

Hablemos del agua ●

Aportes para
pensar desafíos
y propuestas de
desarrollo

Hablemos del agua ●

Aportes para
pensar desafíos
y propuestas
de desarrollo



Hablemos del agua ●

Aportes para
pensar desafíos
y propuestas
de desarrollo

IUAS

Editora



Hablemos del agua : aportes para pensar desafíos y propuestas de desarrollo / Marcelo Lorelli ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : IUAS editora, 2024.

Libro digital, Otros

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-90291-5-4

1. Agua. 2. Ecología. 3. Medio Ambiente. I. Lorelli, Marcelo

CDD 577.6

Editado por el Instituto Universitario del Agua y el Saneamiento (IUAS)
ISBN 978-631-90291-5-4

Coordinación general: José Luis Lingeri

Coordinación académica y autoral: Luis Liberman, Magdalena Testado,
Albina L. Lara y Mariana Carriquiriborde

Coordinación: Nicolás Manzi

Edición: Laura Scisciani

Corrección: Luz Azcona

Arte de tapa, diseño y diagramación: Laura Raptis

Versión digital: Laura Raptis

Se permite la reproducción parcial o total del texto citando la fuente siempre y cuando sea con fines educativos, de divulgación o difusión y que esa actividad no lleve a intereses vinculados con el lucro económico. Los derechos para ese uso quedan en manos del autor. La infracción a estos derechos constituirá un delito contra la propiedad intelectual.

Este libro se encuentra disponible en forma libre y gratuita, en formato digital en: <https://hablemosdelagua.ar/>

Impreso en Argentina

Este libro se imprimió en los talleres gráficos de UNR editora,
Urquiza 2050, Rosario, Santa Fe, Argentina, en febrero de 2024.

Índice

Introducción 7

Eje 1. Desafíos y propuestas para el desarrollo urbano

Desarrollo urbano territorial ante el cambio climático

Por Marcelo Lorelli15

Ciudades sustentables y resilientes. Fundación Avina

Por Florencia Rojas33

El impacto del cambio climático en las ciudades.

Las soluciones basadas en la naturaleza

Por Patricia Himschoot..... 43

Eje 2. Aplicación a ciudades y al sector pesca

Impacto natural y antrópico en eventos extremos de precipitaciones

Por José Matildo Paredes.....51

La seguridad hídrica

Por Santiago Ochoa Posada 67

El cambio climático y su impacto en las pesquerías.

Iniciativas para una pesca sostenible

Por Micaela Giorgini81



Introducción

Esta publicación es el tercer libro que surge en el marco de la creación del Instituto Universitario del Agua y el Saneamiento (IUAS) y, como tal, es parte de un proceso esperanzador que busca mejorar el quehacer científico y académico, y promover la formación y el compromiso de la comunidad respecto de la problemática del agua en todas sus dimensiones. Invita a abrir puertas y trazar caminos para afrontar los desafíos que presenta el futuro. Nace al calor de la agenda ambiental del planeta, con el protagonismo de los trabajadores y las trabajadoras del sector frente a una realidad que nos atraviesa, interpela y transforma.

El IUAS es el sueño realizado de José Luis Lingeri, quien comprendió hace más de diez años que la soberanía del conocimiento necesitaba de un dispositivo que fuera la expresión de una voluntad emancipadora. El IUAS es un espacio de creación, de investigación científica, de formación y extensión sostenido en una identidad cultural solidaria, que tiende la mano y se compromete con “el otro”, asumiendo que el derecho al agua¹ es en sí el primer derecho porque permite el goce de los demás derechos, como el derecho a la vida, al trabajo y a la libertad.

A través de esta publicación se busca comunicar y socializar el conocimiento compartido, acompañando las estrategias de sustentabilidad y cuidado de nuestra casa común. La iniciativa fue llevada adelante en una construcción fraterna con los equipos del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), con el que nos mancomunamos en el proyecto “Políticas Públicas Federales para el Acceso al Agua y al Saneamiento”, acción inicial del Programa de Formación, Investigación y Transferencia. Este programa surgió del convenio firmado con el mencionado organismo, y busca la detección de necesidades, el diseño, la planificación, la elaboración y la ejecución de acciones vinculadas con los servicios de agua potable y saneamiento desde una perspectiva federal.

¹ El 28 de julio de 2010, por medio de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, al establecer que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

A la par surgieron los foros federales “Hablemos del agua”, con ánimo de generar un ámbito interdisciplinario y técnico-académico para transformar la problemática del agua en el motor del desarrollo sustentable. Los mismos fueron creciendo y evolucionando hasta convertirse en una escena de nuestro paisaje académico que nos permite disponer de un espacio concreto, institucional, compartido, para dialogar sobre diferentes temáticas. Con ellos se instituyó una rutina de pensamiento de la que se apropiaron todos los participantes, al punto de que surgió la necesidad del registro para el debate y la búsqueda de soluciones. Así se abrió camino la editorial de IUAS con la colección Hablemos del Agua, estructurada a través de publicaciones sucesivas con el fin de intercambiar y difundir el material compartido en los foros.

Este libro constituye el tercero de la primera colección, que aborda un tema clave y convocante de la agenda global, que asume que el problema del cambio climático por causas antrópicas ha modificado la fisonomía y la habitabilidad de nuestro planeta. Lo que antes parecía ciencia ficción es una tragedia distópica que interpela el antropocentrismo. Algunos investigadores hablan del “antropoceno”, término creado por el biólogo estadounidense Eugene Stoermer, popularizado a principios del siglo XXI por el holandés Paul Crutzen, premio Nobel de Química, para nombrar la época en la que las acciones humanas comenzaron a generar cambios biológicos y geofísicos a escala mundial (Issberner y Léna, 2018).

Si la idea de cambio nos propone entender la forma en la que una situación original se transforma en un complejo sistema de causas y relaciones que deriva en una situación nueva y diferente a la anterior, el cambio climático parece no “estacionar”. Los últimos años corroboran esta idea. Cuando pensábamos que nuestra tarea era mitigar sus efectos y planificamos en consecuencia, constatamos que la velocidad de las transformaciones hacía inviables las medidas, que la mitigación no era suficiente para la resolución de los problemas emergentes.

El concepto de resiliencia hace referencia a la capacidad de un sistema socio-ecológico de absorber o resistir perturbaciones y otros factores estresantes sin alterar en forma significativa su estructura y funciones, y describe el grado en el que un sistema puede auto-organizarse, aprender y adaptarse (Resilience Alliance, 2012). La resiliencia en relación con el cambio climático es la capacidad de anticipar, prepararse y responder a

riesgos y perturbaciones relacionados con el clima. Incrementar la resiliencia climática significa evaluar la forma en la que el cambio climático podrá afectar el ambiente, natural y antrópico, para tomar medidas que disminuyan la vulnerabilidad y nos permitan estar mejor preparados para soportar las consecuencias que el cambio acarrea.

