se hicieron inicialmente una en cada ciudad, a fin de discutir cuestiones específicas relacionadas a la ciudad, la primera de ellas fue en Puerto Iguazú en los días siguientes en Foz do Iguaçu y Ciudad del Este. El cuarto encuentro fue realizado en Foz do Iguaçu, con la intención de reunir actores de las tres ciudades<sup>2</sup>, para que pudiesen intercambiar información y buscar soluciones conjuntas para la triple frontera, con el enfoque de la cooperación y basadas en un desafío común, los efectos de los cambios climáticos. En esta sección se describen, de forma preliminar, las principales informaciones recogidas por los participantes en el recorrido de los cuatro grupos focales. Ellos fueron divididos de acuerdo con las siguientes categorías: planeamiento, medidas estructurales, medidas no estructurales y cooperación.

### 8.1 Planeamiento

En los tres grupos focales, se ha puntualizado que la **realización de un planeamiento urbano y ordenamiento territorial** son primordiales para avanzar en el desarrollo y la resiliencia de los municipios, a fin de resolver, por ejemplo,

problemas relacionados a las inundaciones y ocupaciones irregulares en los márgenes de los ríos. Como se ha mencionado, esta es una cuestión que afecta a los tres municipios de forma significativa. No desde el punto de vista ambiental, sino más bien social. Los motivos por los que suceden esas ocupaciones son diversos y también las causas son muy semejantes en las tres ciudades, como la vulnerabilidad económica de las familias, que no disponen de recursos financieros para comprar en otro lugar una casa y terminan instalándose en esos lugares.

Así mismo, los participantes de los dos grupos enfatizaron la importancia de que cualquier planeamiento sea hecho con la activa participación de todas las personas de la ciudad, para que todas las voces puedan ser atendidas. La necesidad del **relevamiento de datos y hacer los estudios técnicos** que puedan subsidiar el planeamiento de las medidas de adaptación también fue una cuestión debatida durante las reuniones locales. Otra cuestión recurrente fue la **demanda de las informaciones climáticas específicas** que permitan realizar una mejor lectura del clima de las tres ciudades y obtener predicciones confiables.

## 8.2 Medidas estructurales

Además de la indiscutible importancia de que se pueda elaborar un planeamiento adecuado de las demandas locales, fueron propuestas algunas soluciones relacionadas a las medidas estructurales. En las tres ciudades fueron citados varios puntos en común, como la **adaptación de las estructuras de las construcciones con materiales más resistentes a los eventos climáticos**, principalmente a las lluvias y los raudales. La opinión de algunos participantes, es que se podría realizar mediante la **creación de líneas de créditos y financiamiento**, por ejemplo. Otra alternativa propuesta, un poco más simple, pero con el mismo objetivo, sería elaborar una iniciativa para **adquirir los tejados con materiales mas resistentes**, especialmente para las poblaciones más vulnerables. En Ciudad del Este, fueron debatidas las posibilidades de **adaptar las viviendas existentes en áreas de riesgo** para minimizar o eliminar las necesidades de reubicación de las familias instaladas en esos lugares, bien como posibles **soluciones técnicas para contrarrestar las inundaciones**. Otra cuestión debatida en las tres ciudades fue la necesidad de **elaborar soluciones para las áreas de riesgo no vuelvan a ser**

**ocupadas o tengan nuevas casas en ese lugar.** Algunos participantes también indicaron la falta de inversión en las **construcciones con bajo consumo** de recursos naturales y una **estructura verde**, bien como **arquitectura adaptada**, como posibilidad interesante.

En cuanto a las medidas estructurales, fue mencionado en los tres grupos locales la necesidad de **invertir en el saneamiento básico**. Cabe mencionar que las ciudades no poseen el 100% de alcantarillados domésticos, especialmente en barrios más afectados de las regiones centrales, cuya población es más carente de recursos financieros. De acuerdo con los participantes, esta sería una medida urgente, pues las personas que ya se encuentran en condiciones de vulnerabilidad poseen mayor susceptibilidad de adquirir enfermedades por la carencia de este servicio.

La necesidad de **invertir en sistemas de drenajes eficientes** también fue mencionada en dos de los tres grupos locales. Una de las soluciones identificadas para Foz do Iguaçu, por ejemplo, es el mapeamiento de los puntos de drenajes de toda la ciudad, que puede ser hecho por un auxiliar del Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), a fin de invertir en futuras obras para mejorar el sistema. En Ciudad del Este, a su vez, fue mencionado un proyecto que se está desarrollando con el soporte de Itaipu en ese sentido, involucrando sistemas de provisión de agua potable, alcantarillado y drenaje de aguas pluviales.

En Puerto Iguazú y Foz do Iguaçu, también fue debatida la importancia de **revitalizar los manantiales, corrientes y los márgenes de los ríos**. Los participantes enfatizaron que eso es esencial para la preservación del medio ambiente y la reducción de los problemas con las inundaciones, ya que los ríos en proceso de sedimentación tienden a salir de su curso con más facilidad durante las lluvias, provocando inundaciones y el solapamiento de márgenes.

Otro punto discutido en las tres ciudades fue el **mejoramiento de los sistemas de gestión de residuos sólidos**, ya que la basura desechada en forma inadecuada agrava y aumenta la probabilidad de inundaciones (entre otros problemas, como la proliferación de enfermedades transmitidas por el agua acumulada). Los participantes indicaron que es preciso que el sector público invierta en la **recolección y el destino de los residuos reciclables**, ya sea como **campana de educación y concientización ambiental** para toda la población.

### 8.3 Medidas no estructurales

Un punto común que se aborda en las tres ciudades fue, por lo tanto, la importancia del **desarrollo de acciones de concientización y educación ambiental**, además de **mejorar la comunicación con la población sobre el tema el cambio climático y la sustentabilidad**. Algunos de los objetivos públicos mencionados para ello fueron las escuelas, universidades e iglesias. También fue indicada la **creación de sistemas de información y foros de discusión con la población**, como forma de apoyar tales procesos y garantizar que todos sepan cómo actuar en caso de alerta y eventos extremos, para ello, los participantes sugirieron **buscar apoyo de los medios de comunicación**, como radio y televisión, así como los universitarios de la región. Una idea sería contar con la colaboración de ellos para **promover las campañas y difundir información a la población**, con la ayuda de los consejos locales y el poder público.

### 8.4 Cooperación

En el cuarto grupo focal, dirigido al tema de cooperación, cuestiones relacionadas a la educación y comunicación también se mostraron importantes. Los participantes discutieron posibilidades de **integración y/o sinergia entre las acciones educativas y los sistemas de comunicación** para alerta en los tres municipios, tanto en la población como entre los órganos competentes, como los responsables por las acciones de la defensa civil en cada localidad.

Otra necesidad relacionada con la integración, mencionada por uno de los municipios, fue que los **consejos, asociaciones y municipios busquen un mayor dialogo entre si**, para que juntos trabajen en soluciones para las ciudades. Además, fue discutida la propuesta de **creación de fondos o ahorros** para los tres municipios, con el objetivo de contar con reserva para emergencias en caso de desastres y de invertir en infraestructura, especialmente en sistemas de drenajes y en la construcción de casas para colocar a las familias en estado de vulnerabilidad.

Algunos participantes comentaron, además, sus experiencias sobre trabajos realizados anteriormente en conjunto entre órganos de las tres ciudades y países. Por

eso, como se mencionó en las secciones anteriores, actualmente esa cooperación se realiza de manera informal y aún poco usual. Para hacer frente a esto, fueron levantadas algunas propuestas, como la creación de un **Consejo Trinacional de Defensa Civil que involucre a las tres ciudades**, de manera institucionalizada y comprometida, formalizando los medios de intercambio de información, el que permita mejorar la comunicación entre las partes. Algunos participantes sugirieron también **articular los proyectos ya existentes en la región**, que no siempre se mencionan, de modo a potenciar sus resultados.

Otra propuesta fue la de crear, a través de los consejos (CODEFOZ, CODELESTE, CODESPI), **Cámaras Trinacionales**, donde podrían ser elaborados planeamientos integrados entre las ciudades, y de las Cámaras, **crear una específica para discutir el cambio climático**, con el fin de levantar datos y desarrollar estrategias relacionadas a la resiliencia de la triple frontera. En uno de los grupos focales, se remarcó también la importancia de que las ciudades cooperen de forma más directa, ya que los procesos formales generalmente son discutidos a nivel nacional y no local (especifican el concepto de paradiplomacia<sup>39</sup>). Otra sugerencia fue la de **aprovechar las instancias del Mercosur y su parlamento (Parlasur)** para propiciar esa cooperación entre las tres ciudades, con derecho a voto y posibilidad de crear leyes comunes a los tres países o con el fomento para algunos trámites internacionales para facilitar el tráfico en los puentes internacionales que unen las 3 ciudades, promoviendo así la integración regional, premisa del Mercosur. Fue mencionado que la región Trinacional se podría manifestar en dialogar con el Subgrupo de Trabajo 18, recientemente creado, referente a la integración fronteriza, De esta forma, el proyecto sería fortalecido institucional y políticamente.

En relación a las soluciones abordadas durante todas las reuniones realizadas por el equipo, se puede observar que gran parte de lo que fue mencionado por los actores son muy similares, lo que muestra la convergencia entre los problemas y también las posibles soluciones. Esto evidencia la importancia de la cooperación entre las ciudades fronterizas en la búsqueda de la resiliencia al clima, comprendiendo que

---

<sup>39</sup> Según Moreira, Senhoras y Vitte (2009, p.3), la paradiplomacia se caracteriza por un proceso de extroversión de actores subnacionales como los gobiernos locales y regionales, organizaciones internacionales, empresas multilaterales que negocian y practican acuerdos dirigidos a obtener recursos y actuar en áreas específicas donde no hay intervención del gobierno estatal.

los factores que afectan una ciudad inevitablemente afectan también a las otras. Además, las soluciones sugeridas se muestran en consonancia con las directrices y arreglos institucionales establecidos para la adaptación a los cambios climáticos en las tres ciudades y países, de acuerdo a lo discutido anteriormente, lo que representa una oportunidad para su concreción.

Conclusions

*Conclusões*

*Conclusiones*

## 9 Conclusiones

Este informe representa la primera evaluación de la vulnerabilidad a las variaciones y eventos extremos climáticos realizada en la región de la triple frontera. Se llevó a cabo por medio de la examinación de las políticas de adaptación actuales en las tres ciudades, investigando las tendencias climáticas pasadas y futuras, desarrollando un índice de vulnerabilidad urbana y explorando cualitativamente la percepción de las partes interesadas ante la situación de cada ciudad con relación a sus experiencias ante los eventos meteorológicos extremos. Además, se exploró la situación de cooperación entre las tres ciudades examinando de cerca las interacciones que existen entre ellas cuando se enfrentan a un evento relacionado con el clima, y cómo esta cooperación puede ser mejorada.

Para proporcionar el contexto de la región de la triple frontera, el Capítulo 2 presentó los antecedentes de las tres ciudades. Se encontró que las ciudades se han expandido de manera rápida, experimentando un aumento en las tasas de crecimiento de la población, generando impactos positivos en la economía de las tres ciudades. Sin embargo, este aumento también generó problemas sociales y ambientales, ya que la economía local no tiene la capacidad de generar empleos formales para satisfacer la creciente demanda laboral. Además, la falta de planificación urbana adecuada y la de un marco legal y ambiental aplicable, así como instituciones débiles, son las principales causas de los desafíos sociales, económicos y ambientales. Entre las tres ciudades, hay diferentes niveles de dificultades relacionadas con el agua, la salud, los sistemas de drenaje, la seguridad, las prácticas ilegales y clandestinas, las amenazas ambientales y la vivienda insegura. Por último, el avance de la agricultura y las actividades turísticas sobre el ambiente natural y la disputa de tierras han sido reportados como amenazas para las comunidades indígenas.

Más adelante en el capítulo 3, se presentaron las tendencias climáticas pasadas para identificar cuáles han sido los fenómenos meteorológicos extremos que se han registrado en las tres ciudades. Observando las tendencias pasadas para determinar cómo han cambiado los patrones climáticos a lo largo de los años. Estas tendencias sugieren variaciones climáticas y cambios en las condiciones meteorológicas. Se identificaron siete eventos climáticos y meteorológicos extremos

que han afectado la región de la triple frontera: (i) precipitaciones intensas, (ii) vientos fuertes, (iii) granizadas, (iv) olas de calor, (v) olas de frío, (vi) inundaciones, (vii) y sequías. Por ejemplo, con respecto a los registros de temperatura en la región, las temperaturas diarias máximas y mínimas anuales están aumentando a través de los años, donde el valor máximo registrado de 40.2°C y el mínimo de -4°C. Con respecto a las inundaciones, generalmente se registran dos tipos: i) inundaciones ribereñas, debido al aumento de los niveles de los ríos, e ii) inundaciones urbanas, debido a eventos de precipitación intensa, cambios en el uso de la tierra y sistemas de drenaje inadecuados. El análisis encontró que en la región de la triple frontera la cantidad anual de precipitación y la cantidad máxima diaria de precipitación registrada en cada año están aumentando a través del tiempo, lo que sugiere que los eventos de precipitación son cada vez más intensos. En relación con los eventos de caída de granizos, éstos siguen el patrón de baja probabilidad de ocurrencia y de alto impacto. La infraestructura frágil y el material de los techados que caracterizan a algunos barrios de la región, así como la falta de conciencia sobre este tipo de eventos son la raíz de las consecuencias negativas de las tormentas de granizo. Característicamente, estos eventos duran sólo unos minutos (entre 5 y 15 minutos) y el diámetro de los granizos varía aproximadamente entre 1 y 5 cm. El evento de granizada que causó los mayores daños en la región de la triple frontera ocurrió el 7 de septiembre de 2015. Por otro lado, este estudio también identificó por medio de la revisión de literaturas que la región de la triple frontera se encuentra dentro de un área que ha sido reconocida como propensa a tormentas severas, incluyendo la ocurrencia de tornados (Brooks, et al., 2003; Nascimento & Doswell III, 2005; Silva Dias, 2011). De hecho, un aumento en el número de alertas de tornado en el sur de Brasil se registró desde 1970 (Silva Dias, 2011).

La región de la triple frontera necesita comenzar a implementar soluciones para volverse más resiliente y evitar futuros desastres no sólo para el conjunto de eventos reportados, sino también para superar los desafíos de trabajo y comunicación en la región. Se encontró que la información climática no es consistente en la región, lo cual podría representar un problema para la adaptación al cambio climático. Por ejemplo, no hay una definición unificada de olas de calor y olas de frío. La Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil del Paraguay (DMH/DINAC) y el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina (SMN) definen las

olas de calor y olas de frío de diferentes formas utilizando diferentes variables meteorológicas, umbrales y períodos de tiempo. En contraste, no existe una definición específica de estos eventos en Brasil. Además, después de analizar las temperaturas máximas y mínimas diarias, se detectaron variaciones significativas en el número de eventos de ola de calor y de ola de frío utilizando un enfoque u otro.

Según el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), las proyecciones climáticas indican que el mundo experimentará impactos climáticos y Sudamérica no es una excepción. Los modelos climáticos muestran tendencias positivas en la precipitación anual en el sureste de Sudamérica, además, aumentos en los extremos de temperatura se han identificado en la mayor parte de América del Sur tropical y subtropical. Los hallazgos descritos en el capítulo cuatro indican que la variabilidad climática también estará presente en la región de la triple frontera. En concordancia con las proyecciones del IPCC, se han observado tendencias similares en la temperatura para la región de la triple frontera, pero tendencias no muy precisas en el caso de las precipitaciones anuales. Por un lado, todas las proyecciones muestran (modelos: ETA-HadGEM y Eta-MIROC5) que la temperatura aumentará en la región de la triple frontera a lo largo de los años. Por otro lado, es difícil determinar los cambios en la precipitación media en la región, pero se espera que experimente cambios en la cantidad de precipitación en cada uno de los periodos analizados. Los resultados indican que los eventos extremos de precipitación diaria serán más intensos en la región a lo largo de los años (indicadores climáticos extremos: PRCPTOT y R95P). En este sentido, el Capítulo 4 muestra claramente el desafío que se avecina: la región de la triple frontera necesita estar preparada para un aumento en la intensidad de eventos meteorológicos extremos.

Investigando qué está haciendo la región de la triple frontera para afrontar este desafío, el capítulo 5 presenta evidencia de los entornos legales, institucionales y políticos de la región con respecto a la adaptación. Se encontró que la planificación de la adaptación al cambio climático está ocurriendo en niveles más altos de política y no a nivel local. Esto significa que las ciudades tienen que enmarcar sus acciones de cambio climático de acuerdo con la política climática de sus respectivos países. Foz do Iguaçu tiene las siguientes instituciones enfocadas en medidas de reducción del riesgo de desastres: Defensa Civil, Itaipu Binacional y en un nivel inferior el Centro

de Zoonosis. Puerto Iguazú cuenta con la Defensa Civil, mientras que en Ciudad del Este es el municipio el que se encarga de atender los desastres, y cuando su capacidad de acción es superada, cuenta con el apoyo de la Secretaría de Emergencia Nacional. Además, las tres ciudades están fuertemente apoyadas por sus cuerpos de bomberos cuando enfrentan riesgos naturales y antropogénicos. Las brechas que se encontraron al hacer la Evaluación Ambiental Rápida es que las tres ciudades no tienen protocolos formales de reducción de riesgos de desastres, a pesar de la existencia de algunos sistemas de alerta temprana, esto todavía necesita ser mejorado. Puerto Iguazú parece ser la ciudad que quedo atrás mientras que las políticas de cambio climático parecen más avanzadas en Foz do Iguacu.

El capítulo 6 presenta la evaluación de la vulnerabilidad de las tres ciudades. Esto se ha hecho mediante el desarrollo de indicadores y entrevistas con actores clave. La vulnerabilidad de las tres ciudades utilizando el Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU), puede explicarse por sus características inherentes (atributos físicos, sociales y económicos), así como por su capacidad de respuesta, recuperación y adaptación a corto plazo. Según el IVU, los resultados encontrados en Ciudad del Este y Puerto Iguazú son muy similares en comparación con los resultados encontrados en Foz do Iguacu. Ciudad del Este obtuvo la mayor puntuación (indicando mayor vulnerabilidad) y Foz do Iguacu obtuvo la puntuación más baja (indicando menor vulnerabilidad). Foz do Iguacu es menos sensible a los eventos meteorológicos extremos debido a sus amplias áreas verdes, indicadores de pobreza más bajos, mejor acceso al agua, tratamiento de desechos y educación, menor tasa de mortalidad, mayor presupuesto público y PIB más dinámico y diversificado. Además, los resultados muestran que Foz do Iguacu tiene niveles más altos de preparación y recuperación. Por lo tanto, las instituciones nacionales de gestión de emergencias gozan de buena reputación y, además, esta ciudad tiene una mejor disposición para adoptar buenas prácticas.

Los indicadores mostrados en esta sección fueron complementados y validados por información de expertos, académicos, empresas, servicios de emergencia, entre otros. Como parte de las acciones preventivas en desarrollo en Ciudad del Este, las plazas centrales se están ampliando y el sistema de electrificación aérea se está desarrollando bajo tierra. Adicionalmente, la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad trabaja con proyectos de fortalecimiento de la educación

para concienciar sobre la importancia de la gestión de residuos sólidos. Por otra parte, el Centro Internacional de Hidroinformática (CIH/ITAIPU) está desarrollando aplicaciones basadas en software libre para monitorear en tiempo real las condiciones hidrológicas del río Paraná. En Puerto Iguazú, las inundaciones urbanas han sido parcialmente resueltas debido a la construcción de canales y sistemas de drenaje. Además, en Foz do Iguazú en los últimos 5 a 8 años se han realizado esfuerzos por parte del Municipio para reubicar a personas ubicadas en áreas de riesgo con resultados ineficientes.

La vulnerabilidad a las variaciones y extremos climáticos se comparte entre las tres ciudades que componen la región de la triple frontera. Por lo tanto, la cooperación es parte integral de esta evaluación. Explorando esta cooperación concluimos que ella aún no está formalizada y sigue dependiendo del diálogo entre los representantes políticos de estas ciudades. Por otra parte, según los informes analizados, la forma amigable en que se han llevado a cabo algunas intervenciones de emergencia, culturales y sociales, indica que la región tiene un potencial estratégico para prevenir los efectos de fenómenos climáticos extremos, buscando la resiliencia y cooperación entre los diferentes sectores de la región. Específicamente, CODESPI, CODEFOZ y CODELESTE son espacios para la formulación de políticas y realización de debates políticos que tienen como objetivo integrar la región. Durante la realización de este estudio, los actores clave de cada país aportaron opiniones sobre cómo mejorar la cooperación existente. Entre las propuestas se encuentran, la integración y/o la sinergia entre las acciones educativas, los proyectos existentes y los sistemas de comunicación de alertas, la búsqueda de un mayor diálogo entre los consejos, asociaciones y municipios y la creación de un fondo monetario para la región con el fin de contar con reservas económicas para ser utilizadas en casos de emergencias y para invertir en infraestructura. Además, propusieron la creación de un Consejo Tri-Nacional de Defensa Civil, y la creación de una Cámara Tri-Nacional para discutir sobre los cambios climáticos, con el objetivo de generar datos, producir información y desarrollar estrategias relacionadas con la resiliencia de la región. Finalmente, sugirieron aprovechar las ventajas del Mercosur y su parlamento (Parlasur) para permitir la cooperación entre las tres ciudades.

El siguiente capítulo exploró algunas soluciones que podrían mejorar la cooperación entre las tres ciudades para volverse más resilientes a las variaciones y

eventos climáticos extremos. Se propusieron soluciones estructurales y no estructurales. En cuanto a las soluciones no estructurales, la planificación urbana y la planificación del uso de la tierra con participación activa de toda la población son consideradas fundamentales para avanzar en el desarrollo y la resiliencia de las tres ciudades. Se detectó la necesidad de recopilar datos y realizar estudios técnicos que pudieran apoyar la planificación de medidas de adaptación y proporcionar una mejor comprensión de los eventos climáticos, además de mejorar los pronósticos meteorológicos en la región. También se abordó la importancia de desarrollar acciones de sensibilización y educación ambiental, así como mejorar la comunicación con la población sobre el cambio climático y la sustentabilidad. Por otro lado, en cuanto a las soluciones estructurales, se detectó como necesaria la adaptación de la infraestructura con materiales más resistentes a los eventos climáticos, principalmente para reducir los impactos de granizadas y vientos fuertes. De la misma manera, se considera necesaria la adaptación de las viviendas existentes en áreas de riesgo mediante el diseño de soluciones efectivas de modo a que estas áreas no sean reocupadas. Además, se propuso la confección de soluciones técnicas para contener las inundaciones y la necesidad de invertir en sistemas básicos de saneamiento, drenaje y gestión de residuos. Adicionalmente, en Puerto Iguazú y Foz de Iguacu, se discutió la importancia de revitalizar el bosque ciliar de manantiales, arroyos y ríos.

En general, la evaluación indica que, dada la rápida expansión, la forma en que las ciudades se desarrollaron, ha influido en su vulnerabilidad actual. Esto se suma al cambio en la variabilidad climática. Las ciudades carecen de planes locales y no tienen protocolos formales de reducción de riesgos de desastre. Tienen problemas principalmente en las áreas de abastecimiento de agua, alcantarillado, drenaje pluvial y sistemas de manejo de residuos sólidos. La vulnerabilidad es compartida entre las tres ciudades.

## 10 Bibliografía

Adger, W.N. et al., 2004. *New indicators of vulnerability and adaptive capacity*, Norwich. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/6ff4/2b2e526e40f7d1a82db8cfa8057b4ca7355c.pdf> [Accessed May 22, 2017].

Adger, W.N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), pp.268–281.

Agard, J. et al., 2014. IPCC WGII Glossary. In and L. L. W. Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, 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, ed. *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*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, pp. 1–30.

American Meteorological Society, Cold wave - AMS Glossary. Available at: [http://glossary.ametsoc.org/wiki/Cold\\_wave](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Cold_wave) [Accessed May 10, 2017].

American Meteorological Society, 2012. Heavy rain - AMS Glossary. Available at: [http://glossary.ametsoc.org/wiki/Heavy\\_rain](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Heavy_rain) [Accessed May 31, 2017].

Argentinian Meteorological Service, Climate Services. Available at: <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=elclima&id=13> [Accessed May 10, 2017].

Argentinian Meteorological Service, Climate Projections. *Argentinian Meteorological Service (Web page)*. Available at: <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=cambioclim&id=10> [Accessed May 29, 2017].

Báez Benitez, J. & Monte Domecq, R., 2014. Analysis of meteorological drought episodes in Paraguay. *Climatic Change*, 127(1), pp.15–25.

Benítez, H.W., 2010. *Manual operativo de Defensa Civil. Puerto Iguazú.*, Puerto Iguazú.

Bern, C., Maguire, J.H. & Alvar, J., 2008. Complexities of assessing the disease burden attributable to leishmaniasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2(10).

Boyle, J., 2013. Climate Change Adaptation and Canadian Infrastructure: A review of the literature. , (November).

Brazilian Meteorological Institute (INMET), Glossary of terms. Available at: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=glossario#O> [Accessed May 10, 2017].

Brooks, H.E., Lee, J.W. & Craven, J.P., 2003. The spatial distribution of severe

thunderstorm and tornado environments from global reanalysis data. *Atmospheric Research*, 67–68(June 2017), pp.73–94.

Brooks, N., 2003. A conceptual framework Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. , (November).

Brooks, N., Neil Adger, W. & Mick Kelly, P., 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2), pp.151–163. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378004000913> [Accessed July 9, 2014].

Bureau of Meteorology of the Australian Government, The Southern Annular Mode. Available at: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/history/In-2010-12/SAM-what.shtml> [Accessed June 7, 2017].

Cabré, M.F., Solman, S. & Núñez, M., 2016. Regional climate change scenarios over southern South America for future climate (2080-2099) using the MM5 Model. Mean, interannual variability and uncertainties. *Atmosfera*, 29(1), pp.35–60. Available at: <http://dx.doi.org/10.20937/ATM.2016.29.01.04>.

Cardin, E.G., 2012. Trabalho e práticas de contrabando na fronteira do Brasil com o Paraguai. *Geopolítica(s)*, 3(2), pp.207–234.

Carter, J.G. et al., 2015. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, pp.1–66.

Cascio, A. et al., 2011. The socio-ecology of zoonotic infections. *Clinical Microbiology and Infection*, 17(3), pp.336–342.

Chou, S.C. et al., 2014. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3(5), pp.512–527. Available at: <http://file.scirp.org/Html/>.

Collins, M. et al., 2013. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp.1029–1136.

Costa, E.A.P. d. A. et al., 2010. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* ... *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(June 2015), pp.488–493.

Cozer, S.R. et al., 2013. Diagnóstica socioeconômico da bacia Arroio Ouro Verde. *Revista Cultivando o Saber*, 6(1), pp.40–54.

Cutter, S.L. et al., 2003. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), pp.242–261.

D'Amato, G. et al., 2013. Climate change, air pollution and extreme events leading to increasing prevalence of allergic respiratory diseases. *Multidisciplinary Respiratory*

*Medicine*, 8(1), p.12. Available at: <http://mrmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2049-6958-8-12>.

DAP. Departamento de Alto Paraná, 2014. Ciudad del Este. Available at: <http://www.altoparana.gov.py/v0/index.php/ciudad-del-este> [Accessed: 14 March 2017].

Defesa Civil do Paraná, 2017. Plano de Contingência Municipal de Proteção e Defesa Civil Foz do Iguaçu -PR.

DGEEC. Dirección General de Estadística Encuestas y Censo, 2015. Proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025: Revisión 2015.

DGEEC. Dirección General de Estadística Encuestas y Censo, 2015b. *Censo de Comunidades de los Pueblos Indígenas: Resultados Finales 2012*, Fernando de la Mora.

Di Bitetti, M.S., Placci, G. & Dietz, L.A., 2003. *A biodiversity vision for the Upper Paraná Atlantic Forest Ecoregion: designing a biodiversity conservation landscape and setting priorities for conservation action*, Washington, D.C.

Dreyfus, P.G., 2005. *Agenda de Seguridad en el MERCOSUR: La Triple Frontera como "espacio de inseguridad regional,"* Rio de Janeiro.

Eakin, H. & Luers, A.L., 2006. ASSESSING THE VULNERABILITY OF SOCIAL-ENVIRONMENTAL SYSTEMS.

EEA, 2012. *Urban adaptation to climate change in Europe*, European Environment Agency, Luxemburg.

Fujita, T.T., 1973. Tornadoes around the World. *Weatherwise*, 26(2), pp.56–83. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00431672.1973.9931633>.

Füssel, H.-M. & Klein, R.J.T., 2006. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75(3), pp.301–329. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s10584-006-0329-3> [Accessed July 10, 2014].

Gábor, P. & Jombach, S., 2009. THE RELATION BETWEEN THE BIOLOGICAL ACTIVITY AND THE LAND SURFACE TEMPERATURE IN BUDAPEST. *App. Ecology and Environm. Research*, 7(3), pp.241–251. Available at: <http://www.ecology.uni-corvinus.hu> [Accessed May 23, 2017].

Gandara, J.M.G., Souza, C.A. de & Lacay, M.C., 2011. O marketing turístico como instrumento de produção e transformação do espaço na região de Foz do Iguaçu e municípios lindeiros ao lago de Itaipu. *CULTUR: Revista de Cultura e Turismo*, 5(2), pp.19–42.

GDS. Government Digital Services, 2016. *Collection: Rapid evidence assessments*. Available at: <https://www.gov.uk/government/collections/rapid-evidence-assessments> [Accessed: 22 May 2017].

Giorgi, F. & Diffenbaugh, N., 2008. Developing regional climate change scenarios for use in assessment of effects on human health and disease. *Climate Research*, 36(2), pp.141–151.

Gomes, A.F., Nobre, A.A. & Cruz, O.G., 2012. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009. *Cadernos de Saúde Pública*, 28(11), pp.2189–2197. Available at: [http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2012001100018&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2012001100018&lng=en&nrm=iso&tlng=en).

GoogleMaps, 2017. Comando do Corpo de Bombeiros de Foz do Iguaçu 25°32'32.6"S 54°35'16.1"W, street view image.

Grass, D. & Cane, M., 2008. The effects of weather and air pollution on cardiovascular and respiratory mortality in Santiago, Chile, during the winters of 1988-1996. *International Journal of Climatology*, 28(8), pp.1113–1126.

Henríquez Ruiz, C., 2009. El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas. *Estudios Geográficos*, 70(266), pp.155–179. Available at: <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/14/111>.

Hernandez-Montes-de-Oca, P., 2013. *Assessing the vulnerability and resilience of SMEs to climate variations and extremes in Mexico*. The University of Leeds.

Hunt, A. & Watkiss, P., 2011. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Climatic Change*, 104(1), pp.13–49.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no date. *Cidades: Foz do Iguaçu*. Available at: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/4108304> [Accessed: 15 March 2017].

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. *Pesquisa de informações básicas municipais: perfil dos municípios brasileiros 2013*, Rio de Janeiro.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017. *Caderno estatístico: município de Foz do Iguaçu*. Curitiba.

IPCC, 2012. Glossary of Terms. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In C. B. Field et al., eds. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge and New York, pp. 555–564.

IPCC, 2014. *Summary for policymakers*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: IPCC.

IPEC. Instituto Provincial de Estadística y Censos, 2015. *Gran Atlas de Misiones*, Posadas: IPEC.

IPEC. Instituto Provincial de Estadística y Censos, Provincia de Misiones (no date)

Provincia de Misiones. *Población urbana y rural (agrupada y dispersa), según municipio. Año 2010.* Available at: [http://media.wix.com/ugd/ae8294\\_015b7a2652804df09cf33ae6ba5bc088.pdf](http://media.wix.com/ugd/ae8294_015b7a2652804df09cf33ae6ba5bc088.pdf) [Accessed: 16 March 2017].

IPEC. Instituto Provincial de Estadística y Censos, Provincia de Misiones (no date b) *Provincia de Misiones. Proyección de población según área de gobierno local. Período 2010-2020.* Available at: [http://media.wix.com/ugd/ae8294\\_d951cffc5ac2443db34c6edeea20056e.pdf](http://media.wix.com/ugd/ae8294_d951cffc5ac2443db34c6edeea20056e.pdf) [Accessed: 16 March 2017].

Itaipu Binacional, no date. *Energia: comparações.* Available at: <https://www.itaipu.gov.br/energia/comparacoes> [Accessed: 17 April 2017].

Janssen, M. a. & Ostrom, E., 2006. Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. *Global Environmental Change*, 16(3), pp.237–239. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378006000380> [Accessed July 9, 2014].

Jones, R.N.; Patwardhan, A.; Cohen, S.J.; Dessai, S.; Lammel, A.; Lempert, R.J.; Mirza, M.M.Q.; von Storch, H., 2014. Foundations for Decision Making. In and L. L. W. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. March, 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, ed. *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.* Cambridge and New York: Cambridge University Press., pp. 195–228.

Kamiguchi, K. et al., 2006. Changes in Extremes Indices over Japan Due to Global Warming Projected by a Global 20-km-mesh Atmospheric Model. *Sola*, 2, pp.153–156. Available at: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/sola/2005-040?from=CrossRef>.

Kelly, P.M. & Adger, W.N., 2000. Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation. *Climatic Change*, 47(4), pp.325–352.

Kleinschmitt, S.C., Azevedo, P.R. & Cardin, E.G., 2013. A tríplice fronteira internacional entre Brasil, Paraguai e Argentina: contexto histórico, econômico e social de um espaço conhecido pela violência e pelas práticas ilegais. *Revista Perspectiva Geográfica*, 8(9).

Klok, L. et al., 2012. The surface heat island of Rotterdam and its relationship with urban surface characteristics. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, pp.23–29.

Kouwenhoven, M., 2014. *United States of America in Tríplice Fronteira: a research to the influence of the geopolitical vision of terrorism of the United States of America on the everyday life of inhabitants of Foz do Iguçu, Brazil.* Radboud University Nijmegen.

Kuhlicke, C. et al., 2011. Contextualizing social vulnerability: findings from case studies across Europe. *Natural Hazards*, 58(2), pp.789–810.

Lavell, A. et al., 2012. Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure,

vulnerability, and resilience. *Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, pp.25–64. Available at: [http://ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-Chap1\\_FINAL.pdf](http://ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-Chap1_FINAL.pdf).

Lavell, A. et al., 2012. Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In C. B. Field et al., eds. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 25–64.

Ludeña, C., Wilk, D. & Quiroga, R., 2012. *ARGENTINA: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Marco de la preparación de la Estrategia 2012-2016 del BID en Argentina*.

Magrin, G.O. et al., 2014. Central and South America In: *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. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp.1499–1566. Available at: [http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap27\\_FINAL.pdf](http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap27_FINAL.pdf).

Marengo, J.A. et al., 2012. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTec/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Paraná River basins. *Climate Dynamics*, 38(9–10), pp.1829–1848.

Marengo, J.A. et al., 2010. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models. *Climate Dynamics*, 35(6), pp.1089–1113.

Marengo, J.A. et al., 2009. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *International Journal of Climatology*, 29, pp.2241–2255.

Massukado, M.S. & Teixeira, R.M., 2006. Políticas públicas, recursos turísticos e recursos organizacionais: o caso de Foz do Iguaçu, Paraná. *Turismo - Visão e Ação*, 8(2), pp.201–222.

MAyDS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016. *Informe del estado del ambiente*, Buenos Aires.

McMichael, A.J. & Lindgren, E., 2011. Climate change: Present and future risks to health, and necessary responses. *Journal of Internal Medicine*, 270(5), pp.401–413.

Melo, D.D.C.D. et al., 2016. Reservoir storage and hydrologic responses to droughts in the Paraná River basin, south-eastern Brazil. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(11), pp.4673–4688.

Menéndez, C.G. & Carril, A.F., 2010. Potential changes in extremes and links with the Southern Annular Mode as simulated by a multi-model ensemble. *Climatic Change*,

98(3), pp.359–377.

Mercogliano, P., Bucchignani, E., Ciervo, F., Montesarchio, M., Zollo, A.L., Villani, V., Barbato, G., Vendemia, R., Polato, R., Báez, J., Pastén, M., 2017. A climate analysis using CORDEX simulations in a cooperation framework: the case of Paraguay.

Ministério do Turismo, 2012. *Caracterização e dimensionamento do turismo doméstico no Brasil – 2010/2011*, São Paulo.

Ministério do Turismo, 2016. *Estudo da Demanda Turística Internacional 2011 - 2015*, Brasília.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2016a. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 1: estratégia geral*, Brasília.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2016b. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 2: estratégias setoriais e temáticas*, Brasília.

Monte Domecq, R. et al., 2003. Paraguay. In C. E. M. Tucci & J. C. Bertoni, eds. *Inundacoes Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre, pp. 325–378.

Moreira, F. de A., Senhoras, E.M. & Vitte, C. de C.S., 2009. Geopolítica da paradiplomacia subnacional: um estudo sobre a extroversão internacional dos municípios da rede de Mercocidades.

Nascimento, E.L. & Doswell III, C.A., 2005. *The Need for an Improved Documentation of Severe Thunderstorms and Tornadoes in South America*.

O'Brien, K., Eriksen, S., et al., 2004. *What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research*.

O'Brien, K. et al., 2007. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7(1), pp.73–88. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14693062.2007.9685639> [Accessed June 3, 2014].

O'Brien, K., Sygna, L. & Haugen, J.E., 2004. Vulnerable or Resilient? A Multi-Scale Assessment of Climate Impacts and Vulnerability in Norway. *Climatic Change*, 64(1/2), pp.193–225. Available at: <http://link.springer.com/10.1023/B:CLIM.0000024668.70143.80>.

Ortiz, R.A., Motta, R.S. da & Ferraz, C., 2000. A estimação do valor ambiental do Parque Nacional do Iguaçu através do método de custo de viagem\*. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 30(3), pp.355–382.

Parana State Government, what are the heat waves? Available at: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=245> [Accessed May 1, 2017].

Penalba, O.C. & Rivera, J. a, 2013. Future Changes in Drought Characteristics over

Southern South America Projected by a CMIP5 Multi-Model Ensemble. *American Journal of Climate Change*, 2(September), pp.173–182.