Desde nuestra perspectiva, se trata de un problema eminentemente político que la propia política no puede resolver. Por ello, se hace indispensable propiciar, dentro de la gestión del conocimiento, modelos de transferencia que asuman la participación de la comunidad en la toma de decisiones, en la manera de pensar respuestas a problemas concretos. En este sentido, nos proponemos despertar el interés y brindar perspectivas diversas que colaboren en la búsqueda de soluciones, propiciando espacios colaborativos de reflexión y práctica en las diferentes comunidades académicas, tanto de nuestro país como del exterior. Convencidos de que la capilaridad del conocimiento no tiene fronteras, asumimos esta tarea en pos de sumar un aporte al saber disciplinar que redunde en cambios positivos.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992) remite a un “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Esto tiene un impacto directo en el agua y por lo tanto en la vida, ya que todos los seres vivos necesitan de ella para seguir existiendo. El agua cumple tres funciones clave: asegura la vida y la salud humana, promueve el desarrollo y sustenta la vida de los ecosistemas. Por ello, se considera un recurso natural crítico o estratégico, especialmente en las áreas de escasez. Además, como señalábamos más arriba, el derecho al agua potable y al saneamiento es un derecho humano esencial y condición previa para la realización de todos los demás derechos humanos.

El agua tiene un papel esencial en la forma en la que se puede trabajar en la mitigación² y, especialmente, en la adaptación³ al cambio climático. Este altera las variables climáticas y, por lo tanto, favorece la intensificación

² Es la intervención humana con el fin de reducir las emisiones o mejorar los sumideros de GEI, gases de efecto invernadero.

³ Es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus impactos, con el fin de moderar los daños y/o aprovechar las oportunidades que pueden ser un beneficio.

de eventos como las tormentas, los huracanes, los incendios, las sequías y las inundaciones. Las altas temperaturas y las condiciones climáticas más extremas y menos predecibles pueden afectar la disponibilidad y distribución de las precipitaciones, el deshielo, el caudal de los ríos y del agua subterránea y el nivel del mar. Esto, a su vez, puede deteriorar la disponibilidad y la calidad del agua y generar problemas urbanos y territoriales en diversas cuencas afectando las actividades económicas.

Según el informe “El costo humano de los desastres relacionados con el clima” (UNISDR, 2015), más del 90% de los grandes desastres naturales de los últimos diez años están relacionados con el agua como recurso, ya sea por falta, exceso o contaminación. Por eso es tan importante poner el énfasis en la adaptación (UNISDR, 2015). En la actualidad, la disponibilidad de agua es menos predecible en ciertas regiones y el aumento del riesgo de inundaciones puede afectar las tomas de agua y las instalaciones de saneamiento y, además, contaminar las fuentes. En otras regiones las sequías están aumentando la escasez de agua, lo que hace difícil garantizar el acceso a servicios sostenibles de agua y saneamiento durante los próximos años.

Los efectos del cambio climático en relación con el agua son múltiples y afectan a la sociedad, a la economía y al territorio, pese a lo cual la cuestión no ha estado lo suficientemente presente, al menos de forma explícita, en las agendas de las diversas organizaciones clave. No obstante, es alentador que en la última Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP27), llevada a cabo en Egipto en noviembre de 2022, el agua tuvo mayor protagonismo que en las cumbres anteriores y se analizaron el impacto del calentamiento global en los recursos hídricos y las medidas de adaptación necesarias.

En este contexto, es preciso generar conciencia sobre el uso eficiente del agua y disponer de herramientas que permitan calcular el consumo. Para ello, la huella hídrica en tanto indicador alternativo del uso y la contaminación del agua, es un buen instrumento de gestión. Permite analizar la presión o impacto que se ejerce sobre el recurso hídrico y su relación con la producción de bienes o servicios, lo que facilita la mejora de políticas en la gestión del agua y por ende la resiliencia frente al cambio climático. En este sentido, la gestión hídrica y la gobernanza de cuencas son cuestiones clave que deben fortalecerse, para tratar específicamente

la interacción entre agua potable, saneamiento, salud, comunidades y territorios. También es imprescindible el análisis de la responsabilidad de los diversos actores y la consideración del costo económico en relación con el agua y el cambio climático, e incorporar la educación ambiental para promover la concientización.

Los tres libros de esta serie fueron concebidos sobre la base de lo planteado anteriormente y en ellos se analizan las principales problemáticas y sus múltiples interacciones en distintas escalas y ámbitos, además presentan casos a modo de ejemplo para ahondar en la comprensión de las diversas realidades y formas de abordaje.

En el marco del primer eje de este libro: Desafíos y propuestas para el desarrollo urbano, Marcelo Lorelli, profesor adjunto en Arquitectura I a IV, Proyecto Arquitectónico y Proyecto Urbano y Codirector de la maestría Ciudades (FADU, UBA), expone sobre el desarrollo urbano territorial ante el cambio climático, propuestas y desafíos para el siglo XXI. Florencia Rojas, Coordinadora programática de Ciudades Sostenibles en la Fundación Avina, presenta los elementos clave de las ciudades sustentables y resilientes. Luego, Patricia Himschoot, consultora en temas ambientales, Gerente de Cambio Climático del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y Directora de Asuntos Científicos de la Fundación Revolución 21, explica el impacto del cambio climático en las ciudades y algunas alternativas de soluciones basadas en la naturaleza.

En relación con el segundo eje: Aplicación a ciudades y al sector pesca, José Matildo Paredes, profesor titular y Director regular del doctorado de Geología de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Comodoro Rivadavia, presenta el impacto natural y antrópico en eventos extremos de precipitaciones, aplicado al caso Comodoro Rivadavia, 2017. Por su parte, Santiago Ochoa Posada, Vicepresidente de Agua y Saneamiento y subgerente de Operación y Mantenimiento de Aguas en el Grupo Empresas Públicas Medellín (EPM), explica la seguridad hídrica tomando el caso del sistema de acueducto de las Empresas Públicas de Medellín. Por último, Micaela Giorgini, investigadora del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP, Argentina), expone acerca del impacto del cambio climático en las pesquerías e iniciativas para una pesca sostenible.

Luis Liberman y Magdalena Testado

Referencias

- Issberner, L. y Léna P. (2018). Antropoceno: la problemática vital de un debate científico, *Correo de la UNESCO*, abril-junio 2018, nº 2.
- Resilience Alliance, (2012). *Resilience, key concepts*.
<https://www.resalliance.org/resilience>
- UNFCC (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas, Río de Janeiro, 1992.
- UNISDR (2015). *The human cost of weather related disasters 1995-2015*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters CRED, UNISDR.



1

Desafíos y propuestas para el desarrollo urbano



**Marcelo Lorelli
Florencia Rojas
Patricia Himschoot**

Desarrollo urbano territorial ante el cambio climático

Propuestas y desafíos para el siglo XXI

Por Marcelo Lorelli ¹

El desarrollo urbano territorial ante el cambio climático es un tema que abordamos en los espacios académicos en los que participo, como la cátedra de arquitectura FADU-UBA, la Maestría en Ciudades UBA y la tarea profesional en las ciudades en las que me toca intervenir. En este trabajo se reflexiona sobre el desarrollo urbano territorial ante el cambio climático en un momento disruptivo de la historia de la humanidad, con la particularidad de que tenemos la oportunidad de actuar sobre un territorio en el mismo tiempo en el que vivimos este fenómeno.

¹ Arquitecto especialista en Proyecto urbano (FADU, UBA). Profesor adjunto en Arquitectura I a IV, Proyecto Arquitectónico y Proyecto Urbano (FADU, UBA). Codirector de la maestría Ciudades (FADU, UBA). Codirector PDE laboratorio Metropolitano 2018, ex Director de planeamiento del GCBA y ex Subsecretario de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre.

UN MUNDO URBANO 1960

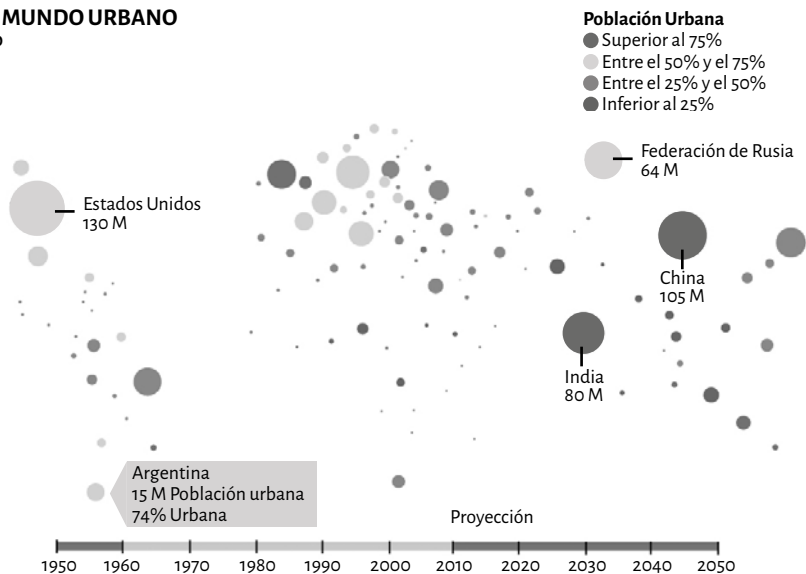


Figura 1. Cantidad y porcentaje de población urbana en los distintos países para 1960.
Fuente: UNICEF-Periscopio (2012).

Vivimos en un mundo en el que la ciudad representa uno de los sistemas más complejos que ha creado la humanidad, ya que es el lugar donde se verifican las mejores condiciones para el desarrollo de una sociedad y es el espacio en el que ha decidido vivir la mayor parte de la población del planeta. El incremento de población urbana es exponencial, como se puede ver al comparar las figuras 1 y 2, que muestran el mundo urbano en 1960 y en 2020, respectivamente. Actualmente, más del 50% de la población mundial ya es urbana, y posiblemente hacia 2050 el 70% de los pobladores de la Tierra habiten en ciudades y metrópolis.

Para dimensionar la magnitud del fenómeno, a comienzos del siglo XIX el planeta contaba con menos de mil millones de habitantes y solo el 2% de la población era urbana; a comienzos del siglo XX, la población mundial rondaba los 2000 millones de habitantes y la población asentada en distintos tipos de núcleos urbanos se acercaba al 10%; sobre mediados de este siglo, con una cifra que se aproximaba a los 3000 millones, se consolida la tendencia de la humanidad a elegir la vida en ciudades.²

² Aldo Luiz Servi. Informe sobre la población. Cuestiones de Población. Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP). Documentos Informativos, 1993.

Este proceso, fundado en la producción urbana de la sociedad industrial, ha creado inmensos territorios urbanos, no solo por el acceso a los bienes y servicios que las comunidades necesitan para su desarrollo, sino también porque las ciudades son los grandes motores de la economía. Para tomar un caso cercano, según el Observatorio Metropolitano, 2017, el AMBA ocupa solo un 0,4% de la superficie de la Argentina, genera casi la mitad del PBI (el 48%) y concentra el 35% de la población. Estos porcentajes se repiten en muchas ciudades del mundo, donde más del 80% del producto interno bruto (PIB) se genera en las ciudades (Banco Mundial, 2022).

UN MUNDO URBANO 2020

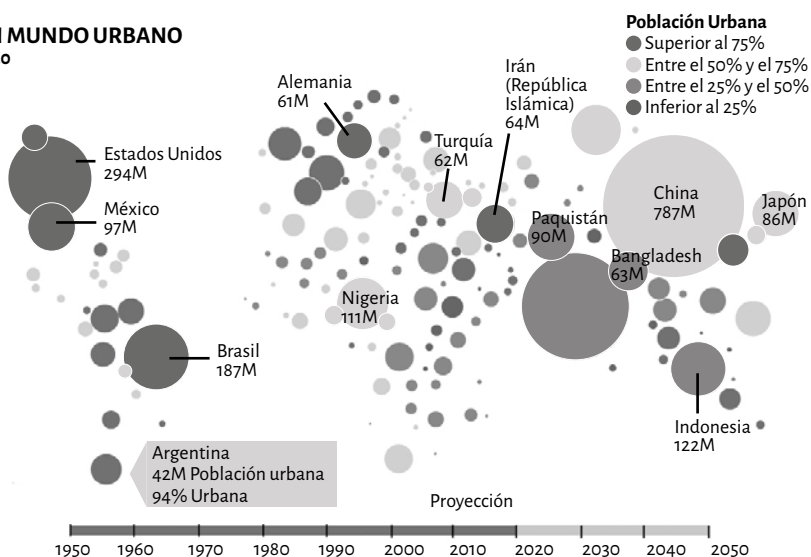


Figura 2. Cantidad y porcentaje de población urbana en los distintos países para 2020.

Fuente: UNICEF-Periscope (2012).

En los últimos años la situación se ha vuelto más alarmante, porque los mayores crecimientos de población se producen en países de América Latina, África y Asia, donde conviven en un mismo territorio ciudades de distintas calidades, algunas con los mejores estándares mundiales y otras con importantes falencias en general, que albergan cerca del 10% de la población de la Tierra en condiciones de elevada precariedad.

Rueda (1995) afirma que las ciudades y sus condiciones son las principales responsables del nivel de presión ejercido sobre los ecosistemas

a todas las escalas. El impacto es tal que el período histórico actual se ha identificado con el de una nueva era geológica, denominada por el biólogo estadounidense Eugene Stoermer como Antropoceno. Los documentos compartidos con el premio nobel de química, Paul Crutzen, especifican el inicio de este período con la creación de la máquina a vapor en 1784. Otros estudios indican un proceso de aceleración entre los años 1950 y 1970 hasta estos días, que daría muestra de los efectos concretos que todo esto ha tenido sobre la Tierra, y consideran el comienzo a este período que califican de insostenible con la conclusión de que la vida en la Tierra depende de una sola especie y, sobre todo, de los sistemas urbanos creados a lo largo de la historia.³

Uno de los indicadores utilizados para estos estudios es el índice de temperatura global que, como se muestra en la Figura 3, toma datos del incremento de temperatura o de las anomalías térmicas, con saltos temporales de una década. El cuadro muestra un permanente incremento de temperatura desde la revolución industrial hasta nuestros días, con puntos clave con fuerte impacto, como el de la Segunda Guerra Mundial.

Distintos fenómenos vinculados con el clima ocurridos en los últimos años en diferentes puntos del planeta dan cuenta del impacto: en la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires, en los días 2 y 3 de abril de 2013 se desató una tormenta, con un registro acumulado de precipitaciones extraordinario de aproximadamente 400 milímetros en 4 horas y un saldo de 89 muertos (*Infobae*, 2019); en Tartagal, al norte de la provincia de Salta, un aluvión de tierra y agua generado por una acumulación de lluvias que saturó la cuenca del río Tartagal los días 8 y 9 de febrero de 2009 azotó la ciudad, con un saldo de dos muertos, una decena de desaparecidos y más de mil evacuados. A su vez, potenció la epidemia del dengue DEN 1 que había comenzado unos meses antes (Seijo, 2009).