Pezzi, L.P. et al., 1998. *South Atlantic Convergence Zone (Sacz) in the Doubling Co2 Run With Lmd Model and Ecmwf Re-Analysis Data : Part I.*

PMFI. Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, no date. *A cidade*. Available at: <http://www.pmf.pr.gov.br/conteudo/?idMenu=1004> [Accessed: 15 March 2017].

PMFI. Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, no date b. *Cronologia histórica do município*. Available at: <http://www.pmf.pr.gov.br/conteudo/?idMenu=1009> [Accessed: 15 March 2017].

PMFI. Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, 2016. *Prefeita Ivone Barofaldi recebe Plano Diretor*. Available at: <http://www.pmf.pr.gov.br/noticia/?idNoticia=40507> [Accessed: 3 June 2017].

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016. *Centro de monitoreo y alerta hidrometeorológica en Itapúa*. Available at: <http://www.py.undp.org/content/paraguay/es/home/presscenter/pressreleases/2016/10/12/centro-de-monitoreo-y-alerta-hidrometeorol-gica-en-itap-a.html> [Accessed: 31 March 2017].

Powell, R.A. & Single, H.M., 1996. Focus groups. *International Journal for Quality in Health Care*, 8(5), pp.499–504.

Rabossi, F., 2004. *Nas ruas de Ciudad del Este: vidas e vendas num mercado de fronteira*. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Ready, P.D., 2008. Leishmaniasis emergence and climate change. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 27(2), pp.399–412.

Rivera, J.A. & Penalba, O.C., 2010. *Evaluation of dry periods occurred between 1960 and 2008 in Argentina*.

Rodríguez-Morales, A.J., 2011. Climate change, rainfall, society and disasters in Latin America: relations and needs. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 28(1), pp.165–166.

Romero-Lankao, P. et al., 2012. Urban vulnerability and adaptation to the health impacts of air pollution and climate extremes in Latin American cities. In W. G. Holt, ed. *Research in Urban Sociology*. Bringley: Esmeral Group Publishing Ltd., pp. 247–275.

SAE. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2013. *Recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços do Brasil*, Brasília.

Sakai, P. & Dessai, S., 2015. *Can resilience framing enable adaptation to a changing climate? Insights from the UK water sector*, Leeds, UK. Available at: <http://www.see.leeds.ac.uk/sri>.

Sarafian, P., 2006. *SECTOR ARGENTINO DE LA CUENCA DEL RIO IGUAZU*,

Available at: [https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/pdf/11\\_nueva.pdf](https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/pdf/11_nueva.pdf).

SAyDS. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015. *Manual: vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para la gestión y planificación local*, Buenos Aires.

Scott, D., Hall, C.M. & Gössling, S., A review of the IPCC Fifth Assessment and implications for tourism sector climate resilience and decarbonization.

SEAE. Secretaria para Assuntos Estratégicos, 2017. *Acordo Tríplice Fronteira*. Available at: <http://www.seae.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=454> [Accessed: 8 June 2017].

SEAM. Secretaría del Ambiente, 2016. *Informe final: diseño del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, Asunción.

Secretaria Municipal de Turismo, 2017. *Inventário técnico de estatísticas turísticas 2016*, Foz do Iguaçu.

Seltenrich, N., 2015. Between extremes: Health effects of heat and cold. *Environmental Health Perspectives*, 123(11), pp.276–280.

Seneviratne, S. et al., 2012. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. *Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.*, pp.109–230.

Seth, A., Rojas, M. & Rauscher, S.A., 2010. CMIP3 projected changes in the annual cycle of the South American Monsoon. *Climatic Change*, 98(3), pp.331–357.

Silva Dias, M.A.F., 2011. An Increase in the Number of Tornado Reports in Brazil. *Weather, Climate, and Society*, 3(3), pp.209–217. Available at: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2011WCAS1095.1>.

Sörensson, A.A. et al., 2010. Projected precipitation changes in South America: A dynamical downscaling within CLARIS. *Meteorologische Zeitschrift*, 19(4), pp.347–355.

State Climate Office of North Carolina (US), Global Patterns - El Niño-Southern Oscillation (ENSO) | State Climate Office of North Carolina. Available at: <http://climate.ncsu.edu/climate/patterns/ENSO.html> [Accessed June 7, 2017].

Steeneveld, G.J. et al., 2011. Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands. *Journal of Geophysical Research*, 116(D20), p.D20129.

Stephenson, D.B., 2008. Definition, diagnosis and origin of extreme weather and climate events. *Climate Extremes and Society*, p.340.

Stockholm Environment Institute, CORE: Radiative Forcing. Available at: <http://www.co2offsetresearch.org/aviation/RF.html> [Accessed June 7, 2017].

Superintendencia of Protection and Civil Defense of Brazil, *Brazilian Classification and*

Codification of Disasters (Cobrade), Available at: [http://www.mi.gov.br/documents/3958478/0/Anexo+V+-+Cobrade\\_com+simbologia.pdf/d7d8bb0b-07f3-4572-a6ca-738daa95feb0](http://www.mi.gov.br/documents/3958478/0/Anexo+V+-+Cobrade_com+simbologia.pdf/d7d8bb0b-07f3-4572-a6ca-738daa95feb0).

Superintendência Regional do Paraná, 2013. *Projecto Executivo de Engenharia para Construcao de Ponte Internacional sobre o Rio Paraná - BR-277/PR*, Available at: <http://projetoiguassu.com/EIA-RIMA/sumario.html>.

Swart, R.J.. et al., 2012. *Urban Vulnerability Indicators. A joint report of ETC-CCA and ETC-SIA*, Bologna.

Tapia, C. et al., 2015. *High level quantified assessment of key vulnerabilities and priority risks for urban areas in the EU*, Tecnalia R&I, Newcastle University.

Taylor, K.E., Stouffer, R.J. & Meehl, G.A., 2012. An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(4), pp.485–498.

Tehelen, K. & Pacha, M.J., 2017. *Estudios de vulnerabilidad en América Latina y el Caribe: recomendaciones a través de la experiencia*.

TT-DEWCE, 2016. Guidelines on the Defintion and Monitoring of Extreme Weather and Climate Events. *World Meteorological Organization*, (December 2015), p.62.

Tucci, C.E.M., 2002. Gerenciamento da drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hidricos*, 7(1), pp.5–27.

TVO Iguazu, 2017. OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS: TRABAJOS DE SISTEMATIZACIÓN DEL “ARROYO PANAMBÍ.” Available at: <http://www.tvoiguazu.com/2017/02/11/obras-y-servicios-publicos-trabajos-de-sistematizacion-del-arroyo-panambi/> [Accessed June 5, 2017].

UN. United Nations, 2015. *World Urbanization Prospects: 2014 Revision*, New York.

UNDP Paraguay, 2017. *Guía Metodológica para el Análisis de Eventos Extremos en el Paraguay*, Asunción.

Valiente, Ó.M., 2001. Sequía: Definiciones, Tipologías Y Métodos De Cuantificación. *Investigaciones Geográficas*, 26, pp.59–80.

Viana, D.V. & Ignotti, E., 2013. A ocorrência da dengue e variacoes meteorologicas no Brasil: revisao sistematica. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 16(2), pp.240–256. Available at: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-790X2013000200240&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2013000200240&lng=pt&nrm=iso&tlng=en).

Vinchon, C. et al., 2011. *Assessing vulnerability to natural hazards in Europe: From Principles to Practice*, Available at: [http://www.move-fp7.eu/documents/MOVE\\_Manual.pdf](http://www.move-fp7.eu/documents/MOVE_Manual.pdf) [Accessed May 23, 2017].

van Vuuren, D.P. et al., 2011. The representative concentration pathways: An overview. *Climatic Change*, 109(1), pp.5–31.

Wilhite, D.A. & Glantz, M.H., 1985. Understanding: the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Water International*, 10(3), pp.111–120. Available at: <http://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub%5Cnhttp://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/20%5Cnhttp://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=droughtfacpub%5Cnhttp://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508068508686328%5Cnhttp://>.

Winchester, L. & Szalachman, R., 2012. The Urban Poor's Vulnerability to Climate Change in Latin America and the Caribbean. *Cities and climate change: responding to an urgent agenda. Urban development series*, pp.727–751.

Yagüe, C., Martija, M. & Torres, J., 2006. Análisis estadístico de las olas de calor y frío en España. *Científicas de la AME*, (1), pp.1–6. Available at: <http://www.divulgameteo.es/uploads/Olas-frío-calor.pdf>.

## 11 Anexos

Lista de anexos:

Anexo A – Eventos meteorológicos y climáticos extremos en la triple frontera

Anexo B – Vulnerabilidades socio-económicas a los eventos climáticos en la triple frontera

Anexo C – Ecuaciones del índice de vulnerabilidad

Anexo D – Índices de vulnerabilidad

Anexo E – Análisis cualitativo

## 11.1 Anexo A: Eventos meteorológicos y climáticos extremos

### A.1 Ubicación de las estaciones meteorológicas.

#### A.1.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

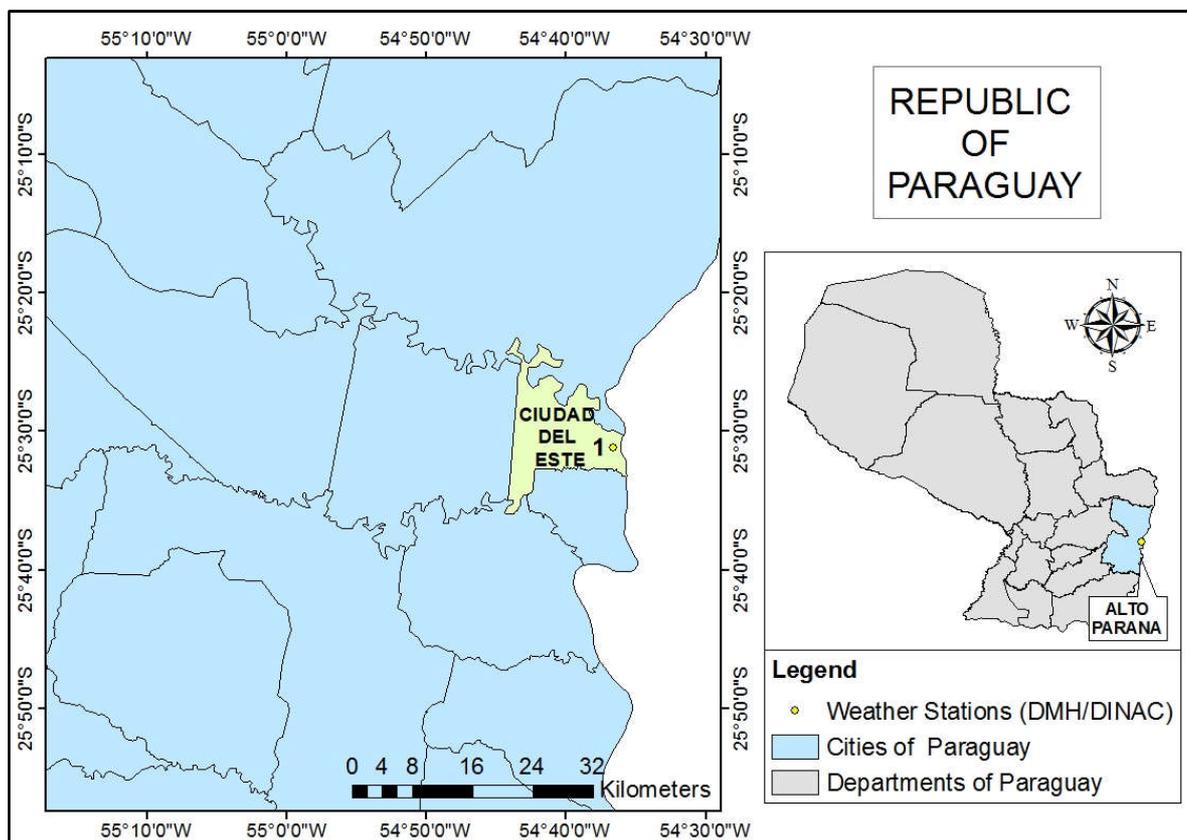


Figura A 1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

Tabla A 1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

#	Institution	Name of the Weather Station	Department	City	Longitude (Decimal Degrees)	Latitude (Decimal Degrees)
1	DMH/DINAC	Ciudad del Este	Alto Paraná	Ciudad del Este	-54.61	-25.52

## A.1.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero

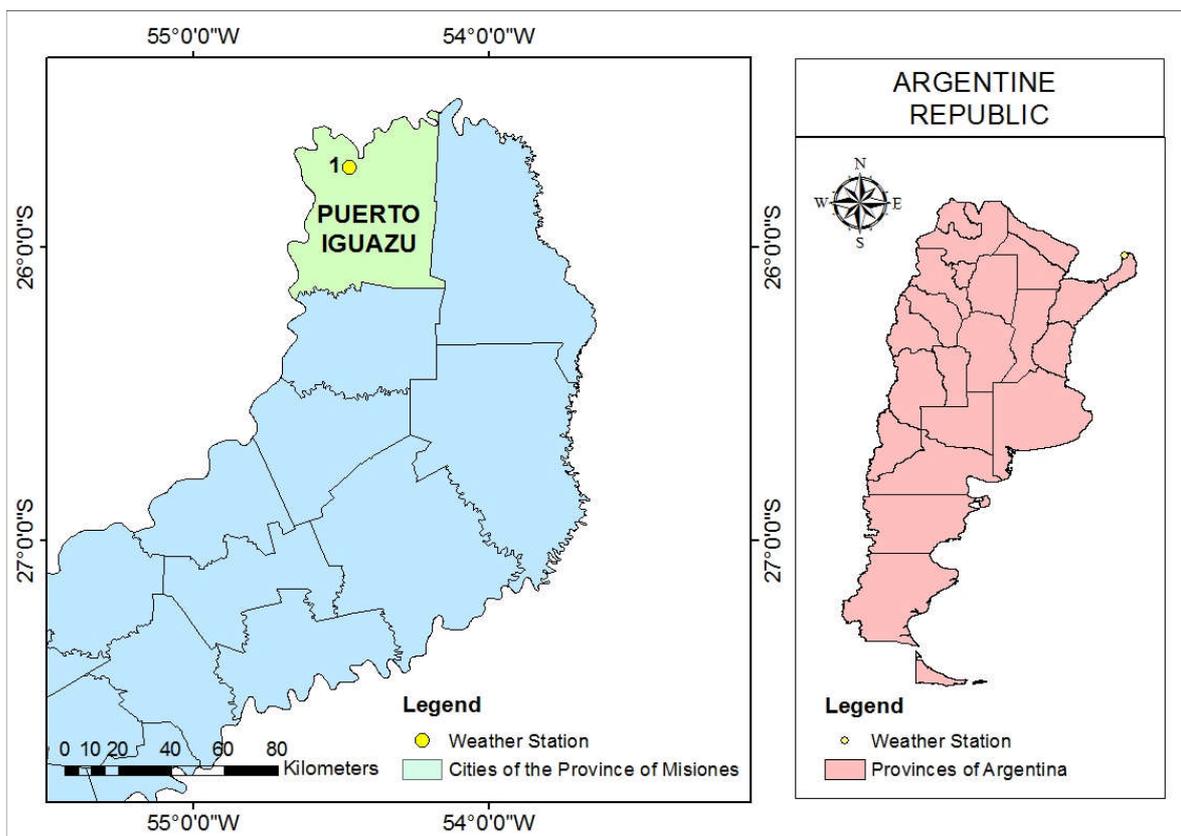


Figura A 2. Estación Meteorológica Iguazú Aero

Tabla A 2. Estación Meteorológica Iguazú Aero

#	Institution	Name of the Weather Station	Province	City	Longitude (Decimal Degrees)	Latitude (Decimal Degrees)
1	SMN	Iguazú Aero	Misiones	Puerto Iguazú	-54.47	-25.73

## A.2. Maximum Annual Daily Precipitation.

### A.2.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

Tabla A 3. Máxima precipitación diaria anual. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

Year	Maximum precipitation (mm/d)	Year	Maximum precipitation (mm/d)	Year	Maximum precipitation (mm/d)
1966	123.60	1980	93.40	1994	90.00
1967	77.70	1981	161.40	1995	77.00
1968	138.00	1982	107.60	1996	108.00
1969	85.10	1983	123.70	1997	213.80
1970	63.30	1984	117.00	1998	182.80
1971	101.70	1985	52.10	1999	72.40
1972	140.00	1986	133.40	2000	92.00
1973	88.70	1987	87.70	2001	73.80
1974	101.30	1988	92.70	2002	112.00
1975	89.00	1989	85.80	2003	143.00
1976	90.40	1990	153.40	2004	68.80
1977	81.00	1991	109.20	2005	113.40
1978	78.40	1992	67.20	2006	133.70
1979	68.30	1993	86.00		

### A.2.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero

Tabla A 4. Máxima precipitación diaria anual. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Year	Maximum precipitation (mm/d)	Year	Maximum precipitation (mm/d)	Year	Maximum precipitation (mm/d)
1969	120.00	1985	58.00	2001	76.00
1970	70.00	1986	107.00	2002	180.00
1971	103.00	1987	128.50	2003	156.00
1972	123.00	1988	92.00	2004	131.00
1973	110.50	1989	126.50	2005	107.00
1974	101.00	1990	186.30	2006	101.00
1975	64.30	1991	139.00	2007	120.00
1976	76.00	1992	94.00	2008	90.00
1977	109.20	1993	135.00	2009	121.00
1978	110.00	1994	183.70	2010	133.00
1979	131.80	1995	105.00	2011	83.00
1980	180.00	1996	133.00	2012	130.00
1981	94.20	1997	162.1	2013	94.50
1982	86.00	1998	97.00	2014	188.00
1983	147.30	1999	91.10	2015	87.00
1984	103.00	2000	67.00	2016	106.00

### 11.1.1 A.3. Distribución estacional de la máxima precipitación diaria anual.

#### A.3.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

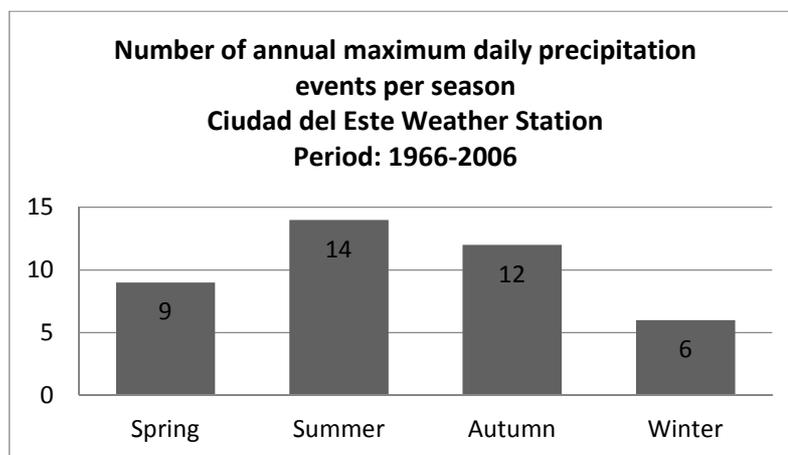


Figura A 3. Distribución estacional de la máxima precipitación diaria anual. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