³ Antropoceno: la problemática vital de un debate científico (UNESCO). Para más información ingresar a <https://www.unesco.org/es/articles/antropoceno-la-problematica-vital-de-un-debate-cientifico-o>

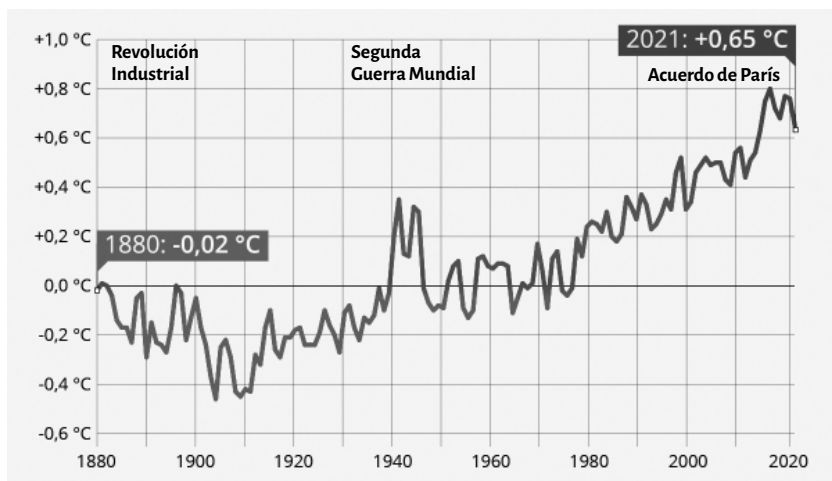


Figura 3. Anomalía de la temperatura superficial global de los océanos respecto de la media del siglo xx.

Fuente: Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI) de la NOA (2022).

En un comunicado de 2014, la Organización Meteorológica Mundial preveía uno de los años más calurosos de los registrados en la historia mundial debido a las altas temperaturas constantes sobre la superficie del mar. En el mes de julio la ola de calor sobre territorio japonés dejó 48 muertos y más de 30.000 personas atendidas de urgencia. Algo similar ocurrió en el verano europeo de 2022. Según la Organización Mundial de la Salud, se trató de una de las temperaturas más altas registradas y de la sequía más importante desde la Edad Media con un saldo aproximado de 15.000 muertos.

Al revisar la historia de las crisis sanitarias desde el siglo xix hasta nuestros días, se detectan ciertos hitos como la gripe española durante la Primera Guerra Mundial, y una cantidad de casos importantes concentrados en un período muy corto en los últimos veinte años (Figura 4): los virus del SARS (síndrome respiratorio agudo) en 2003; la gripe porcina (síndrome respiratorio de origen porcino) en 2009; el MERS (síndrome respiratorio Oriente Medio) en 2012; el ébola, un virus de fuerte impacto repentino en 2014; y recientemente, el COVID-19 (síndrome respiratorio agudo grave).

El impacto que recibe la Tierra expresado en el cambio climático también tiene correlato en la aparición sistemática de virus con alta capaci-

dad de daño en distintos puntos del planeta, ya que los sistemas de protección han sido vulnerados y es responsabilidad de la especie humana buscar la forma de revertir esta situación.

Cantidad de muertes desde los inicios del siglo XIX

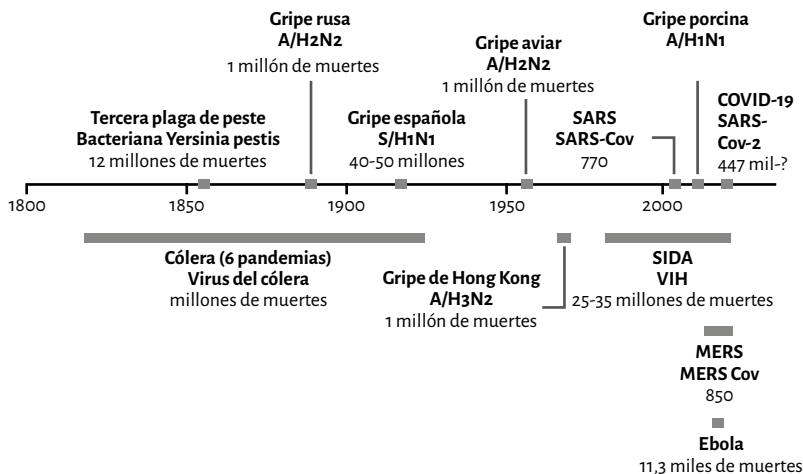


Figura 4. Cantidad de muertes por crisis sanitarias desde los inicios del siglo XIX.

Fuente: Visual Capitalist (2020).

La pandemia

La pandemia por COVID-19 es uno de los hechos disruptivos más importantes de la historia de la humanidad, y me atrevo a decir que da inicio al siglo XXI. Por primera vez una amenaza letal e invisible logró que todo se detuviera: 7500 millones de personas necesitaron encerrarse en sus casas por un tiempo muy prolongado para cuidar su vida, se detuvieron las principales economías, fotos nunca imaginadas dieron la vuelta al mundo, hubo centros de salud desbordados, ciudades sin gente, distintas especies de aves y animales habitando espacios públicos, avenidas y calles. Fuimos testigos de cielos y cursos de agua más limpios a pocos días de iniciados los confinamientos.

Paralelamente a la primera prevención, el eslogan “quédate en casa” fue inviable para un importante número de la población, sobre todo en los barrios populares en condiciones de hacinamiento con infraestruc-

turas precarias en el Área Metropolitana de Buenos Aires, territorio ideal para la transmisión del virus. La tecnología cumplió un rol fundamental para el desarrollo en tiempo récord de la vacuna en varios países de manera simultánea, y lo mismo ocurrió con el trabajo y la posibilidad de estudiar a distancia. En esta instancia, distintos pensadores reflexionaron sobre lo que estábamos viviendo y produjeron un decálogo de lecciones aprendidas para el desarrollo de las ciudades, que compartimos a continuación, y pronto serán necesarias para los nuevos procesos de planificación.

La ciudad con cuidado sobre el ambiente

Las políticas ambientales deben pensarse como un eje transversal a los demás lineamientos de la planificación urbana. Es decir, no solo atendiendo a la preservación y el cuidado de los recursos sino también en sus múltiples implicancias, su valorización como patrimonio paisajístico y la generación de capacidades de resiliencia y anticipación frente a los desastres naturales, disminuyendo el impacto sobre el sistema productivo y las consecuentes pérdidas materiales y humanas. Desde el punto de vista social, esto representa una oportunidad para fortalecer las capacidades de autoorganización comunitaria.

La ciudad policéntrica

La idea de una ciudad policéntrica parte de pensar el territorio para dar soluciones a los principales problemas del mundo actual: el cuidado del ambiente, la inclusión social y el desarrollo productivo. Si la ciudad industrial basaba su lógica espacial en la separación de las zonas de producción y residencia, la gestión de la ciudad post pandemia debe promover la mixtura de usos, la diversificación productiva, la integración social y la generación de capacidades de resiliencia.

Esta novedosa forma de pensar las ciudades, dotándolas de nuevas centralidades y fortaleciendo las existentes, genera comunidades más sustentables e integradas. A su vez, desanima los problemas derivados de las grandes aglomeraciones: la congestión vial, la saturación del sistema de transporte de pasajeros, el uso masivo del automóvil, la contaminación del aire y sonora, etcétera. Estos problemas no solo merman la calidad de vida de las personas, sino que también afectan al sistema



productivo, generando las llamadas deseconomías de aglomeración producto del aumento de los costos logísticos. Por ello, el objetivo de una ciudad policéntrica debe ser transformar el espacio urbano para poder satisfacer las necesidades humanas básicas, mejorando la calidad de vida y, a la vez, impulsando el desarrollo productivo local.

Algunas ciudades han logrado implementar con éxito este tipo de políticas. Un concepto desarrollado por el matemático Carlos Moreno y en proceso de implementación por la Alcaldesa de París Anne Hidalgo, ha impulsado la ciudad de “15 minutos”. Según este modelo, la mayoría de las necesidades de los habitantes, desde el trabajo hasta las compras, ocio y residencia se deben resolver en un área de influencia de 15 minutos de distancia a pie o en bicicleta.

La ciudad de las calles seguras

El aumento de circulación peatonal y el uso de medios no motorizados, la revalorización de los espacios públicos como lugares de encuentro y de ocio, la recuperación patrimonial de los centros y lugares históricos, generan nuevas formas de habitar y vivir la ciudad. Estas tendencias ya esbozadas durante las últimas décadas, se han profundizado a partir del impacto del COVID-19 y las medidas de distanciamiento, trastocando la valoración y el uso del espacio urbano. Por ello, las ciudades deberán dedicar sus mayores esfuerzos al mejoramiento de los espacios públicos, centrando la atención en las personas en detrimento de los automóviles. Los desafíos son múltiples, tanto en la generación de infraestructura y en el cambio de las normas de convivencia, como en la gestión coordinada de la seguridad vial y ciudadana. En definitiva, los gobiernos locales han tenido en la pandemia la oportunidad de mirar hacia el futuro, de planificar e intervenir sobre una ciudad donde se pueda vivir, trabajar y disfrutar sin la contaminación del tráfico.

La ciudad de la salud descentralizada

A partir del Estado de Bienestar, la administración del sistema de salud en las grandes ciudades estuvo basada en la construcción de hospitales centralizados que atendían múltiples demandas, de diferente nivel de complejidad. Si bien fue una política eficaz en cuanto a brindar servicios de salud a una población que crecía al calor de la industrialización y las

migraciones, este sistema ha evidenciado signos de agotamiento.

La saturación de los turnos para atender la demanda de las prácticas programadas, así como la demora en la atención de urgencias han llevado a pensar una nueva forma de gestionar la salud pública. Se trata de generar servicios intermedios entre los cuidados básicos ofrecidos en los dispensarios y la complejidad o emergencias que pueden ser atendidas en los grandes hospitales. Esta política no solo descongestiona el sistema de salud, sino que resulta un servicio que acerca la salud a la población. La consigna es que ofrecer servicios de cercanía en esta área implica también trabajar para incluir, para construir ciudadanía, es decir, construir y defender la conciencia del derecho a la salud.

La ciudad para la tercera edad

El envejecimiento poblacional es una de las características demográficas de las sociedades más avanzadas y generalmente se considera un indicador en términos de bienestar. A pesar de ello, muchas ciudades no están preparadas ni diseñadas para recibir el impacto del aumento en la esperanza de vida, por lo que resulta necesario planificar una ciudad del futuro que pueda incluir a los actuales y futuros adultos mayores. La ciudad debe incluir esta población creciente contemplando sus múltiples necesidades, familiares, educativas, económicas, relacionales y socio-sanitarias. La dimensión socio-sanitaria es de vital importancia para llevar una vida activa en la tercera y cuarta edad, entendiendo por ello no solo las necesidades de atención médica, sino también de integración social y comunitaria.

La ciudad de la educación

La escuela primaria y la escuela secundaria cumplen un rol fundamental en la generación de oportunidades para el futuro, promoviendo una formación equitativa en un territorio signado por la desigualdad social. Las escuelas no deben ser igualitarias, pero deben formar estudiantes que se sientan parte de una ciudad inclusiva, tolerante y democrática. Una buena escuela se construye no solo desde el punto de vista formativo o académico, sino también desde la generación de conocimientos en base a las propias experiencias y anhelos de los estudiantes como ciudadanos libres y soberanos. Por ello, la educación debe pensarse y articularse con



las demás políticas inclusivas, formando parte de la solución para superar la fractura socio-territorial.

La ciudad con acceso a la vivienda

La vivienda como medio de protección social y núcleo habitacional ha demostrado, en estas épocas de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio, ser la mejor herramienta para prevenir cualquier tipo de enfermedad de rápido contagio. Es por ello que resulta indispensable repensar las viviendas que habitamos y cómo estas se adecuan a nuevas problemáticas. Además, resulta indispensable repensar el derecho a la vivienda que brinda la ciudad, y considerar a quienes no pueden acceder a dicho derecho, ya que no se trata únicamente del derecho a un techo sino del derecho a la vacuna más esencial de todas.

La ciudad de la densidad saludable

Otro de los principales problemas de las ciudades contemporáneas es la heterogeneidad espacial. Mientras algunas áreas urbanas están hipervalorizadas y densamente construidas, otras se encuentran desvalorizadas y débilmente ocupadas. Esta tensión entre áreas centrales y periféricas genera diferentes tipos de problemas en la provisión de servicios e infraestructura urbana. En las primeras, se producen cuellos de botella y congestión para satisfacer a una densidad elevada y, por el contrario, en las segundas la dificultad proviene de brindar cobertura a un espacio extendido.

Las áreas centrales colapsan si el 50% de los lotes colman la capacidad constructiva. En un marco contextual, en el que las ciudades del mundo a partir de las reflexiones de diversos expertos devuelven el espacio cedido a los automóviles al peatón, se plantea construir a partir de una densidad saludable, donde la escala humana sea el valor de las centralidades, evitando situaciones insalubres para nuestras ciudades y nuestros ciudadanos.

La ciudad con trazabilidad de procesos en la producción de alimentos

La producción de alimentos saludables es un tema que está en debate en el mundo, particularmente luego de la crisis sufrida por el impacto

del COVID-19. Numerosos ejemplos en Europa y en América Latina dan cuenta del involucramiento de los gobiernos locales en esta área a través del desarrollo de parques agrarios o cinturones verdes agroecológicos. La ciudad debe considerar estas alternativas innovadoras en la producción de alimentos, contribuyendo con la certificación y trazabilidad en los procesos productivos y, por lo tanto, brindando confianza a los ciudadanos sobre su origen y salubridad. Producir alimentos de manera sustentable y cercana, genera más opciones de consumo de productos económicos, frescos, saludables y seguros para la población urbana.

La ciudad con diversidad productiva

Otro punto es la producción con respuesta a la demanda local y responsable con el uso de recursos. La nueva ciudad del siglo XXI debe replantearse con diversidad de consumo y producción de manera responsable, de acuerdo con los objetivos planteados por la ONU para obtener un desarrollo sostenible. La diversificación productiva implica también romper los compartimientos estancos de la especialización productiva que, a su vez, generó enclaves territoriales productivos y residenciales durante el proceso de industrialización sustitutiva. La ciudad policéntrica, de cercanía, con mixtura social y de usos solo puede funcionar si localmente se generan oportunidades productivas incentivando los recursos de las propias comunidades.