#### A.3.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero

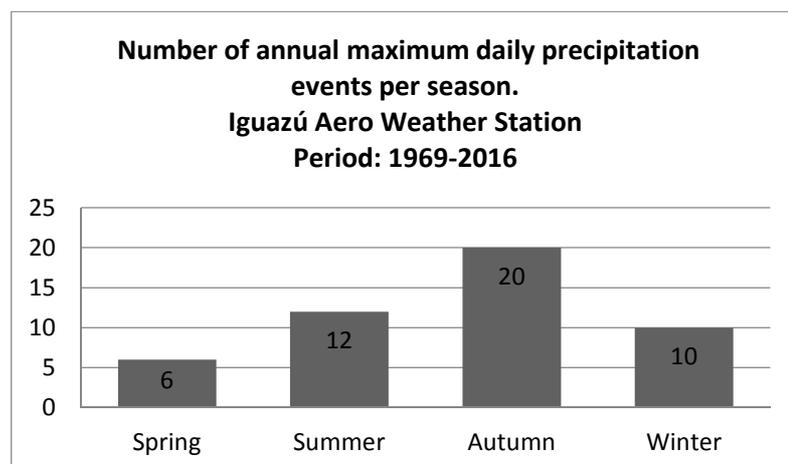


Figura A 4. Distribución estacional de la máxima precipitación diaria anual. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

### 11.1.2 A.4. Distribución Estacional de Eventos de Precipitación Extrema. A.4.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

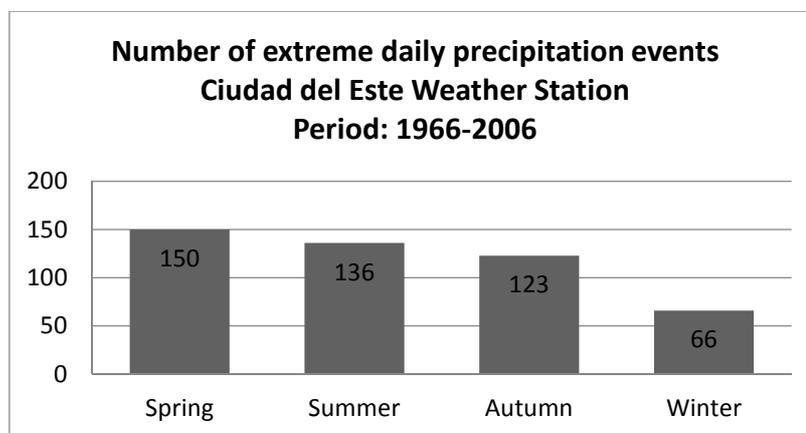


Figura A 5. Distribución Estacional de Eventos de Precipitación Extrema. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

### A.4.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero

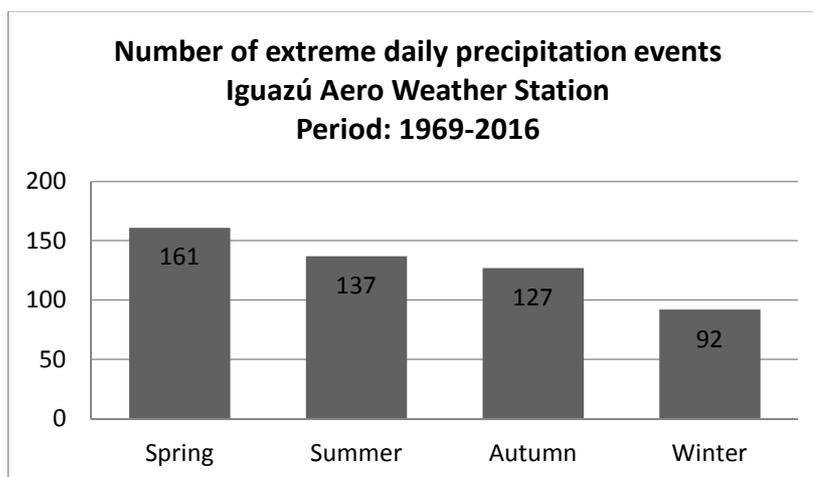


Figura A 6. Distribución Estacional de Eventos de Precipitación Extrema. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

**11.1.3 A.5. Distribución Mensual de la Temperatura Máxima Diaria por Año.  
A.5.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este**

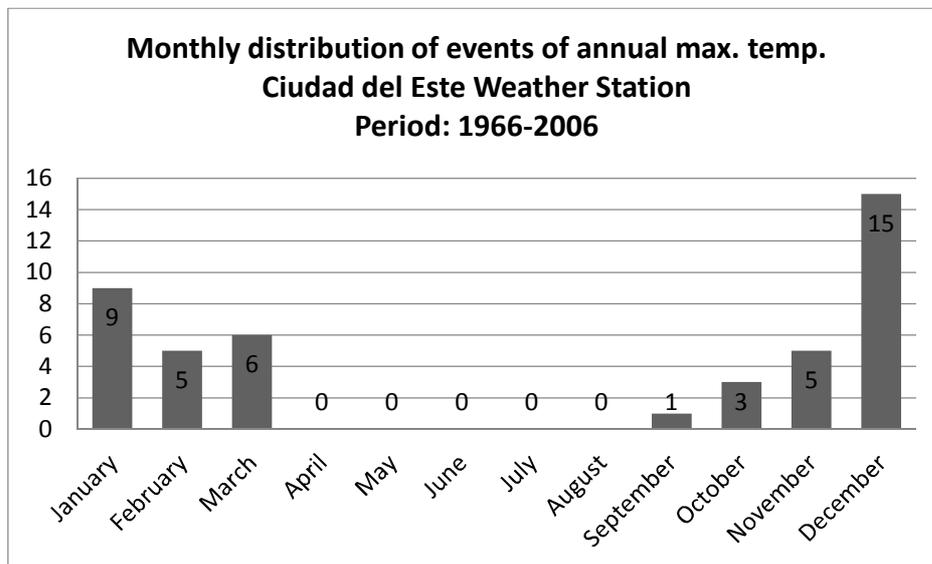


Figura A 7. Distribución mensual de eventos de máxima temperature diaria anual. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

**A.5.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.**

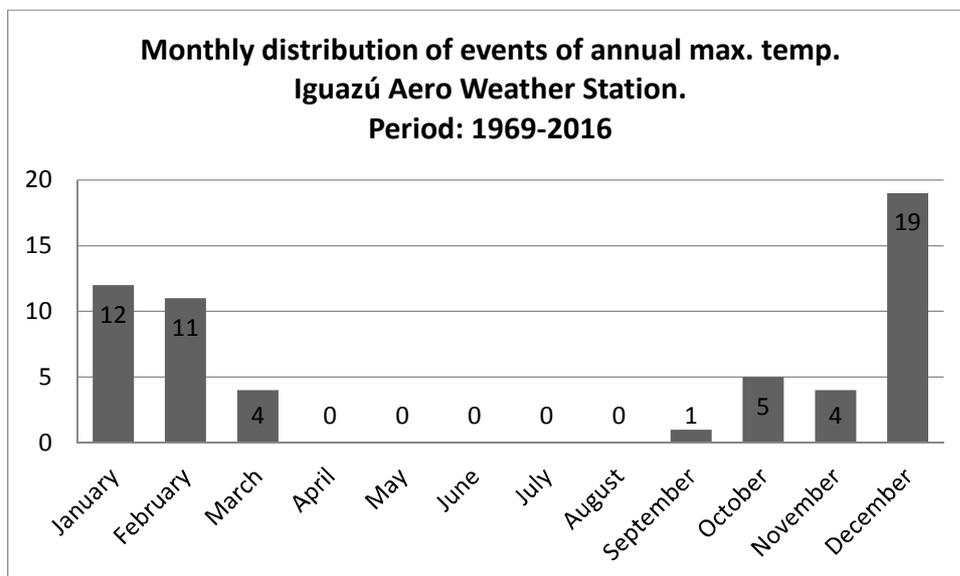
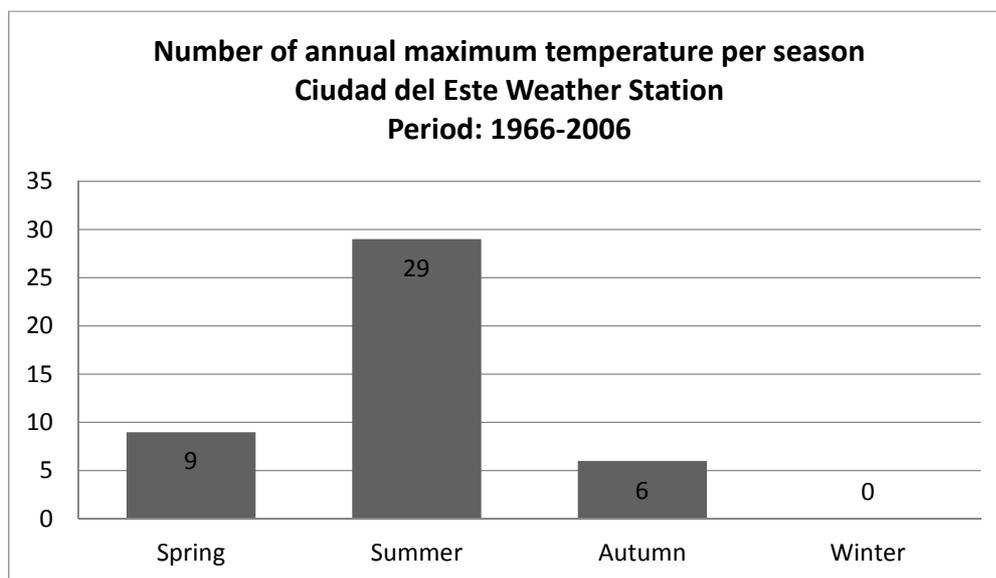


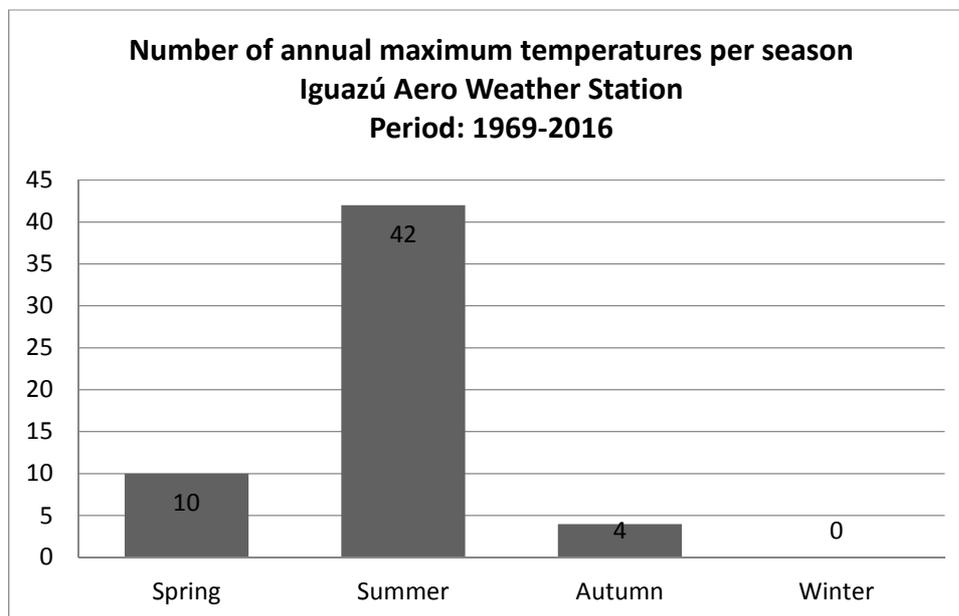
Figura A 8. Distribución mensual de eventos de máxima temperature diaria anual. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

### 11.1.4 A.6. Distribución Estacional de las Máximas Temperaturas Diarias Anual. A.6.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este



*Figura A 9. Distribución Estacional de las Máximas Temperaturas Diarias Anual.  
Estación Meteorológica de Ciudad del Este*

### A.6.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.



*Figura A 10. Distribución Estacional de las Máximas Temperaturas Diarias Anual.  
Estación Meteorológica Iguazú Aero.*

## A.7. Olas de Calor.

### A.7.1. Aproximación DMH/DINAC.

#### A.7.1.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

*Tabla A 5. Eventos de Ola de Calor. Aproximación DM/DINAC. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.*

<b>Heat Waves – Ciudad del Este Weather Station - DMH/DINAC Approach.</b>					
<b>Event Number</b>	<b>Start date</b>	<b>End date</b>	<b>Days</b>	<b>Max. Temp. (°C)</b>	<b>Min. Temp. (°C)</b>
Event N°1	14/03/1966	16/03/1966	3	36	19.4
Event N°2	10/12/1966	14/12/1966	5	37	22.8
Event N°3	01/03/1968	03/03/1968	3	36.5	17.4
Event N°4	23/11/1968	25/11/1968	3	35.7	17
Event N°5	12/12/1968	14/12/1968	3	37.4	20
Event N°6	03/02/1969	05/02/1969	3	36.4	22
Event N°7	03/02/1971	07/02/1971	5	37.2	21.6
Event N°8	24/10/1972	26/10/1972	3	36.8	19.5
Event N°9	11/01/1973	13/01/1973	3	36.2	23.6
Event N°10	13/02/1975	16/02/1975	4	37	23
Event N°11	24/02/1977	28/02/1977	5	37	22
Event N°12	06/03/1977	12/03/1977	7	38	22.2
Event N°13	22/10/1977	24/10/1977	3	37	18.4
Event N°14	28/01/1978	02/02/1978	6	38	22
Event N°15	22/02/1978	24/02/1978	3	37.2	18.4
Event N°16	15/03/1978	22/03/1978	8	37.2	21.4
Event N°17	02/02/1979	06/02/1979	5	38.8	20.6
Event N°18	06/12/1979	08/12/1979	3	36.8	20.6
Event N°19	20/03/1980	23/03/1980	4	36	22
Event N°20	27/10/1984	29/10/1984	3	35.8	20.2
Event N°21	30/01/1985	01/02/1985	3	37.4	18.6
Event N°22	11/11/1985	19/11/1985	9	39.6	21.6
Event N°23	06/12/1985	12/12/1985	7	40.2	18.6
Event N°24	16/12/1985	19/12/1985	4	39.2	21.8
Event N°25	29/12/1985	31/12/1985	3	37.6	18.6
Event N°26	19/11/1987	21/11/1987	3	35.5	18
Event N°27	27/01/1988	29/01/1988	3	35.8	25.6
Event N°28	23/03/1988	27/03/1988	5	36	20.2

Event N°29	09/11/1988	12/11/1988	4	36.6	17.5
Event N°30	04/12/1988	07/12/1988	4	38	21
Event N°31	13/11/1990	15/11/1990	3	37	24.6
Event N°32	06/02/1992	08/02/1992	3	36.4	21.4
Event N°33	02/01/1993	05/01/1996	4	37.8	23
Event N°34	22/09/1994	24/09/1994	3	37	18.3
Event N°35	10/12/1994	14/12/1994	5	36	22
Event N°36	24/12/1994	26/12/1994	3	36.6	22.2
Event N°37	07/11/1995	09/11/1995	3	36.4	21.6
Event N°38	25/02/1997	27/02/1997	3	35.8	24.6
Event N°39	19/01/1998	21/01/1998	3	36	21.4
Event N°40	28/11/1998	02/12/1998	5	36	18.8
Event N°41	03/03/1999	05/03/1999	3	35	23.7
Event N°42	29/11/1999	01/12/1999	3	37.2	18.4
Event N°43	17/12/1999	19/12/1999	3	37.4	20.2
Event N°44	08/04/2000	10/04/2000	3	35.6	20
Event N°45	08/03/2002	12/03/2002	5	37.2	23.4
Event N°46	14/03/2002	17/03/2002	4	37.4	24.4
Event N°47	25/02/2003	28/02/2003	4	37	23.8
Event N°48	09/11/2003	11/11/2003	3	37.2	17
Event N°49	14/02/2005	16/02/2005	3	36.6	20.6
Event N°50	18/02/2005	23/02/2005	6	38.2	20.4
Event N°51	06/03/2005	08/03/2005	3	38.2	21
Event N°52	09/03/2005	12/03/2005	4	39.6	21.4
Event N°53	19/03/2005	21/03/2005	3	37	24.4
Event N°54	27/03/2005	29/03/2005	3	35	21.4
Event N°55	07/01/2006	12/01/2006	6	37.6	24
Event N°56	14/01/2006	16/01/2006	3	37.8	23.4
Event N°57	01/02/2006	04/02/2006	4	36.6	22.6
Event N°58	26/10/2006	28/10/2006	3	36.6	23
Event N°59	10/12/2006	12/12/2006	3	35.4	22.8
Event N°60	14/12/2006	17/12/2006	4	38	23.8

## A.7.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Tabla A 6. Eventos de Ola de Calor. Aproximación DM/DINAC. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Heat Waves – Iguazú Aero Weather Station – DMH/DINAC approach					
Event Number	Start date	End date	Number of days	Max. Temp. (°C)	Min. Temp. (°C)
Event N°1	15/03/1969	17/03/1969	3	36	16.4
Event N°2	19/12/1996	21/12/96	3	36.4	16.3
Event N°3	18/01/1970	20/01/1970	3	35	15.3
Event N°4	05/03/1970	07/03/1970	3	35.4	19.9
Event N°5	03/02/1971	05/02/1971	3	37	20.9
Event N°6	15/11/1971	17/11/1971	3	35.4	11.2
Event N°7	18/12/1971	21/12/1971	4	37	17.9
Event N°8	28/12/1971	30/12/1971	3	35	17.9
Event N°9	05/03/1972	07/03/1972	3	35	16.3
Event N°10	24/10/1972	26/10/1972	3	37	17.9
Event N°11	16/12/1972	20/12/1972	5	36	10.9
Event N°12	10/01/1973	14/01/1973	5	37	19.9
Event N°13	16/01/1973	18/01/1973	3	36	19.6
Event N°14	06/02/1973	10/02/1973	5	37.2	20.9
Event N°15	20/02/1973	25/02/1973	6	37	19.9
Event N°16	12/02/1975	16/02/1975	5	36.8	22
Event N°17	09/03/1977	12/03/1977	4	37.4	20
Event N°18	23/01/1978	25/01/1978	3	36.9	21
Event N°19	27/01/1978	31/01/1978	5	38.9	20
Event N°20	19/03/1978	25/03/1978	7	37.9	19
Event N°21	02/02/1979	06/02/1979	5	37.9	17
Event N°22	22/03/1980	25/03/1980	4	35.6	20.4
Event N°23	06/01/1984	10/01/1984	5	37.2	20
Event N°24	27/10/1984	29/10/1984	3	36.6	20
Event N°25	12/10/1985	14/10/1985	3	36.7	19
Event N°26	13/11/1985	19/11/1985	7	39.9	19.8
Event N°27	06/12/1985	09/12/1985	4	39.8	17.6
Event N°28	16/12/1985	19/12/1985	4	40	18
Event N°29	29/12/1985	02/01/1986	5	37.5	20
Event N°30	09/11/1988	11/11/1988	3	37.3	11.5
Event N°31	04/12/1988	07/12/1988	4	37.8	20.2
Event N°32	15/12/1988	17/12/1988	3	37	17.1

Event N°33	11/03/1990	13/03/1990	3	37	21.9
Event N°34	13/11/1990	15/11/1990	3	37.9	22.7
Event N°35	14/01/1991	16/01/1991	3	35	18.7
Event N°35	02/01/1993	05/01/1993	4	38.4	20
Event N°36	12/01/1994	14/01/1994	3	35	16.3
Event N°37	20/09/1994	24/09/1994	5	37	16.8
Event N°38	10/12/1994	14/12/1994	5	36.8	18.4
Event N°39	24/12/1994	26/12/1994	3	37.6	20
Event N°40	06/11/1995	09/11/1995	4	36.5	19.2
Event N°41	15/12/1995	17/12/1995	3	37	16.8
Event N°42	25/02/1997	27/02/1997	3	35.1	22.7
Event N°43	09/11/1997	11/11/1997	3	36	20.7
Event N°44	28/11/1998	30/11/1998	3	36	18
Event N°45	29/11/1999	01/12/1999	3	36.5	21.6
Event N°46	17/12/1999	20/12/1999	4	38.2	17.7
Event N°47	09/03/2002	11/03/2002	3	37	22.3
Event N°48	14/03/2002	17/03/2002	4	36.5	21.7
Event N°49	26/02/2003	28/02/2003	.3	36.5	21.8
Event N°50	06/09/2004	08/09/2004	3	36	16.3
Event N°51	16/02/2005	23/02/2005	8	38.5	18.1
Event N°52	10/03/2005	12/03/2005	3	38.5	20.4
Event N°53	07/01/2006	12/01/2006	6	36.2	22.7
Event N°54	14/01/2006	16/01/2006	3	38.5	20.8
Event N°55	02/02/2006	04/02/2006	3	36.5	20.6
Event N°56	05/03/2007	07/03/2007	3	35.3	20.1
Event N°57	27/03/2007	29/03/2007	3	36.2	21.8
Event N°58	01/12/2007	03/12/2007	3	38	20.6
Event N°59	23/12/2008	22/12/2008	3	36.2	20.6
Event N°60	28/12/2008	31/12/2008	4	36.8	20.1
Event N°61	01/11/2009	05/11/2009	5	37.5	19.5
Event N°62	05/02/2010	07/02/2010	3	37.8	23.1
Event N°63	20/12/2011	23/12/2011	4	38.4	19.2
Event N°64	04/01/2012	06/01/2012	3	35.8	17.4
Event N°65	08/01/2012	10/01/2012	3	36	21.4
Event N°66	02/02/2012	07/02/2012	6	37.2	20.4
Event N°67	16/02/2012	20/02/2012	5	36.6	20.6
Event N°68	05/03/2012	10/03/2012	6	36.4	19.2
Event N°69	28/01/2013	01/02/2013	5	36.7	18
Event N°70	19/01/2014	22/01/2014	4	36.2	20.3

Event N°71	30/01/2014	08/02/2014	10	39	20
Event N°72	10/02/2014	12/02/2014	3	37	19.6
Event N°73	15/10/2014	17/10/2014	3	39	21.4
Event N°74	16/09/2015	18/09/2015	3	36.7	17.2
Event N°75	23/01/2016	25/01/2016	3	37	19.9

## A.7.2. Aproximación SMN.

### A.7.2.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

*Tabla A 7. Eventos de olas de calor. Aproximación SMN. Estación Meteorológica de Ciudad del Este*

<b>Heat Waves – Ciudad del Este Weather Station - SMN Approach.</b>					
<b>Event Number</b>	<b>Start date</b>	<b>End date</b>	<b>Days</b>	<b>Max. Temp. (°C)</b>	<b>Min. Temp. (°C)</b>
Event N°1	11/01/1973	14/01/1973	4	36.2	23.6
Event N°2	09/03/1977	11/03/1977	3	37	23.6
Event N°3	07/01/1978	09/01/1978	3	36	24.2
Event N°4	29/01/1978	02/02/1978	5	38	23.6
Event N°5	27/01/1988	29/01/1988	3	35.8	24.2
Event N°6	11/03/1990	13/03/1990	3	35.6	23.8
Event N°7	13/11/1990	16/11/1990	4	37	24.6
Event N°8	02/01/1993	04/01/1993	3	37.8	24
Event N°9	20/01/1994	22/01/1994	3	35.5	23.9
Event N°10	12/12/1994	14/12/1994	3	36	25
Event N°11	25/02/1997	27/02/1997	3	35.8	24.8
Event N°12	20/01/1998	22/01/1998	3	36.2	24.3
Event N°13	03/03/1999	05/03/1999	3	35	23.7
Event N°14	09/01/2000	11/01/2000	3	35.6	24
Event N°15	09/03/2002	12/03/2002	4	37.2	24
Event N°16	14/03/2002	17/03/2002	4	37.4	24.4
Event N°17	25/02/2003	01/03/2003	5	37	23.8
Event N°18	07/01/2006	09/01/2006	3	35.6	24
Event N°19	10/01/2006	12/01/2006	3	37.6	25
Event N°20	03/02/2006	05/02/2006	3	36.6	24.4
Event N°21	14/12/2006	17/12/2006	4	38	23.8

### A.7.2.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Tabla A 8. Eventos de olas de calor. Aproximación SMN. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Heat Waves – Iguazú Aero Weather Station – SMN approach					
Event Number	Start date	End date	Number of days	Max. Temp. (°C)	Min. Temp. (°C)
Event N°1	05/02/196	10/02/1969	6	38	22.1
Event N°2	05/01/1970	08/01/1970	4	37	22.6
Event N°3	04/02/1971	08/02/1971	5	37.3	22.6
Event N°4	07/02/1973	09/02/1973	3	36	22.1
Event N°5	12/02/1975	16/02/1975	5	36.8	22
Event N°6	14/01/1976	17/01/1976	4	35.9	22
Event N°7	05/02/1977	08/02/1977	3	35	22
Event N°8	29/01/1978	02/02/1978	5	38.9	22
Event N°9	07/01/1984	10/0/1984	4	37.2	22.6
Event N°10	13/03/1990	15/03/1990	3	37	22
Event N°11	13/11/1990	15/11/1990	3	37.9	22.7
Event N°12	12/12/1994	14/12/1994	3	36	22.5
Event N°13	25/02/1997	27/02/1997	3	35	22.7
Event N°14	18/01/2000	20/01/2000	3	36	22.4
Event N°15	09/03/2002	12/03/2002	4	37	22.3
Event N°16	07/01/2006	12/01/2006	6	36.2	22.7
Event N°17	02/02/2010	07/02/2010	6	37.8	22.8
Event N°18	03/02/2012	05/02/2012	3	36.7	22

### 11.1.5 A.8. Distribución Mensual de las Temperaturas Mínimas Anuales. A.8.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

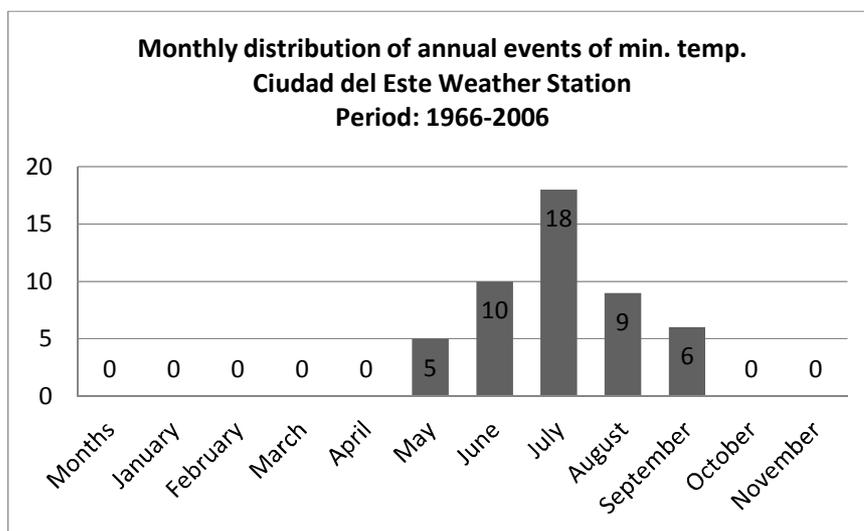


Figura A 11. Distribución Mensual de las Temperaturas Mínimas Anuales. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

### A.8.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

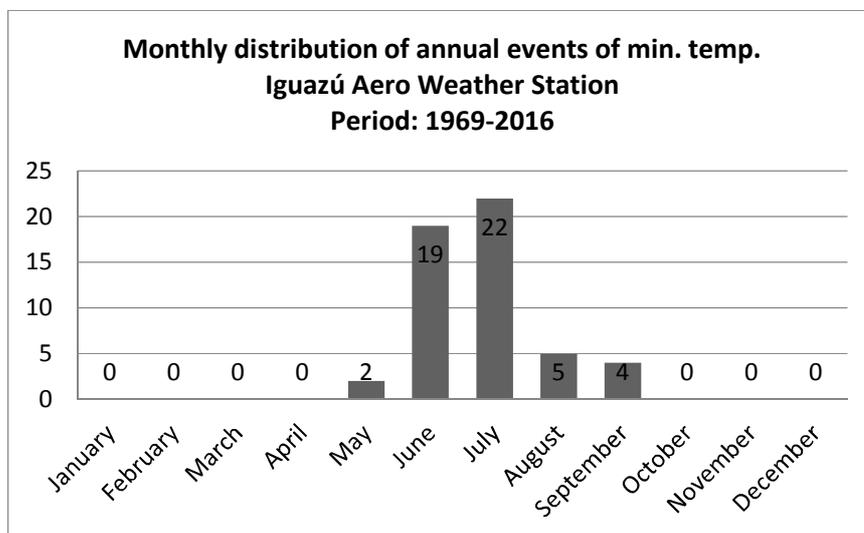


Figura A 12. Distribución Mensual de las Temperaturas Mínimas Anuales. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

## A.9. Distribución Estacional de Temperaturas Mínimas Diarias por Año.

### A.9.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

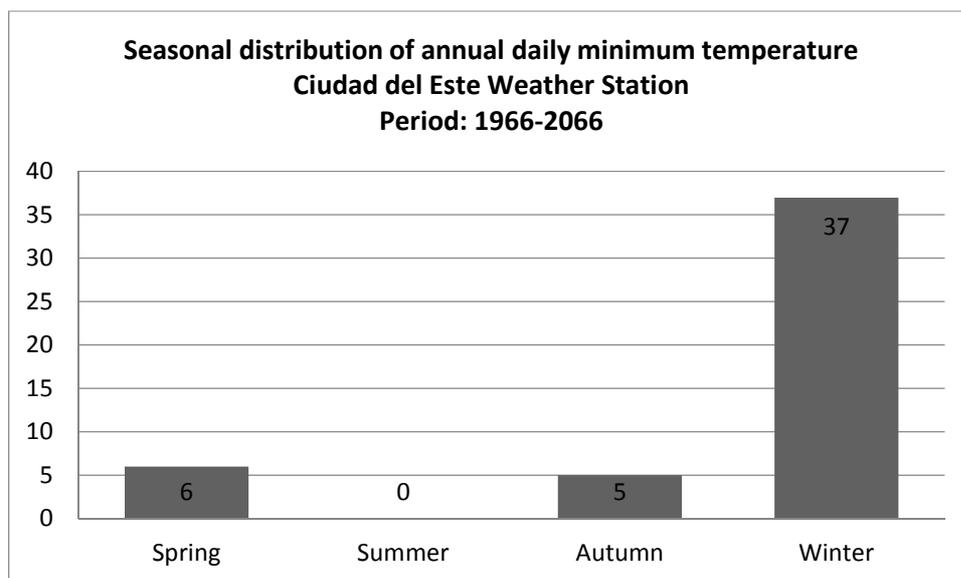


Figura A 13. Distribución Estacional de Temperaturas Mínimas Diarias por Año.  
Estación Meteorológica de Ciudad del Este

### A.9.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

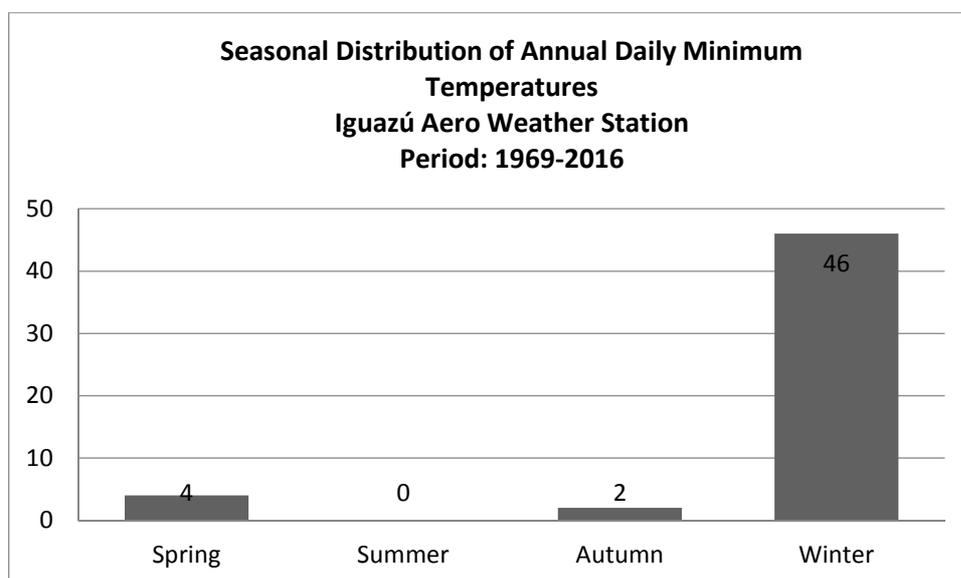


Figura A 14. Distribución Estacional de Temperaturas Mínimas Diarias por Año.  
Estación Meteorológica Iguazú Aero.

## A.10. Eventos de Olas de Frío.

### A.10.1. Aproximación DMH/DINAC.

#### A.10.1.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

Tabla A 9. Eventos de Olas de Frío. Aproximación DMH/DINAC. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

<b>Cold Waves –Ciudad del Este Weather Station - DMH/DINAC Approach</b>				
<b>Event Number</b>	<b>Start date</b>	<b>End date</b>	<b>Number of days</b>	<b>Min. Temp. (°C)</b>
Event N°1	04/08/1966	10/08/1966	7	-0.4
Event N°2	21/09/1966	25/09/1966	5	5
Event N°3	06/06/1967	15/06/1967	10	0
Event N°4	30/06/1967	04/07/1967	5	3.8
Event N°5	29/04/1968	04/05/1968	6	2.4
Event N°6	15/05/1968	23/05/1968	9	-0.2
Event N°7	28/07/1968	02/08/1968	6	5.6
Event N°8	10/08/1968	16/08/1968	7	3.4
Event N°9	01/09/1968	06/09/1968	6	3.2
Event N°10	02/06/1969	06/06/1969	5	1.8
Event N°11	07/07/1969	14/07/1969	8	0.8
Event N°12	18/08/1969	22/08/1969	5	4.8
Event N°13	23/06/1970	27/06/1970	5	3.4
Event N°14	29/06/1970	04/07/1970	6	2.2
Event N°15	07/08/1970	12/08/1970	6	1
Event N°16	31/08/1970	04/09/1970	5	4.2
Event N°17	23/04/1971	27/04/1971	5	4.6
Event N°18	27/05/1971	31/05/1971	5	4.2
Event N°19	08/06/1971	14/06/1971	7	1
Event N°20	05/07/1971	09/07/1971	5	4.5
Event N°21	14/08/1971	18/08/1971	5	5
Event N°22	28/04/1972	02/05/1972	5	6.8
Event N°23	07/07/1972	11/07/1972	5	0.6
Event N°24	30/08/1972	03/09/1972	5	0.8
Event N°25	11/05/1973	17/05/1973	7	1.2
Event N°26	26/06/1973	30/06/1973	5	2.4
Event N°27	21/07/1973	31/07/1973	11	2.8

Event N°28	02/06/1974	07/06/1974	6	1
Event N°29	02/07/1974	12/07/1974	11	7.4
Event N°30	06/08/1974	10/08/1974	5	6
Event N°31	15/08/1974	21/08/1974	7	0.4
Event N°32	17/07/1975	23/07/1975	7	-3
Event N°33	27/06/1976	06/07/1976	10	2
Event N°34	13/08/1976	17/08/1976	5	1.4
Event N°35	08/09/1976	12/09/1976	5	8
Event N°36	17/05/1977	22/05/1977	6	4
Event N°37	22/06/1977	27/06/1977	6	4
Event N°38	17/05/1978	06/06/1978	21	0.2
Event N°39	13/08/1978	18/08/1978	6	2
Event N°40	24/05/1979	03/06/1979	11	2.2
Event N°41	16/07/1979	23/07/1979	8	3
Event N°42	14/06/1981	22/06/1981	9	0.6
Event N°43	18/07/1981	28/07/1981	11	1
Event N°44	01/06/1983	08/06/1983	8	5.6
Event N°45	21/07/1984	30/07/1984	10	3.6
Event N°46	25/08/1984	30/08/1984	6	-1
Event N°47	03/06/1985	12/06/1985	10	2.8
Event N°48	23/05/1987	27/05/1987	5	2.6
Event N°49	16/06/1987	20/06/1987	5	1.4
Event N°50	23/06/1987	28/06/1987	6	0.6
Event N°51	06/08/1987	10/08/1987	5	5
Event N°52	17/08/1987	22/08/1987	6	4.4
Event N°53	31/08/1987	06/09/1987	6	4.6
Event N°54	30/05/1988	07/06/1988	9	0
Event N°55	07/07/1988	16/07/1988	10	-1
Event N°56	03/07/1989	10/07/1989	8	-0.2
Event N°57	29/07/1989	02/08/1989	5	4.6
Event N°58	28/07/1990	01/08/1990	5	0.3
Event N°59	29/06/1991	05/07/1991	7	5.2
Event N°60	12/07/1991	16/07/1991	5	3
Event N°61	15/07/1992	21/07/1992	7	0.5
Event N°62	13/07/1993	17/07/1993	5	1
Event N°63	22/06/1994	29/06/1994	8	1.2
Event N°64	08/07/1994	12/07/1994	5	0.2
Event N°65	19/05/1995	23/05/1995	5	6
Event N°66	01/06/1996	06/06/1996	6	3.8

Event N°67	21/06/1996	25/06/1996	5	8.2
Event N°68	27/06/1996	01/07/1996	5	1.8
Event N°69	10/07/1996	16/07/1996	7	5
Event N°70	28/06/1997	02/07/1997	5	3.6
Event N°71	11/07/2000	27/07/2000	17	-0.8
Event N°72	18/06/201	24/06/201	7	3
Event N°73	10/07/2003	14/07/2003	5	1.8
Event N°74	25/08/2003	31/08/2003	7	3.5
Event N°75	09/07/2004	13/07/2004	5	2.6
Event N°76	08/08/2005	13/08/2005	6	3
Event N°77	02/05/2006	06/05/2006	5	7.4
Event N°78	29/07/2006	01/08/2006	6	4.6
Event N°79	03/09/2006	07/09/2006	5	1.6

#### A.10.1.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

*Tabla A 10. Eventos de Olas de Frío. Aproximación DMH/DINAC. Estación Meteorológica Iguazú Aero.*