La diversidad productiva implica también potenciar la sustentabilidad económica del municipio, desacoplándose de los vaivenes y ciclos económicos que pueden afectar a algún producto o servicio en particular. Asimismo, implica fortalecer el nivel general de la actividad económica, reforzando los ingresos fiscales y dotando a la ciudad de mayor independencia administrativa.

La aplicación de las lecciones aprendidas: los procesos urbanos en el Municipio de Tigre

A poco de iniciada la pandemia fui convocado para formar parte del equipo de planificación urbana del Municipio de Tigre (Provincia de Buenos Aires): una ciudad cuya conformación es el resultado de la superposición de las distintas formas de expansión suburbana, en la que desde la colonización hasta el momento hay huellas contundentes de



los distintos períodos históricos. El Municipio de Tigre se extiende sobre una geografía natural regida por la existencia del agua. Su principal curso, el río Luján, divide en su recorrido de 15,3 km el territorio insular del continental, ambos de superficie similar, acompañados de una frondosa red fluvial interior.

Se trata de un municipio complejo, en cuyo sector continental se implantó la cuadrícula española y se constituyeron los primeros barrios y asentamientos en torno a caminos reales primero, luego ligados a las estaciones del ferrocarril y posteriormente a los ramales de la autopista Panamericana. Esto posibilitó una rápida ocupación del territorio en la década de 1950, con industrias importantes y un variado tejido residencial. A su vez, el territorio insular llevó un proceso continuo al mismo tiempo que el continental sostenido por la red de canales con un transporte público fluvial que caracterizó al municipio.

En la década de 1990 se inició un nuevo patrón de urbanización a partir del ensanche de la autopista con el sistema de peaje. Este nuevo patrón avanzó ocupando centralmente los espacios intersticiales vacantes, en su mayoría con actividades características del periurbano, como quintas o tosqueras entre zonas bajas o humedales. El momento se caracterizó por dar respuesta a una demanda impulsada por el marketing inmobiliario de la época con las consignas de la oportunidad de vivir a pocos minutos del centro en un sitio rodeado de naturaleza, amenities y seguridad privada. Este modelo impulsó todo tipo de urbanizaciones, desde barrios pequeños de una o dos hectáreas hasta mega urbanizaciones residenciales con superficies superiores a las 16.000 hectáreas, todas cerradas perimetralmente con accesos restringidos (Figura 5).



- Barrios cerrados
- Barrios populares

Figura 5. Mapa que muestra los barrios cerrados y los populares.

Fuente: Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre/ReNaBaP (2020).

El modelo tiene como resultante un enorme consumo de suelo de muy baja densidad de ocupación, distribuido en 130 barrios privados utilizando el 32% del territorio continental, donde habitan en la actualidad aproximadamente 100.000 personas. Paralelamente, en el mismo período se consolida un importante crecimiento de barrios populares,

que según el ReNaBaP⁴ suman 45, ocupan el 1,7% del territorio y son habitados por 50.000 personas en condiciones de precariedad, muchos en el borde de los ríos Luján y Reconquista o de los arroyos Las tunas, Claro y Villanueva, por citar algunos lugares bajos y con poca infraestructura. Se trata de ríos y arroyos que a lo largo de la historia ocuparon el lugar de servicio, recolectando desagües y basura y perdiendo así sus potencialidades en gran parte del recorrido, en algunos casos con soluciones ingenieriles, entubamientos y rectificación de los cauces, medidas para ocultar el foco contaminante de las áreas residenciales con las que se convive.

En el plano que se presenta en la Figura 6 se reconocen las trazas de ríos y arroyos de las riberas continentales. Los de acceso privado alcanzan el 65% de la totalidad, el 35% restante tiene acceso público y solo el 6% del total se encuentra en buen estado de conservación.

Una situación similar ocurre cuando analizamos el estado del arbolado público: el 14% está en buen estado, el 42% es regular y el 44% es malo.⁵

Esta ciudad, cuya sociedad logró construir una marca para la residencia

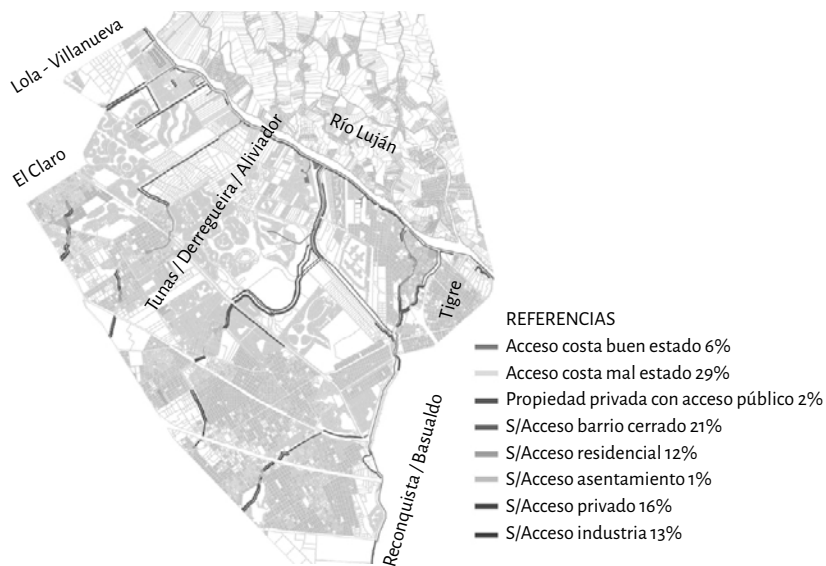


Figura 6. Trazas de río y arroyos y su situación, buen estado o mal estado y acceso público.

Fuente: Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre (2020).

⁴ El Registro Nacional de Barrios Populares reúne información sobre las villas y los asentamientos de Argentina.

⁵ Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre.

en el 32% de su territorio, orientado a barrios con altos estándares de calidad para ciertos sectores acomodados de Argentina, no visualizó que en este proceso un sector importante quedaba marginado a un magro porcentaje del territorio y que eso constituiría un problema a futuro. En época de pandemia, los barrios populares, como San Jorge, Las Tunas o Almirante Brown—conocido como Villa Garrote—, fueron las áreas más afectadas y donde hizo falta más esfuerzo del Estado. Durante largos períodos estos barrios fueron víctimas de políticas públicas desiguales respecto de otros que claramente no alcanzaron para consolidar un modelo sostenible.

Es necesario cambiar el paradigma industrialista funcional impulsado por los urbanistas modernos con la Carta de Atenas por el de la ciudad de cercanía de poco desplazamiento con movilidad alternativa y sin dependencia de grandes flujos vehiculares desplazándose por autopistas. Tenemos que concebir un nuevo modelo territorial, conscientes del impacto de las ciudades en el ambiente, imaginando dos momentos: el de la remediación de los sistemas naturales mal intervenidos, los espacios pendientes de infraestructura y el *stock* construido de viviendas de sectores populares, y el de la readaptación del funcionamiento de la ciudad con una mirada centrada en el cambio climático y sus impactos.

A los procesos de planificación tradicional debemos sumarles todo lo referido a los planos azul, verde y rojo, como se puede ver en la Figura 7. El azul se relaciona con el plan de manejo del agua, el saneamiento y la reconversión de cursos del sistema hídrico, los bordes costeros y las aguas de lluvia desde la optimización en viviendas y calles de la ciudad. El plano verde se relaciona con el arbolado público en general, herramienta clave para mitigar los impactos de las ciudades ante el cambio climático y contiene también los espacios públicos, las plazas, los parques, bulevares y bordes costeros. A su vez, es el que está vinculado con la movilidad en todas sus dimensiones y el que integra al territorio en su espacio más igualitario, el espacio público. Por otro lado, está el plano rojo, que es el de los centros y subcentros, el modelo de ciudad descentralizada con varios nodos urbanos de cercanías para la administración, el comercio, el trabajo y la residencia.



Modelo deseado

Plan: Un Pacto con la Gente. Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre.



Figura 7. Modelo deseado del municipio, donde se identifica lo que tiene que ver con los nodos, el arbolado público, las áreas verdes y el plan de manejo del agua.

Fuente: Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre (2020).

En las figuras 8a y 8b se muestra la situación actual del espacio público del Municipio de Tigre y lo proyectado con un nuevo modelo territorial.



Figura 8a. Situación actual.



Figura 8b. Proyecto.

Fuente: Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre (2020).

Como se mencionó anteriormente, se trata de cambiar el paradigma de la ciudad funcional por una ciudad de cercanía con nuevos modos de comunicarnos, de imaginar una ciudad con ciudadanos conscientes, con inquietudes colectivas e intenciones de remediar o mitigar, a fin de no seguir repitiendo un modelo insostenible.

Somos la generación que vivió el esplendor del paradigma de la cultura del progreso occidental, desde el Estado de bienestar a la globalización, que hoy transita el desarrollo como una amenaza. Somos la generación que se formó con el clima como dato y lo vio convertirse en problema, la que tiene la obligación de contribuir a instalar una nueva ética, la ética del cuidado ambiental en cada una de las tareas que nos toca desempeñarnos.

Referencias

- Banco Mundial (6 de octubre de 2022). Desarrollo urbano. Panorama General. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#:~:text=Dado%2oque%2om%C3%A1s%2odel%2080,la%2oproductividad%2oy%2ola%20innovaci%C3%B3n>
- Carrión, F. y Eraso, J. (2017). *El derecho a la ciudad en América Latina*.
- Chel, J. (2006). *La humanización del espacio urbano*. Barcelona: Reverté.
- Infobae (2019). “La Plata enfrentó su lluvia más grande desde la inundación de 2013”. <https://www.infobae.com/sociedad/2019/10/13/la-plata-enfrento-su-lluvia-mas-grande-desde-la-inundacion-de-2013/>
- Moreno, C. (2022). *La revolución de la proximidad, de la “ciudad al mundo” a la “ciudad de los 15 minutos”*. Alianza.
- Observatorio Metropolitano (2017). El AMBA, pieza clave para el desarrollo de Argentina. Noticias-6/marzo/2017. <https://observatorioamba.org/noticias-y-agenda/noticia/el-amba-pieza-clave-para-el-desarrollo-de-argentina>
- Rueda, S. (1995). *Ecología urbana: Barcelona i la seva Regió Metropolitana com a referents*. Beta.
- Seijo, A. (2009). “Dengue 2009: Cronología de una epidemia”. En *Archivos Argentinos de Pediatría*, n° 107, vol. 5, pp. 387-391.
- Subsecretaría de Planificación y Desarrollo de Espacio Territorial del Municipio de Tigre. ReNaBaP (2020).
- UNICEF (2012). Niñas y niños en un Mundo Urbano. www.unicef.org
- Visual Capitalist (2020). Visualizing the History of Pandemics. <https://www.visualcapitalist.com/history-of-pandemics-deadliest/>

Ciudades sustentables y resilientes.

Fundación Avina

Por **Florencia Rojas**¹

Fundación Avina es una organización del Sur Global que promueve el desarrollo sustentable a través del impacto colaborativo. Trabaja en tres grandes ejes vinculados con el desarrollo sustentable: innovación democrática, economía justa y regenerativa y acción climática. Además, tiene una diversidad de programas desde los cuales busca generar cambios sistémicos sobre estos tres ejes. Algunos de los programas son: Ciudades Sustentables, Migraciones, Biomas, Acceso al agua, Acción climática y Reciclaje, entre otros.

Desde el programa Ciudades Sustentables se busca que las ciudades del Sur Global puedan desarrollar modelos integrados de sostenibilidad y resiliencia que favorezcan la equidad social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico. La estrategia que se implementa a nivel regional presenta tres grandes líneas de acción. La primera está vinculada con los procesos colaborativos y la generación de alianzas multisectoriales con los gobiernos locales de la ciudad donde se proponen los proyectos y con el sector privado, la academia, la sociedad civil y la comunidad. La segunda línea es la incidencia de políticas públicas a través del impacto co-

¹ Magíster en manejo de recursos naturales y ambiente (IMRE). Especializada en gestión ambiental para países en desarrollo y economías emergentes (UNEP, UNESCO, BMUB, Center for International Post-graduate Studies of Environmental Management de la Universidad Técnica de Dresden). Licenciada en Higiene y Seguridad del Trabajo y licenciada en Ciencias Ambientales (USAL). Coordinadora programática de Ciudades Sostenibles en Fundación Avina.

laborativo. Y la tercera es la generación de capacidades y el fortalecimiento de emprendimientos, MIPyME, organizaciones comunitarias locales y/o grupos vulnerables que habitan los entornos urbanos e impactan cadenas de valor que atraviesan las ciudades. El fortalecimiento de estos grupos está enfocado en el desarrollo de los nuevos modelos de negocio basados en economía circular, uso eficiente de recursos y economía colaborativa, así como en la recuperación y uso del espacio público local.

Avina se propone acompañar acciones que estén alineadas con el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS) 11, en el que se plantea transformar a las ciudades en nuevos modelos de ciudades sustentables, resilientes, seguras e inclusivas.

Hay una gran diversidad de autores que definen las ciudades sustentables y resilientes. Según el ex Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina:² “una ciudad resiliente a los impactos adversos del cambio climático identifica y reduce las vulnerabilidades de su población e incrementa la capacidad adaptativa, así como gestiona los riesgos de desastre. Una ciudad que reduce el impacto ambiental de sus actividades promueve modalidades de consumo y producción sostenibles y acordes con sus propias condiciones territoriales, geográficas, sociales, económicas y culturales”. La ciudad resiliente es entendida como “aquella en la que los individuos, comunidades y organizaciones que las habitan puedan adaptarse a impactos agudos o situaciones de estrés crónico”.³

Cuando se habla de ciudades resilientes, desde la perspectiva de Avina, se busca trascender la resiliencia climática. Si bien es fundamental que el desarrollo de una ciudad se dé en un marco de adaptación climática, en el que la planificación urbana sea realizada de forma tal que se disminuyan riesgos y vulnerabilidades generados por los potenciales impactos del cambio climático, es necesario también que las acciones de resiliencia urbana se implementen bajo una mirada integral de los impactos sociales, ambientales y/o económicos. Por esto, se entiende como resiliencia urbana a la capacidad que tiene la ciudadanía de sobrevivir, adaptarse y crecer frente a cualquier tipo de estrés agudo (como los accidentes ambientales que provocan contaminación, las crisis sanitarias como la pandemia o las

² Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/ciudades-sostenibles>

³ Las ciudades resilientes son definición de Resilient Cities Network: <https://resilientcitiesnetwork.org/urban-resilience/>

crisis económicas globales), y de adaptarse a cualquier situación crónica que lo atravesase (como las altas tasas de desempleo, la criminalidad o cualquier impacto ambiental).