<b>Cold Waves – DMH/DINAC Approach – Iguazú Aero Weather Station</b>				
<b>Events</b>	<b>Start date</b>	<b>End date</b>	<b>Number of days</b>	<b>Min. Temp. (°C)</b>
Event N°1	07/07/1969	14/07/1969	8	0.9
Event N°2	29/08/1969	03/09/1969	6	4.5
Event N°3	08/08/1970	12/08/1970	5	-0.1
Event N°4	23/04/1971	27/04/1971	5	2.5
Event N°5	27/05/1971	31/05/1971	5	2.2
Event N°6	08/06/1971	14/06/1971	7	0.9
Event N°7	05/07/1971	09/07/1971	5	3.9
Event N°8	15/08/1971	19/08/1971	5	1.9
Event N°9	28/04/1972	02/05/1972	5	3.7
Event N°10	07/07/1972	14/07/1972	8	0
Event N°11	03/08/1972	07/08/1972	5	2.9
Event N°12	29/08/1972	04/09/1972	7	-0.1
Event N°13	11/05/1973	16/05/1973	6	1.8
Event N°14	26/06/1973	30/06/1973	5	2
Event N°15	17/07/1973	24/07/1973	8	5.9
Event N°16	26/07/1973	31/07/1973	6	1.9
Event N°17	14/08/1973	18/08/1973	5	2.3

Event N°18	29/08/1973	02/09/1973	5	3.9
Event N°19	03/06/1974	10/06/1974	8	-0.5
Event N°20	16/08/1974	20/08/1974	5	0
Event N°21	17/07/1975	22/07/1975	6	-1.6
Event N°22	27/06/1976	01/07/1976	5	-0.1
Event N°23	19/08/1976	23/08/1976	5	1
Event N°24	16/05/1977	23/05/1977	8	1.6
Event N°25	21/05/1978	06/06/1978	17	-0.6
Event N°26	12/08/1978	17/08/1978	6	1.4
Event N°27	24/05/1979	03/06/1979	11	-0.2
Event N°28	16/07/1979	23/07/1979	8	1
Event N°29	17/06/1981	21/06/1981	5	-0.6
Event N°30	17/07/1981	27/07/1981	11	-0.8
Event N°31	01/06/1983	08/06/1983	8	2
Event N°32	12/06/1983	17/06/1983	6	0.1
Event N°33	17/07/1983	22/07/1983	6	3.1
Event N°34	01/08/1983	07/08/1983	7	3.2
Event N°35	21/07/1984	26/07/1984	6	1.2
Event N°36	24/08/1984	29/08/1984	6	-2.7
Event N°37	23/05/1987	27/05/1987	5	1.3
Event N°38	16/06/1987	20/06/1987	5	-2
Event N°39	23/06/1987	28/06/1987	6	-1.8
Event N°40	17/08/1987	22/08/1987	6	1.8
Event N°41	30/05/1988	07/06/1988	9	-0.3
Event N°42	07/07/1988	16/07/1988	10	-4
Event N°43	23/07/1988	27/07/1988	5	-2.3
Event N°44	02/07/1989	11/07/1989	10	-1.8
Event N°45	27/07/1990	02/08/1990	7	-0.3
Event N°46	29/06/1991	05/07/1991	7	4.2
Event N°47	15/07/1992	19/07/1992	5	-0.5
Event N°48	29/07/1993	02/08/1993	5	-1.6
Event N°49	19/08/1993	02/09/1993	5	2.1
Event N°50	25/06/1994	29/06/1994	5	-1
Event N°51	08/07/1994	12/07/1994	5	-0.9
Event N°52	19/05/1995	26/05/1995	8	3.4
Event N°53	16/08/1995	20/08/1995	5	3.9
Event N°54	01/06/1996	07/06/1996	7	1.5
Event N°55	27/06/1996	01/07/1996	5	-0.9
Event N°56	10/07/1996	16/07/1996	6	3.7

Event N°57	26/04/1997	30/04/1997	5	7.4
Event N°58	11/07/2000	21/07/2000	10	-1.3
Event N°59	23/07/2000	28/07/2000	6	0.5
Event N°60	17/06/2001	24/06/2001	8	0.4
Event N°61	13/07/2002	18/07/2002	6	4
Event N°62	10/07/2003	14/07/2003	5	-0.1
Event N°63	07/08/2003	13/08/2003	7	1.7
Event N°64	25/08/2003	31/08/2003	7	1.8
Event N°65	08/08/2005	13/08/2005	6	2.2
Event N°66	12/09/2005	16/09/2005	5	5.6
Event N°67	29/07/2006	02/08/2006	5	1.2
Event N°68	19/08/2006	24/08/2006	6	1.6
Event N°69	03/09/2006	07/09/2006	5	1.5
Event N°70	23/07/2007	29/07/2007	7	0
Event N°71	01/06/2009	07/06/2009	7	1.5
Event N°72	23/07/2009	27/07/2009	5	-2
Event N°73	13/07/2010	17/07/2010	5	0
Event N°74	02/08/2010	06/08/2010	5	1.4
Event N°75	30/06/2011	26/06/2011	5	-0.8
Event N°76	09/07/2011	03/07/2011	7	0.6
Event N°77	20/08/2011	24/08/2011	5	2.2
Event N°78	05/06/2012	09/06/2012	5	-1
Event N°79	12/07/2012	16/07/2012	5	4.1
Event N°80	22/07/2013	28/07/2013	7	-0.7
Event N°81	24/08/2013	30/08/2013	7	0.3
Event N°82	27/04/2016	02/05/2016	6	4.4
Event N°83	06/06/2016	14/06/2016	9	0
Event N°84	17/07/2016	22/07/2016	6	2

## A.10.2. Aproximación SMN.

### A.10.2.1. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

Tabla A 11. Eventos de Olas de Frío. Aproximación SMN. Estación Meteorológica de Ciudad del Este

Cold Waves – SMN Approach - Ciudad del Este Weather Station					
Events	Start date	End date	Number of days	Max. Max. Temp. (°C)	Min. Min. Temp. (°C)
Event N°1	02/06/1969	05/06/1969	4	16.4	1.8
Event N°2	08/07/1969	11/07/1969	4	16	0.8
Event N°3	23/06/1970	25/06/1970	3	17.4	3.4
Event N°4	08/06/1971	13/06/1971	6	17	1.6
Event N°5	16/08/1974	18/08/1974	3	17.6	0.6
Event N°6	17/07/1975	19/07/1975	3	16	-3
Event N°7	28/09/1976	02/07/1976	5	17.4	2
Event N°8	13/08/1978	15/08/1978	3	15	2
Event N°9	17/06/1981	19/06/1981	3	14.4	0.6
Event N°10	18/07/1981	21/07/1981	4	17	1
Event N°11	04/06/1983	08/06/1983	5	17	5.6
Event N°12	06/06/1985	08/06/1985	3	16.6	2.8
Event N°13	03/06/1988	05/06/1988	3	15	1.5
Event N°14	08/07/1988	12/07/1988	5	17.4	-1
Event N°15	05/07/1989	07/07/1989	3	17.6	-0.2
Event N°16	20/07/1990	23/07/1990	4	14.6	0.5
Event N°17	16/07/1992	20/07/1992	5	17.5	0.5
Event N°18	13/07/1993	15/07/1993	3	17.8	1
Event N°19	08/07/1994	10/07/1994	3	12.8	0.2
Event N°20	12/07/2000	14/07/2000	3	16.6	-0.8
Event N°21	16/07/2000	20/07/2000	5	17	-0.2
Event N°22	10/07/2003	12/07/2003	3	16.8	1.8

### A.10.2.2. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Tabla A 12. Eventos de Olas de Frío. Aproximación SMN. Estación Meteorológica Iguazú Aero.

Cold Waves – SMN Approach – Iguazú Aero Weather Station					
Events	Start date	End date	Number of days	Max. Max. Temp. (°C)	Min. Min. Temp. (°C)
Event N°1	08/07/1969	11/07/1969	4	16	0.9
Event N°2	10/06/1971	13/06/1971	4	17.4	0.9
Event N°3	17/07/1975	19/07/1975	3	16	-4
Event N°4	27/06/1976	29/06/1976	3	16.9	-0.1
Event N°5	13/08/1978	15/08/1978	3	12.5	1.4
Event N°6	29/05/1979	01/06/1979	4	16.7	-0.2
Event N°7	17/06/1981	19/06/1981	3	16.1	-0.6
Event N°8	18/07/1981	21/07/1981	4	16.3	-0.8
Event N°9	04/06/1983	07/06/1983	4	16.2	2
Event N°10	04/06/1988	06/06/1988	3	16.8	-0.3
Event N°11	08/07/1988	12/07/1988	5	16.5	-4
Event N°12	21/07/1990	23/07/1990	3	15	-1.2
Event N°13	28/07/1990	30/07/1990	3	17.4	-0.3
Event N°14	16/07/1992	20/07/1992	5	15	-0.5
Event N°15	30/07/1993	01/08/1993	3	14.6	-1.6
Event N°16	08/07/1994	10/07/1994	3	11.4	-0.9
Event N°17	11/07/2000	14/07/2000	4	16	-1.3
Event N°18	16/07/2000	18/07/2000	3	16.2	-1.3
Event N°19	20/06/2001	22/06/2001	3	17.3	0.4
Event N°20	10/07/2003	12/07/2003	3	16.5	-0.1
Event N°21	29/05/2007	31/05/2007	3	17.4	0
Event N°22	24/07/2007	26/07/2007	3	16.6	0
Event N°23	24/07/2009	26/07/2009	3	14	-2
Event N°24	13/07/2010	15/07/2010	3	14.6	0
Event N°25	03/08/2010	05/08/2010	3	10.8	5.4
Event N°26	26/06/2011	28/06/2011	3	13.8	-0.8
Event N°27	04/07/2011	07/07/2011	4	16.4	0.6
Event N°28	06/06/2012	08/06/2012	3	16.8	-1
Event N°29	22/07/2013	24/07/2013	3	13.3	-0.6
Event N°30	08/06/2016	12/06/2016	5	16.8	0

## 11.2 Anexo B: Vulnerabilidades socioeconómicas de la región

Tabla B 1. Indicadores de sensibilidad incluidos en los datos del modelo de Cooperación Triangular Urbana.

Sub-dimension	Indicator	Threat (Flood, HW, Hail, Wind)	Vulnerabilit y Response*	Source (Foz do Iguaçu)	Source (Puerto Iguazú)	Source (Ciudad del Este)
Land Use	% Area of urban sprawl	flood, heat wave		Plano Municipal de Saneamiento Básico de Foz do Iguaçu (2012)	Gran Atlas de Misiones (2010)	Municipalidad de Ciudad del Este, Departamento de Catastro, 2017
	% of Forest Areas	flood, heat wave		INPE (2011)	Gran Atlas de Misiones (2010)	Instituto Nacional Florestal, INFONA (26/05/2014)
Strategical Infrastructure (IFR)	Materials mostly used for construction of regular houses	Flood, HW, Hail, Wind	-	interviews	interviews	interviews
	Most common house structure	Flood, Wind	-	interviews	interviews	interviews
	Most common roof design	Wind	-	interviews	interviews	interviews
	Most common roof material	HW, Hail, Wind	-	interviews	interviews	interviews
	Quality of existing main infrastructure in the city (bridges, roads, public buildings, water distribution, etc.)	Flood, HW, Wind	-	interviews	interviews	interviews
	Number of public bus lines or other public transport services	Flood, HW, Hail,		FozTrans – Instituto de Transportes e Tránsito de Foz do Iguaçu (2017)	Gran Atlas de Misiones (2010)	Municipalidad de Ciudad del Este, Departamento de División de Tránsito (2017)

	Average price for one-way ticket	Flood, HW, Hail,		FozTrans – Instituto de Transportes e Trânsito de Foz do Iguaçu (2017)	Interview (CEIBA – Centro de Investigaciones del Bosque Atlântico)	Municipalidad de Ciudad del Este, Departamento de División de Tránsito (2017)
	Motorization rate	Flood, HW, Hail,		Car fleet: Denatran (2016); Population: IBGE (2016)	Interview (CEIBA – Centro de Investigaciones del Bosque Atlântico)	Municipalidad de Ciudad del Este, División impuesto a los rodados (2017)
	Number of Public Transport Modes	Flood, HW, Hail,		FozTrans – Instituto de Transportes e Trânsito de Foz do Iguaçu (2017)	Interview (CEIBA – Centro de Investigaciones del Bosque Atlântico)	Municipalidad de Ciudad del Este, Departamento de División de Tránsito (2017)
	Number of local TV and radio networks	Flood, HW, Hail, Wind		ANATEL (2016)	Interview (CEIBA – Centro de Investigaciones del Bosque Atlântico)	Municipalidad de Ciudad del Este, Departamento de División de tránsito
Population	Population	All		IBGE (2016)	IPEC (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas,

						Encuestas y Censos) (2012)
	Population density	All	↑	IBGE (2010)	IPEC (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2012)
	Households	All	↑	IBGE (2010)	Instituto Provincial de Estadística y Censos 2015.	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
	Population age composition	All	↑	IBGE (2010)	IPEC (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
	Labour force	All	↑	IBGE (2010)	IPEC (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos)(2010)
Poverty	Percentage of low income population	All	↑	IBGE (2010)	IPEC (2010)	DGEEC (Dirección

						General de Estadísticas, Encuestas y Censos)(2002)
	Percentage of the population living in slums	All	↑	IBGE (2010)	IPEC , Sistema de Información Estadística Local (SIEL, 2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos)(2002)
Well-being	Percentage of households with access to clean water supply	Flood, HW,	↓	IBGE (2010)	IPEC, SIEL (2010)	Municipalidad de Ciudad del Este, Departamento de Desarrollo Urbano, 2016
	Percentage of households with access to waste water system	Flood	↓	IBGE (2010)	IPEC, SIEL (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
	Percentage of households with access to waste disposal	Flood	↓	IBGE (2010)	IPEC, SIEL (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
	Mortality rate	Flood, HW,		DATASUS (2015)	UNICEF (2013)	DGEEC



						(Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
Childhood Mortality Rate	Flood, HW,		↑	DATASUS (2015)	UNICEF (2013)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
Childhood Mortality Rate - until 5 years	Flood, HW,		↑	DATASUS (2015)	UNICEF (2013)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
Percentage of illiterate people	All		↑	IBGE (2010)	IPEC, SIEL (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2002)
Percentage of children until 17 years old in the school	All		↑	IBGE (2015)	IPEC, SIEL (2010)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y

						Censos) (2002)
	Crime rate	-		Secretaria de Segurança Pública Foz do Iguaçu (2016)	Sistema Nacional de Información Criminal (SNIC) (2015)	Ministerio del Interior (2017)
	Murder rate	-		Secretaria de Segurança Pública Foz do Iguaçu (2016)	Sistema Nacional de Información Criminal (SNIC) (2015)	Ministerio del Interior (2017)
	Gini inequality index	All		IBGE (2010)	Dirección Nacional de Relaciones Económicas con las Provincias – DINREP (2013)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2015)
Economic size and diversification	Gross domestic product,	All		IBGE (2014)	Dirección General Rentas (DGR 2014); IPEC (2014)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos) (2013)
	% of GDP in agriculture, industry, services and public	All		IBGE (2014)	DGR (2014); IPEC (2014)	DGEEC (Dirección General de Estadísticas,

						Encuestas y Censos) (2013)
Public Finances	Latest Public Spending	All		IBGE (2014)	Interview (President HCD)	Ministerio de Hacienda, 2017
Business Sector	Number of businesses,	All		MTE/RAIS (2015)	Per. Com. (President Codespi)	Interviews
	Level of simplicity to open business activities	All		interviews	interviews	interviews

*Tabla B 2. Indicadores de Capacidad Adaptativa incluidos en los datos del modelo de Cooperación Triangular Urbana.*

<b>Sub-dimension</b>	<b>Indicator</b>	<b>Source and time (Foz do Iguazú)</b>	<b>Source and time (Puerto Iguazú)</b>	<b>Source and time (Ciudad del Este)</b>
Preparedness	Government budget targeting preparedness	interviews	interviews	interviews
	Existence of official early warning systems	interviews	interviews	interviews
	Existence of disaster risk reduction plans or strategies	interviews	interviews	interviews
Response	Medical services quality	interviews	interviews	interviews
	Formal emergency services quality	interviews	interviews	interviews
	Informal medical emergency services quality	interviews	interviews	interviews
	Existence of emergency response services	interviews	interviews	interviews
Recovery	Existence of Recovery funds	interviews	interviews	interviews
	Existence of insurance systems	interviews	interviews	interviews
	Insurance use	interviews	interviews	interviews
	Existence of Financing mechanisms to recover	interviews	interviews	interviews
Network	Reputation of emergency institutions	interviews	interviews	interviews
	Number of existing formal stakeholder networks and organisation	interviews	interviews	interviews
	Existence of effective participation networks	interviews	interviews	interviews
Awareness	Existence of Climate Change Adaptation plan	interviews	interviews	interviews
Capacity to Change	Difficulty to implement public policies	interviews	interviews	interviews
	Existence of policy inspired on other cities	interviews	interviews	interviews
Cooperation	Number of cooperation agreements with other cities	interviews	interviews	interviews

### 11.3 Anexo C: Ecuaciones del índice de vulnerabilidad

El Índice de Vulnerabilidad Urbana para una Municipalidad ( $UVI_m$ ) es el Índice de Sensibilidad ( $SI_m$ ) y el Índice de Capacidad ( $CI_m$ ), como Ecuación 1 a continuación:

$$UVI_m = \frac{(SI_m + CI_m)}{2} \quad , \text{ cuando } \quad 1 \leq UVI_m \leq 10 ; \quad m = \text{municipalidad}$$

*Ecuación 1. UVI<sub>m</sub>'s expresión matemática*

El índice de Sensibilidad ( $SI_m$ ) es la combinación de tres dimensiones del índice: Índice de Atributos Físicos Normalizado ( $PHI_m$ ), Índice Atributos Sociales Normalizado ( $SAI_m$ ), y Atributos Económicos Normalizados ( $EAI_m$ ). Cada índice de dimensión tiene su correspondiente sub-dimensión en la que se consideraron los indicadores. El índice de sensibilidad es una media aritmética de los tres índices normalizados (ecuación 2).

$$SI_m = \frac{(PHI_m + SAI_m + EAI_m)}{3} \quad , \text{ donde } \quad 1 \leq SI_m \leq 10 ; \quad m = \text{municipalidad}$$

*Ecuación 2. SI<sub>m</sub>'s expresión matemática*

$$PHI_m = \frac{(LUI_m + SII_m)}{2} \quad (\text{Índice de Atributos físicos normalizados - } PHI_m)$$

donde,

$LUI_m$  = Índice de uso del suelo;

$SII_m$  = Índice de Infraestructura estratégica;

y,

$$LUI_m = 0,5 * I_{USP}^S + 0,5 * I_{FOA}^S$$

$$\begin{aligned} SII_m = & 0,25 * (0,25 * I_{MHO}^S + 0,25 * I_{RHO}^S + 0,25 * I_{RDG}^S + 0,25 * I_{RTL}^S) + 0,25 \\ & * (0,1 * I_{QINFB}^S + 0,1 * I_{RQINFR}^S + 0,1 * I_{QINFFD}^S + 0,1 * I_{QINFPS}^S + 0,1 * I_{QINFPSc}^S + 0,1 * I_{QINFH}^S + 0,1 * I_{QINFW}^S + 0,1 * I_{QINFWT}^S \\ & + 0,1 * I_{QINFE}^S + 0,1 * I_{QINFCD}^S) + 0,25 * (0,25 * I_{PBL}^S + 0,25 * I_{TCK}^S + 0,25 * I_{MRT}^S + 0,25 * I_{TRM}^S) + 0,25 * I_{RNW}^S \end{aligned}$$

Todas las variables están en la Tabla C 1

$$SAI_m = \frac{(POPI_m + POVI_m + WBI_m)}{3} \quad (\text{Índice Normalizado de Atributos Sociales - SAI}_m)$$

donde,

POPI<sub>m</sub> = Índice de Población;

POVI<sub>m</sub> = Índice de Pobreza;

WBI<sub>m</sub> = Índice de Bienestar;

y,

$$POPI_m = 0,2 * I_{POP}^S + 0,2 * I_{POD}^S + 0,2 * I_{HOU}^S + 0,2 * I_{AGE}^S + 0,2 * I_{LAB}^S$$

$$POVI_m = 0,5 * I_{LOW}^S + 0,5 * I_{SLU}^S$$

$$WBI_m = 0,20 * (0,33 * I_{WAT}^S + 0,33 * I_{WAS}^S + 0,33 * I_{WSD}^S) + 0,20 * (0,33 * I_{MRR}^S + 0,33 * I_{CMR}^S + 0,33 * I_{CM5}^S) + 0,20 * (0,50 * I_{ILL}^S + 0,50 * I_{CSC}^S) + 0,20 * (0,50 * I_{CRI}^S + 0,50 * I_{MUR}^S) + 0,20 * I_{GIN}^S$$

Todas las variables en la **Error! Reference source not found.**

$$EAI_m = \frac{(SDI_m + PFI_m + BSI_m)}{3} \quad (\text{Índice Normalizado de Atributos económicos - EAI}_m)$$

donde,

$SDI_m$  = Tamaño e índice de Diversificación;

$PFI_m$  = Índice de finanza pública;

$BSI_m$  = Índice de Sector Empresarial;

y,

$$SDI_m = 0,5 * I_{GDP}^S + 0,5 * I_{GDS}^S$$

$$PFI_m = I_{PUS}^S$$

$$SDI_m = 0,5 * I_{BUS}^S + 0,5 * I_{SIM}^S$$

Todas las variables en la **Error! Reference source not found.**

Similarmente, el Índice de Capacidad ( $CI_m$ ) es la combinación de dos dimensiones de índice: Índice Normalizado de Capacidad de Afrontamiento ( $CC_m$ ), e Índice Normalizado de Capacidad Adaptativa ( $ACI_m$ ). Cada índice de dimensión tiene su correspondiente sub-dimensión en la que se consideraron los indicadores. El índice de Capacidad es una media aritmética de los dos índices normalizados.

*Ecuación 3.  $CI_m$ 's expresión matemática*

$$CI_m = \frac{(CC_m + ACI_m)}{2}, \text{ donde } 1 \leq CI_m \leq 10; \quad m = \text{municipalidad}$$

$$CC_m = \frac{(PRI_m + RESI_m + RECI_m)}{3} \quad (\text{Índice Normalizado de Afrontamiento - } CC_m)$$

donde,

$PRI_m$  = Índice de Preparación;

$RESI_m$  = Índice de Respuesta;

$RECI_m$  = Índice de Recuperación;

y,

$$SDI_m = 0,33 * I_{BDG}^C + 0,33 * I_{EWS}^C + 0,33 * I_{DDR}^C$$

$$RESI_m = 0,33 * I_{MEQ}^C + 0,33 * I_{EMQ}^C + 0,33 * I_{IMQ}^C$$

$$RECI_m = 0,25 * I_{REC}^C + 0,25 * I_{INS}^C + 0,25 * I_{INU}^C + 0,25 * I_{FRE}^C$$

Todas las variables están en la Tabla C 1

$$AC_m = \frac{(NETI_m + ANPI_m + CTCI_m + COOI_m)}{3} \quad (\text{Índice Normalizado de Adaptación - } AC_m)$$

donde,

$NETI_m$  = Índice de Red;

$ANPI_m$  = Índice de concienciación y planificación;

$CTCI_m$  = Índice de Capacidad de cambiar;

$COOI_m$  = Índice de Cooperación;

y,

$$NETI_m = 0,33 * \left( \sum_i (0,1 * I_{REPi}^C) \right) + 0,33 * I_{STK}^C + 0,33 * I_{NET}^C$$

Donde,  $i \in A = (\text{Cuerpo de Bomberos, Defensa Civil, Policía, Policía Federal, Palacio Municipal, Ejército, NGOs, Departamento de Salud, Departamento de Educación})$

$$ANPI_m = I_{CCA}^C$$

$$CTCI_m = 0,5 * I_{DIF}^C + 0,5 * I_{INP}^C$$

$$COOI_m = I_{COO}^C$$

Todas las variables en la **Error! Reference source not found.**

Tabla C 1. Funciones de Redimensionamiento de Indicadores

Indicador	Unidad	Posibles Valores*	Funciones de Redimensionamiento (normalización)
<b>Sensitividad</b>			
% área de expansión urbana (USP)	%	15% - 98.30% (min - max)	$I_{USP}^S = 10.804x_{USP} - 0.621$
% de áreas forestadas (FOA)	%	1.2% - 45% (min - max)	$I_{FOA}^S = -20.43x_{FOA} + 10.242$

Materiales utilizados principalmente para la construcción de casas regulares (MHO)	NM**	Madera con base superficial (M); Albañilería con base superficial (AS); Albañilería estructural con base superficial (AES); Albañilería estructural con cimentación profunda (AEP);	$I_{MHO}^S = \begin{cases} 1, & x_{MHO} = AEP \\ 4, & x_{MHO} = AES \\ 7, & x_{MHO} = AS \\ 10, & x_{MHO} = M \end{cases}$
Material más común en la construcción de techos (RHO)	NM	Hierro (A); Madera (M); Hormigón (CA);	$I_{RHO}^S = \begin{cases} 1, & x_{RHO} = A \\ 5.5, & x_{RHO} = M \\ 10, & x_{RHO} = CA \end{cases}$
Diseño de azotea más común (RDG)	NM	Techo arrojado (B1); Cubierta del tejado de la caja (B2); Techo con alero con plankton (P); Techo en diferentes niveles (D);	$I_{RDG}^S = \begin{cases} 1, & x_{RDG} = B2 \\ 4, & x_{RDG} = P \\ 7, & x_{RDG} = B1 \\ 10, & x_{RDG} = D \end{cases}$
Material de techo más común (azulejos) (RTL)	NM	Hormigón asfáltico (AS); Metal (M); Polímero Plástico (PP); Arcilla (A); Hormigón (C); Madera (MA); Reciclados (R)	$I_{RTL}^S = \begin{cases} 1, & x_{RTL} = M \text{ or } C \\ 4, & x_{RTL} = AS \\ 6, & x_{RTL} = PP \text{ or } A \\ 8, & x_{RTL} = M \\ 10, & x_{RTL} = R \end{cases}$
Calidad de los puentes principales existentes en la ciudad (QINFB)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFB}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFB} = G \\ 4, & x_{QINFB} = MG \\ 7, & x_{QINFB} = MB \\ 10, & x_{QINFB} = B \end{cases}$
Calidad de las carreteras principales existentes en la ciudad (QINFR)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFR}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFR} = G \\ 4, & x_{QINFR} = MG \\ 7, & x_{QINFR} = MB \\ 10, & x_{QINFR} = B \end{cases}$
Calidad del departamento principal de bomberos de la ciudad (QINFFD)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFFD}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFFD} = G \\ 4, & x_{QINFFD} = MG \\ 7, & x_{QINFFD} = MB \\ 10, & x_{QINFFD} = B \end{cases}$

Calidad de la Comisaria Principal existente en la ciudad (QINFPS)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFPS}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFPS} = G \\ 4, & x_{QINFPS} = MG \\ 7, & x_{QINFPS} = MB \\ 10, & x_{QINFPS} = B \end{cases}$
Calidad de las principales escuelas públicas de la ciudad (QINFPSc)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFPSc}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFPSc} = G \\ 4, & x_{QINFPSc} = MG \\ 7, & x_{QINFPSc} = MB \\ 10, & x_{QINFPSc} = B \end{cases}$
Calidad existente de los principales hospitales de la ciudad (QINFH)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFH}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFH} = G \\ 4, & x_{QINFH} = MG \\ 7, & x_{QINFH} = MB \\ 10, & x_{QINFH} = B \end{cases}$
Calidad de la defensa civil principal existente en la ciudad (QINFCD)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFCD}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFCD} = G \\ 4, & x_{QINFCD} = MG \\ 7, & x_{QINFCD} = MB \\ 10, & x_{QINFCD} = B \end{cases}$
Calidad de la infraestructura de tratamiento de residuos existentes en la ciudad (QINFW)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFW}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFW} = G \\ 4, & x_{QINFW} = MG \\ 7, & x_{QINFW} = MB \\ 10, & x_{QINFW} = B \end{cases}$
Calidad de infraestructura de agua existente en la ciudad (QINFWT)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFWT}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFWT} = G \\ 4, & x_{QINFWT} = MG \\ 7, & x_{QINFWT} = MB \\ 10, & x_{QINFWT} = B \end{cases}$
Calidad de la infraestructura energética principal existente en la ciudad (QINFEE)	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{QINFEE}^S = \begin{cases} 1, & x_{QINFEE} = G \\ 4, & x_{QINFEE} = MG \\ 7, & x_{QINFEE} = MB \\ 10, & x_{QINFEE} = B \end{cases}$
Número de líneas de autobuses públicos u otros servicios de transporte público(PBL)	Número de líneas de autobuses municipales	6 – 44 municipal bus lines (min – max)	$I_{PBL}^S = -0.24x_{PBL} + 11.421$
Precio medio del boleto de ida (TCK)	US\$	0,45 – 1,06 (min – max)	$I_{TCK}^S = 14.717x_{TCK} - 5.574$

Taza de Motorización (MRT)	(auto/miles de personas)	143.6 – 399.73 (min – max)	$I_{MRT}^S = 0.035x_{MRT} - 4.047$
Numero de Modos de transporte público (TRM)	-	3 – 4 (min – max)	$I_{TRM}^S = 9x_{TRM} - 26$
Numero de Redes locales de televisión y radio (RNW)	-	5 – 11 (min – max)	$I_{RNW}^S = -1.5x_{RNW} + 17.5$
Población (POP)	Personas	42,846 – 296,597 (min – max)	$I_{POP}^S = 3.54 * 10^{-5}x_{POP} - 0.519$
Densidad de Población (POD)	pop/km <sup>2</sup>	415 – 2,852 (min – max)	$I_{POD}^S = 3.69 * 10^{-3}x_{POD} - 0.531$
Número de hogares (HOU)	Hogares	11,386 – 79,161 (min – max)	$I_{HOU}^S = 1.32 * 10^{-4}x_{HOU} - 0.512$
Composición de la edad de la población (AGE)	%	30.50% – 35,64% (min – max)	$I_{AGE}^S = 175.09x_{TRM} - 52.39$
Fuerza de Trabajo (LAB)	Personas	28,230 – 166,223 (min – max)	$I_{LAB}^S = 6.52 * 10^{-5}x_{LAB} - 0.841$
Porcentaje de población de bajos ingresos (LOW)	%	7.4% – 23.00% (min – max)	$I_{LOW}^S = 57.54x_{LOW} - 3.241$
Porcentaje de población que vive en barrios marginales (SLU)	%	2.5% – 25.70% (min – max)	$I_{SLU}^S = 38.81x_{SLU} - 0.024$
Porcentaje de hogares con acceso a agua potable (WAT)	%	30.00% – 99.63% (min – max)	$I_{WAT}^S = -12.93x_{WAT} + 13.877$
Porcentaje de hogares con acceso al sistema de aguas residuales (WAS)	%	2.5% – 25.70% (min – max)	$I_{WAS}^S = -11.37x_{WAS} + 12.358$
Porcentaje de hogares con acceso a la eliminación de residuos (WSD)	%	2.5% – 25.70% (min – max)	$I_{WSD}^S = -19.18x_{WSD} + 20.011$
Tasa de Mortalidad (MRR)	muerte/mil personas	5.1 – 11.87 (min – max)	$I_{MRR}^S = 1.329x_{MRR} - 5.8$
Tasa de Mortalidad infantil (CMR)	muerte/miles de recién nacidos	6 – 46.24 (min – max)	$I_{CMR}^S = 0.224x_{CMR} - 0.342$
Tasa de Mortalidad infantil – Hasta 5 años (CM5)	muerte/miles de recién nacidos	10 – 17.10 (min – max)	$I_{CM5}^S = 1.268x_{CM5} - 11.676$
Porcentaje de analfabétos (ILL)	%	5.13 – 23 (min – max)	$I_{ILL}^S = 49.831x_{ILL} - 1.556$
Porcentajes de niños hasta 17 años que asisten a la escuela (CSC)	%	83 – 85.57 (min – max)	$I_{CSC}^S = -307.77x_{CSC} + 264.347$
Tasa de Criminalidad (CRI)	crímenes/100,000 personas	114 – 3.995 (min – max)	$I_{CRI}^S = 0.0023x_{CRI} - 0.7365$
Tasa de asesinatos (MUR)	asesinatos/100,000 personas	5.9 – 25.89 (min – max)	$I_{MUR}^S = 0.45x_{MUR} - 1.658$

Índice de desigualdad de Gini (GIN)	-	0.426 – 0.545 (min – max)	$I_{GIN}^S = -75.82x_{GIN} + 42.353$
Producto Interno Bruto (GDP)	US\$ 1,000	172,567 – 2,675,247 (min – max)	$I_{GDP}^S = -3.6 * 10^{-6}x_{GDP} + 10.62$
Diversificación % del PIB en agricultura, industria, servicios y públicos (GDS)	%	$y_{GDS} = \{\text{Max } x_i\} - \{\text{Min } x_i\}$ donde, i = % de cada PIB en agricultura, industria, servicios y públicos	$I_{PUS}^S = 34.61y_{GDS} - 13.88$
Gasto Público (PUS)	US\$ 1,000	7,829 – 204,118 (min – max)	$I_{PUS}^S = 4.6 * 10^{-5}x_{PUS} + 10.359$
Número de Empresas (BUS)	empresas	2,245 – 15,000 (min – max)	$I_{BUS}^S = -7 * 10^{-4}x_{BUS} + 11.58$
Nivel de simplicidad para abrir las actividades empresariales (SIM)	NM	bajo; mediano; alto	$I_{SIM}^S = \begin{cases} 1, & x_{SIM} = \text{bajo} \\ 5.5, & x_{SIM} = \text{mediano} \\ 10, & x_{SIM} = \text{alto} \end{cases}$
<b>CAPACITY</b>			
Existencia de un presupuesto del Gobierno orientado a la preparación (BDG)	NM	si; no	$I_{BDG}^C = \begin{cases} 1, & x_{BDG} = \text{si} \\ 10, & x_{BDG} = \text{no} \end{cases}$
Existencia de sistemas oficiales de alerta temprana (EWS)	NM	si; no	$I_{EWS}^C = \begin{cases} 1, & x_{EWS} = \text{si} \\ 10, & x_{EWS} = \text{no} \end{cases}$
Existencia de planes o estrategias de reducción del riesgo de desastres (DDR)	NM	si; no	$I_{DDR}^C = \begin{cases} 1, & x_{DDR} = \text{si} \\ 10, & x_{DDR} = \text{no} \end{cases}$
Calidad de los servicios médicos (MEQ)	NM	Muy bueno (VG), bueno (G), malo (B), muy malo (VB)	$I_{MEQ}^S = \begin{cases} 1, & x_{MEQ} = VG \\ 4, & x_{MEQ} = G \\ 7, & x_{MEQ} = B \\ 10, & x_{MEQ} = VB \end{cases}$
Calidad formal de los servicios de emergencia (EMQ)	NM	Muy bueno (VG), bueno (G), malo (B), muy malo (VB)	$I_{EMQ}^S = \begin{cases} 1, & x_{EMQ} = VG \\ 4, & x_{EMQ} = G \\ 7, & x_{EMQ} = B \\ 10, & x_{EMQ} = VB \end{cases}$

Calidad de servicios informales de emergencias médicas (IMQ)	NM	Muy bueno (VG), bueno (G), malo (B), muy malo (VB)	$I_{IMQ}^S = \begin{cases} 1, & x_{IMQ} = VG \\ 4, & x_{IMQ} = G \\ 7, & x_{IMQ} = B \\ 10, & x_{IMQ} = VB \end{cases}$
Existencia de fondos de recuperación (REC)	NM	si; no	$I_{REC}^S = \begin{cases} 1, & x_{REC} = si \\ 10, & x_{REC} = no \end{cases}$
Existencia de sistemas de seguros (INS)	NM	si; no	$I_{INS}^S = \begin{cases} 1, & x_{INS} = si \\ 10, & x_{INS} = no \end{cases}$
Uso del seguro (INU)	NM	bajo; mediano; alto	$I_{INU}^S = \begin{cases} 1, & x_{INU} = alto \\ 5.5, & x_{INU} = mediano \\ 10, & x_{INU} = bajo \end{cases}$
Existencia de mecanismos de financiación para recuperación (FRE)	NM	si; no	$I_{FRE}^S = \begin{cases} 1, & x_{FRE} = si \\ 10, & x_{FRE} = no \end{cases}$
Reputación de las instituciones de emergencia (REP <sub>i</sub> )	NM	Bueno (G); Medio Bueno (MG); Medio Malo (MB); Malo (B).	$I_{REP_i}^S = \begin{cases} 1, & x_{REP_i} = G \\ 4, & x_{REP_i} = MG \\ 7, & x_{REP_i} = MB \\ 10, & x_{REP_i} = B \end{cases}$ <p>donde <math>i \in A =</math> (Cuerpo de Bomberos, Defensa Civil, Policía, Policía Federal, Palacio Municipal, Ejército, NGOs, Departamento de Salud, Departamento de Educación)</p>
Redes y organizaciones formales de actores (STK)	NM	si; no	$I_{STK}^S = \begin{cases} 1, & x_{STK} = yes \\ 10, & x_{STK} = no \end{cases}$
Existencia de redes de participación efectiva (NET)	NM	si; no	$I_{NET}^S = \begin{cases} 1, & x_{NET} = yes \\ 10, & x_{NET} = no \end{cases}$
Plan de Adaptación al Cambio Climático (CCA)	NM	si; no	$I_{CCA}^S = \begin{cases} 1, & x_{CCA} = yes \\ 10, & x_{CCA} = no \end{cases}$
Simplicidad en la implementación de políticas públicas (DIF)	NM	bajo; mediano; alto	$I_{DIF}^S = \begin{cases} 1, & x_{DIF} = alto \\ 5.5, & x_{DIF} = mediano \\ 10, & x_{DIF} = bajo \end{cases}$
Existencia de políticas inspiradas en otras ciudades (INP)	NM	si; no	$I_{INP}^S = \begin{cases} 1, & x_{INP} = si \\ 10, & x_{INP} = no \end{cases}$

Existencia de acuerdos de cooperación con otras ciudades (COO)	NM	si; no	$I_{COO}^S = \begin{cases} 1, & x_{COO} = si \\ 10, & x_{COO} = no \end{cases}$
----------------------------------------------------------------	----	--------	---------------------------------------------------------------------------------

\*Valores mínimos y máximos para los valores cuantitativos. Todos los valores posibles para los indicadores cualitativos.

\*\*NM = Sin valor numérico.

## 11.4 Anexo D: Índices de vulnerabilidad

Tabla D 1. Resultados Completos de Índice de Vulnerabilidad Urbana – Dimensión de Atributos Físicos

Sub-dimension				Normalization			
Land Use							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Land use							
Urban Areas (%)	31%	98.30%	15%	0.5	2.73	10.00	1.00
Forest areas (%)	45%	1.2%	35%	0.5	1.00	10.00	3.09
<b>Land use Vulnerability Index</b>				<b>0.5</b>	<b>1.86</b>	<b>10.00</b>	<b>2.05</b>
Strategic Infrastructure							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Built environment (type and quality)				<b>0.25</b>	<b>4.00</b>	<b>6.00</b>	<b>4.75</b>
Material	Masonry with concrete foundation	Masonry with concrete foundation	Masonry with concrete foundation	0.25	4.00	7.00	7.00
Structure	Wood	Wood	Wood	0.25	10.00	10.00	10.00
Roof Design	Box Gable	Box Gable	Box Gable	0.25	1.00	1.00	1.00
Roof Material	Fibrocement	Clay roof tile	Metal tile	0.25	1.00	6.00	1.00
<b>Quality of infrastructure</b>				<b>0.25</b>	<b>4.30</b>	<b>4.30</b>	<b>4.30</b>
Bridges	Median Good	Median Good	Median Good	0.10	4.00	4.00	4.00
Roads	Median Bad	Median Good	Median Good	0.10	7.00	4.00	4.00

Fire Departments (Infrastructure)	Good	Median Good	Good	0.10	1.00	4.00	1.00
Police Statios (infraestructure)	Median Good	Median Good	Good	0.10	4.00	4.00	1.00
Public Schools (infraestructure)	Median Good	Median Good	Median	0.10	4.00	4.00	4.00
Hospital (infraestructure)	Median Good	Median Good	Good	0.10	4.00	4.00	4.00
Civil Defense (infraestructure)	Median Bad	Median Good	Median	0.10	7.00	4.00	4.00
Waste (infraestructure)	Median Good	Median Bad	Good	0.10	4.00	7.00	7.00
Water (infraestructure)	Median Good	Median Bad	Median Bad	0.10	4.00	7.00	7.00
Energy (infraestructure)	Median Good	Good	Median Bad	0.10	4.00	1.00	7.00
Diversity and affordability of transport networks				<b>0.25</b>	<b>5.50</b>	<b>3.25</b>	<b>7.23</b>
Number of public bus lines	44	6	8	0.25	1.00	10.00	9.53
Average price for one-way ticket	1.06	0.45	0.94	0.25	10.00	1.00	8.24
Motorization rate	399.73	143.62	147.70	0.25	10.00	1.00	1.14
Number of Public Transport Modes	3	3	4	0.25	1.00	1.00	10.00
Communications local tv and radio stations (Number of local TV and radio networks)	11	7	5	<b>0.25</b>	<b>1.00</b>	<b>7.00</b>	<b>10.00</b>
<b>Strategical Infrastructure Vulnerability Index</b>				<b>0.50</b>	<b>3.70</b>	<b>5.14</b>	<b>6.57</b>
<b>Physical Attributes Vulnerability Index</b>					<b>2.78</b>	<b>7.57</b>	<b>4.31</b>

Tabla D 2. Resultados Completos de Indice de Vulnerabilidad Urbana – Dimensión de Atributos Sociales

Sub-dimension				Normalization			
Population							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do	Ciudad del	Puerto		Foz do	Ciudad del	Puerto

	Iguaçu	Este	Iguazú		Iguaçu	Este	Iguazú
Population	256,088	296,597	42,849	0.2	<b>8.56</b>	<b>10.00</b>	<b>1.00</b>
Population density	415	2,852	1,128	0.2	<b>1.00</b>	<b>10.00</b>	<b>3.63</b>
Number of households	79,161	47,536	11,386	0.2	<b>10.00</b>	<b>5.80</b>	<b>1.00</b>
Population - Age composition (sensitive age)	30.50%	35.64%	35.28%	0.2	<b>1.00</b>	<b>10.00</b>	<b>9.38</b>
Labor force – PEA	133,547	166,223	28,230	0.2	<b>7.87</b>	<b>10.00</b>	<b>1.00</b>
<b>Population Index</b>				<b>0.33</b>	<b>5.69</b>	<b>9.16</b>	<b>3.20</b>

Sub-dimension				Normalization			
Poverty							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Percentage of poor	7.4%	9.2%	23.0%	0.5	<b>1.00</b>	<b>2.05</b>	<b>10.00</b>
Percentage of the population living in slums	2.5%	25.7%	22.0%	0.5	<b>1.00</b>	<b>10.00</b>	<b>8.46</b>
<b>Poverty Index</b>				<b>0.33</b>	<b>1.00</b>	<b>6.03</b>	<b>9.23</b>

Sub-dimension				Normalization			
Well-being							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Water				<b>0.20</b>	<b>1.00</b>	<b>9.64</b>	<b>5.90</b>
Access to clean water supply (Percentage of households with access to clean water supply)	99.63%	30.00%	69.00%	0.33	1.00	10.00	4.96
Access to sanitation (Percentage of households with access to waste water system)	99.90%	30.35%	21.00%	0.33	1.00	8.91	10.00
Access to sanitation (Percentage of households with access to waste disposal)	99.13%	52.20%	90.00%	0.33	1.00	10.00	2.75

Health				<b>0.20</b>	<b>4.43</b>	<b>9.07</b>	<b>1.10</b>
Health (Mortality rate)	5.80	11.87	6.00	0.33	1.00	10.00	1.30
Health (Childhood Mortality Rate)	15.48	46.24	10.40	0.33	2.28	10.00	1.00
Health (Childhood Mortality Rate - until 5 years)	17.10	15.70	12.60	0.33	10.00	7.20	1.00
Education				<b>0.20</b>	<b>1.00</b>	<b>2.04</b>	<b>10.00</b>
Access to education (Percentage of illiterate people)	5.13%	5.80%	23%	0.50	1.00	1.33	10.00
Access to education (percentage of children until 17 years old in the school)	85.57%	85.00%	83%	0.50	1.00	2.74	10.00
Security and rule of law				<b>0.20</b>	<b>4.29</b>	<b>5.50</b>	<b>5.50</b>
Security and rule of law (crimes, conflicts, thefts, corruption, etc.) (number of crimes for 100,000)	1,227	114	3995	0.50	3.58	1.00	10.00
Security and rule of law (murder rate for 100,000 inhabitants)	14.80	25.89	5.90	0.50	5.00	10.00	1.00
Inequality (Gini inequality index)	0.5454	0.506	0.4267	<b>0.20</b>	<b>1.00</b>	<b>3.99</b>	<b>10.00</b>
<b>Index Well-being</b>				<b>0.33</b>	<b>2.34</b>	<b>6.05</b>	<b>6.50</b>
<b>Social Attributes Index</b>					<b>3.01</b>	<b>7.08</b>	<b>6.31</b>

Tabla D 3. Resultados Completos de Índice de Vulnerabilidad Urbana – Dimensión de Atributos Económicos

Sub-dimension				Normalization			
Size and diversification							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguazu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguazu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Gross domestic product (GDP)	2,675,248	461,258	172,568	0.5	1.00	8.96	10.00
Economic diversification	47.98%	43.00%	69.00%	0.5	2.72	1.00	10.00
Agriculture	0.65%	31.00%	2.00%				

Industry	48.63%	15.00%	25.00%				
Services	38.39%	49.00%	70.00%				
Government	12.34%	6.00%	1.00%				
<b>Size and diversification Index</b>				<b>0.33</b>	<b>1.86</b>	<b>4.98</b>	<b>10.00</b>

Sub-dimension				Normalization			
Public finances							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Public budget (spending)	204,118	7,829	13,942	1	1.00	10.00	9.72
<b>Public Finances Index</b>				<b>0.33</b>	<b>1.00</b>	<b>0.00</b>	<b>9.72</b>

Sub-dimension				Normalization			
Business sector							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçú	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Number of businesses	6,999	15,000	2,245	0.5	6.65	1.00	10.00
Business environment (simplicity to conduct business activities, legal settings, taxes, access to markets, etc.)	medio	medio	baixo	0.5	5.50	5.50	1.00
<b>Business sector Index</b>				<b>0.33</b>	<b>6.07</b>	<b>3.25</b>	<b>5.50</b>
<b>Economic Attributes Index</b>					<b>2.98</b>	<b>6.08</b>	<b>8.41</b>

Tabla D 4. Resultados Completos de Índice de Vulnerabilidad Urbana – Dimensión de Atributos de Capacidad

Sub-dimension				Normalization			
Preparedness							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Preparedness measures (Existence of Government budget targeting preparedness)	YES	NO	NO	0.33	1.00	10.00	10.00
Early warning systems (Existence of official early warning systems)	NO	NO	NO	0.33	10.00	10.00	10.00
Regulation (Existence of disaster risk reduction plans or strategies)	YES	NO	NO	0.33	1.00	10.00	10.00
<b>Preparedness Index</b>				<b>0.33</b>	<b>4.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>
Sub-dimension				Normalization			
Response							

Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Access to medical services (Medical services quality)	Good	Bad	Very bad	0.33	4.00	7.00	10.00
Access to formal medical emergency services (Formal medical emergency services quality)	Good	Bad	Very bad	0.33	4.00	7.00	10.00
Access to informal medical emergency services (informal medical emergency services quality)	Very bad	Bad	Very bad	0.33	10.00	7.00	10.00
<b>Response Index</b>				<b>0.33</b>	<b>6.00</b>	<b>7.00</b>	<b>10.00</b>

Sub-dimension				Normalization			
Recovery							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguaçu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Existence of Recovery funds	YES	NO	NO	0.25	1.00	10.00	10.00
Insurance systems (Existence of insurance systems)	YES	YES	YES	0.25	1.00	1.00	1.00
Insurance dissemination (nível de utilização)	Low	Low	Low	0.25	10.00	10.00	10.00
Financing mechanisms (Existence of Financing mechanisms to recover)	YES	NO	NO	0.25	1.00	10.00	10.00
<b>Recovery Index</b>				<b>0.33</b>	<b>4.00</b>	<b>7.00</b>	<b>7.00</b>
<b>Coping Capacity Index</b>					<b>4.67</b>	<b>8.00</b>	<b>9.00</b>

Tabla D 5. Resultados Completos de Índice de Vulnerabilidad Urbana – Dimensión de Atributos de Capacidad Adaptativa

Sub-dimension				Normalization			
Networks							
Indicators	Value			Weight	Score		
	Foz do Iguazu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguazu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Institutional structure				<b>0.33</b>	<b>3.73</b>	<b>6.73</b>	<b>7.55</b>
Fire Department	Good	Median Good	Median Good	0.09	1.00	4.00	4.00
Civil Defense (Province)	Good	Bad	Bad	0.09	1.00	10.00	10.00
Civil Defense (Municipality)	Median Good	Bad	Bad	0.09	4.00	10.00	10.00
Police (Civil)	Median Good	Good	Bad	0.09	4.00	1.00	10.00
Military Police	Median Good	Median Bad	n/a	0.09	4.00	10.00	10.00
Federal Police	Median Good	Median Bad	Median Bad	0.09	4.00	7.00	7.00
City Hall	Median Bad	Median Bad	Median Bad	0.09	7.00	7.00	7.00
Army	Median Good	Median Bad	Median Bad	0.09	4.00	7.00	7.00
NGOs	Median Good	Median Good	Median Good	0.09	4.00	4.00	4.00
Health Department	Median Good	Median Bad	Median Bad	0.09	4.00	7.00	7.00
Education Department	Median Good	Median Bad	Median Bad	0.09	4.00	7.00	7.00
Governance structure and presence of networks (local governments, private sector, civil society, academics) - (existing formal stakeholder networks and organisation)	YES	YES	YES	<b>0.33</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
Mechanisms for citizens to engage with government (Existence of effective participation networks)	YES	YES	YES	<b>0.33</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>Network Index</b>				<b>0.25</b>	<b>1.91</b>	<b>2.91</b>	<b>3.18</b>
Sub-dimension				Normalization			

Awareness and planning				Weight	Score		
Indicators	Value				Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
	Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Presence of adaptation and mitigation programs (Existence of CC plan)	NO	NO	NO	0.33	10.00	10.00	10.00
<b>Awareness and Planning Index</b>				<b>0.25</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>

Sub-dimension Capacity to change				Weight	Normalization		
Indicators	Value				Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
	Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Simplicity to implement policies	Median	Low	Low	0.50	5.50	10.00	10.00
Willingness to learn from other cities (Existence of policy copied from other cities)	YES	NO	NO	0.50	1.00	10.00	10.00
<b>Capacity to Change Index</b>				<b>0.25</b>	<b>3.25</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>

Sub-dimension Cooperation				Weight	Normalization		
Indicators	Value				Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
	Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú		Foz do Iguacu	Ciudad del Este	Puerto Iguazú
Existence of cooperation agreements with other cities	YES	NO	NO		1.00	10.00	10.00
<b>Cooperation Index</b>				<b>0.25</b>	<b>1.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>
<b>Adaptive Capacity Index</b>					<b>4.04</b>	<b>8.23</b>	<b>8.30</b>

## 11.5 Anexo E: Análisis cualitativo

*Tabla E 1. Cantidad de entrevistados por ciudad y sector.*

	Foz do Iguaçu	Puerto Iguazú	Ciudad del Este
<b>Sector</b>	9	6	5
<b>Gubernamental</b>			
<b>Sociedad Civil</b>	1	5	2
<b>Sector</b>	4	1	3
<b>Empresarial</b>			
<b>Academia</b>	2	1	1
<b>Total:</b>	16	13	11
<b><u>40</u></b>			
<b><u>entrevistados</u></b>			

### 11.5.1.1 Agradecemos la cortecia por las siguientes fotografías:

*Figura 14. Google Earth tomada por CNES/Airbus en 02/15/2017.*

Figura 16. (a) Google Earth (2017), (b) Angela Tischner (2017)

Figura 17. (a), (b), (c), (e), (f), (h) Angela Tischner (2017); (d) GoogleMaps (2017); (g) SANEPAR (2017)

Figura 18. Bogler (2015)

Figura 19. Câmara Municipal de Foz do Iguaçu, 2015<sup>27</sup>

Figura 20. H2Foz, 2015<sup>28,29</sup>

Figura 21. JIE<sup>30</sup>/Itaipu Binacional (2009)

Figura 22. Jean Pavão (2017)

Figura 23. 34º BIMEC. Exército Brasileiro, 2015.<sup>32</sup>

Figura 24. Lucas López (2017)

Figura 25. Lucas López (2017)

Figura 26. ABC/ Color<sup>39</sup>, 2015

Figura 27. ABC/ Color<sup>39</sup>, 2015

Figura 28. Última Hora<sup>39</sup>, 2014

Figura 29. ABC Color<sup>39</sup>, 2017

Figura 30. VisiteFoz<sup>39</sup>, 2017

Figura 31. Courtesy of Barquinero & Romero (2015)

Figura 32. Fanpage Codeleste, 2017.

### **Sobre la Iniciativa Ciudades Resilientes al Clima en América Latina (CRC)**

Es una iniciativa conjunta entre la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) y la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA). La Iniciativa CRC está financiando seis proyectos de investigación innovadora para la toma de decisión y la acción en 13 ciudades pequeñas y medianas de América Latina para promover un desarrollo urbano resiliente al clima.

### **Sobre la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN).**

CDKN apoya a tomadores de decisión en el diseño y ejecución de un desarrollo compatible con el clima. CDKN hace esto combinando la investigación, los servicios de asesoría y la gestión del conocimiento en apoyo a los procesos políticos trabajados y gestionados a nivel local. CDKN trabaja en alianza con tomadores de decisión en los sectores público, privado y no gubernamental a distintas escalas.

### **Sobre el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC).**

IDRC invierte en conocimiento, innovación y soluciones para mejorar las condiciones de vida de las personas en el mundo en desarrollo. Al reunir a los socios adecuados en torno a oportunidades de impacto, el IDRC ayuda a formar los líderes de hoy y de mañana y a impulsar el cambio para aquellos que más lo necesitan. El programa sobre cambio climático pretende apoyar a la investigación, las alianzas y redes que informan la adopción de soluciones costo-efectivas ante eventos climáticos extremos y el cambio climático, y que generan ganancias sociales y económicas de largo plazo.

### **Sobre la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA).**

FFLA es miembro y Coordinadora Regional para América Latina y el Caribe de CDKN. El trabajo de FFLA se enfoca en la promoción del diálogo constructivo, y el fortalecimiento de capacidades ciudadanas, políticas e institucionales. Trabaja sobre aspectos de importancia para el desarrollo sostenible, incluyendo la gestión de los recursos naturales, los conflictos socioambientales y el cambio climático. FFLA también presta servicios de capacitación, facilitación y asesoría en áreas afines.



*Este documento es un resultado de la iniciativa conjunta "Ciudades Resilientes al Clima en América Latina" apoyada por la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN por sus siglas en inglés) y el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional de Canadá (IDRC por sus siglas en inglés). Este documento fue creado bajo la responsabilidad de la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA) como receptor de apoyo a través de la iniciativa conjunta. CDKN es un programa financiado por el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID) y la Dirección General de Cooperación Internacional (DGIS) de los Países Bajos y es dirigido y administrado por PricewaterhouseCoopers LLP. La gestión de CDKN está liderada por [PricewaterhouseCoopers LLP](#) y una alianza de organizaciones que incluye a [Fundación Futuro Latinoamericano](#), [LEAD Pakistán](#), el [Overseas Development Institute](#), y [SouthSouthNorth](#). La iniciativa es financiada por DFID e IDRC. Las opiniones expresadas y la información contenida en este documento no reflejan necesariamente los puntos de vista o no son las aprobadas por DFID, DGIS, IDRC y su Junta Directiva, o las entidades de gestión de CDKN, quienes no podrán aceptar ninguna responsabilidad u obligación por tales puntos de vista, integridad o exactitud de la información o por la confianza depositada en ellas. Esta publicación ha sido elaborada sólo como guía general en materias de interés y no constituye asesoramiento profesional. Usted no debe actuar en base a la información contenida en esta publicación sin obtener un asesoramiento profesional específico. No se ofrece ninguna representación ni garantía (ni explícita ni implícitamente) en cuanto a la exactitud o integridad de la información contenida en esta publicación, y, en la medida permitida por la ley, IDRC y las entidades que gestionan la aplicación de la Alianza Clima y Desarrollo no aceptan ni asumen responsabilidad, obligación o deber de diligencia alguno por las consecuencias de que usted o cualquier otra persona actúe o se abstenga de actuar, basándose en la información contenida en esta publicación o por cualquier decisión basada en la misma.*

© 2017, todos los derechos reservados