Desde Avina se propone una visión unificadora en el funcionamiento sistémico de una ciudad a partir del concepto de metabolismo urbano. Este concepto es entendido como una metáfora que implica trasladar el funcionamiento de una ciudad al de cualquier tipo de célula u organismo vivo. El funcionamiento metabólico de una ciudad es definido como la “suma de los procesos técnicos y socioeconómicos que se dan en las ciudades, resultando en desarrollo/crecimiento, producción de energía y eliminación de desechos” (Kennedy, 2007, como se citó en Sanches *et al.*, 2020). Los recursos que entran, se transforman o metabolizan por el propio funcionamiento de la ciudad y salen de ella, pueden ser utilizados de una manera eficiente, en ciclos circulares y cerrados para un uso sustentable de los mismos, aportando así a la resiliencia de los impactos que pudieran generarse.

Actualmente, el metabolismo de las ciudades en general es lineal. Hay recursos que entran a la ciudad, se utilizan, se consumen, se metabolizan, se transforman y después se generan emisiones, desechos y/o residuos. Lo que se busca a través de esta visión, poniendo al funcionamiento metabólico de la ciudad en el centro, es acompañar procesos territoriales vinculados al desarrollo económico local en ciclos cerrados de producción y consumo para garantizar su eficiencia, sustentabilidad y capacidad de adaptación. De esta forma se podrán prevenir y mitigar impactos ambientales, climáticos, económicos y/o sociales. En la Figura 1 se observa el funcionamiento lineal de un entorno urbano: cómo entra la energía, el alimento, el agua, los bienes, los servicios, se producen y consumen recursos dentro de la ciudad y salen en forma de emisión o desechos.





Figura 1. Funcionamiento lineal de un entorno urbano.

Fuente: traducida de <http://retorna.cl/wp/2018/11/28/las-ciudades-adaptarse-o-morir-metabolismo-urbano-circular/>

Es fundamental trabajar sobre la transformación de un metabolismo lineal a un metabolismo urbano circular con el fin de evitar pérdidas, emisiones y desechos, garantizar la disponibilidad de recursos, modificar patrones de producción y consumo que no son sustentables y mitigar impactos. Esta transformación se puede hacer a nivel ciudad, barrio o por sectores productivos o cadenas de valor. El objetivo es cambiar el paradigma, modificar las reglas de planificación y uso del suelo, producción y consumo que se da en las ciudades. Planificar modelos compactos de ciudades, utilizar eficientemente los recursos naturales, los tecnológicos y los construidos que hay dentro de la ciudad y, por supuesto, vincular esto con el desarrollo de políticas públicas que acompañen los nuevos modelos de planificación y que promuevan propuestas innovadoras y nuevos modelos de negocio, esto es, nuevos modelos de producción y consumo.

Un caso de estudio: Boa Vista Acolhedora

Desde fines de 2020, Avina trabaja en una alianza con la organización AVSI⁴ Brasil y la organización EARA⁵ del mismo país, financiada por la Unión Europea, en un proyecto en la ciudad de Boa Vista del Estado de

⁴ AVSI Brasil es una organización sin fines de lucro creada en 2007 que tiene como misión transformar a las personas en protagonistas de su propio desarrollo, el de su familia y sus comunidades, por medio de proyectos sociales en distintas áreas (<http://www.avsibrasil.org.br/>).

⁵ La Escuela agrícola Rena de los Apóstoles es una organización del Amazonas de Brasil que ofrece formación profesional técnica en el sector agrícola, expidiendo títulos en Zootécnica y Agricultura (<https://escolaagricolamanaus.org.br/es/la-escuela/>).

Roraima. Este proyecto tiene como objetivo principal construir una red de economía circular y agroecología implementando un cambio sistémico en el funcionamiento metabólico circular de dicha cadena, para aportar a la resiliencia de la ciudad. Esta alianza cuenta, además, con el apoyo y el acompañamiento del gobierno local y 32 organizaciones de la sociedad civil, el sector público y el sector privado, entre otras. El trabajo está enfocado en la transformación de dos cadenas de valor locales: la cadena de producción agroecológica, en un trabajo articulado con mujeres agricultoras, grupos de migrantes y grupos indígenas productores de alimentos agroecológicos en el área urbana y periurbana de la ciudad; y la cadena gastronómica local.

En principio, se realizó una identificación de la cadena lineal, tanto agroecológica como gastronómica, y lo que se propone es su transformación en cadenas circulares, trabajando sobre todos los eslabones, con los grupos y actores principales, buscando el fortalecimiento de sus modelos de negocio y el desarrollo productivo de sus actividades. En la Figura 2 se observa la vinculación en ciclo cerrado de la cadena de valor agroecológica y gastronómica, que incluye los principales actores y recursos que se utilizarán en cada eslabón.

El desafío está en que las organizaciones que pertenecen a cada uno de los eslabones identificados trabajen de manera articulada y en alianzas, para fortalecer el ciclo cerrado y evitar pérdidas de materiales, energía y recursos. A partir de la transformación propuesta, valorizando a productores locales de alimentos, creando cadenas de valor corta y fortaleciendo las capacidades de producción para generar escala, se espera lograr los siguientes impactos positivos sobre la ciudad y sus habitantes:

Impacto ambiental

- Disminución del uso de contaminantes como resultado de alejarse de los procesos tradicionales de producción agrícola y fortalecer los procesos agroecológicos.
- Reducción en la generación de residuos orgánicos mediante la creación de una planta de compostaje a nivel industrial que reciba los desechos orgánicos de cada eslabón de la cadena y de la ciudadanía general, produciendo fertilizantes y abonos naturales para ser utilizados, por ejemplo, en los mismos procesos agroecológicos.

- Gestión sustentable del agua, circularidad, recuperación y recolección de agua de lluvia para procesos productivos.

Impacto social

- Inclusión social y laboral de migrantes, comunidades indígenas, mujeres campesinas y otros grupos vulnerables al generarse nuevas oportunidades de empleo con la elaboración de nuevos productos a lo largo de la cadena circular.

Impacto económico

- Nuevos modelos y oportunidades de negocio.
- Nuevos empleos verdes en la planta de compostaje.
- Oportunidades de comercialización y nuevas oportunidades económicas para trabajadores del sector agroecológico y gastronómico.

Impacto climático

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la promoción de instalación de huertas urbanas y periurbanas y recuperación de espacios verdes productivos.
- Mitigación de gases de efecto invernadero mediante la gestión correcta de residuos orgánicos, la producción de compostaje y la minimización de desechos en relleno sanitario.

Estos son algunos beneficios e impactos positivos buscados con la implementación de un proyecto que está dando sus primeros pasos. El objetivo está planteado para 2024, y se espera contar con mediciones e indicadores que den cuenta del cambio sistémico logrado. El proyecto en Boa Vista, en particular, se acompaña de acciones vinculadas con el acceso al agua para garantizar su abastecimiento. Debido a que hay muchos problemas locales de acceso al recurso hídrico para consumo y usos en los hogares de Boa Vista, se está trabajando en dos líneas de acción: por un lado, en la recuperación de agua de lluvias para reutilización y consumo y, por el otro, en la gestión de agua en las producciones agroecológicas, de modo que se está buscando, a través de tecnologías sociales y del trabajo articulado con la comunidad, recuperar el agua y volverla apta para el consumo y la producción agroecológica.

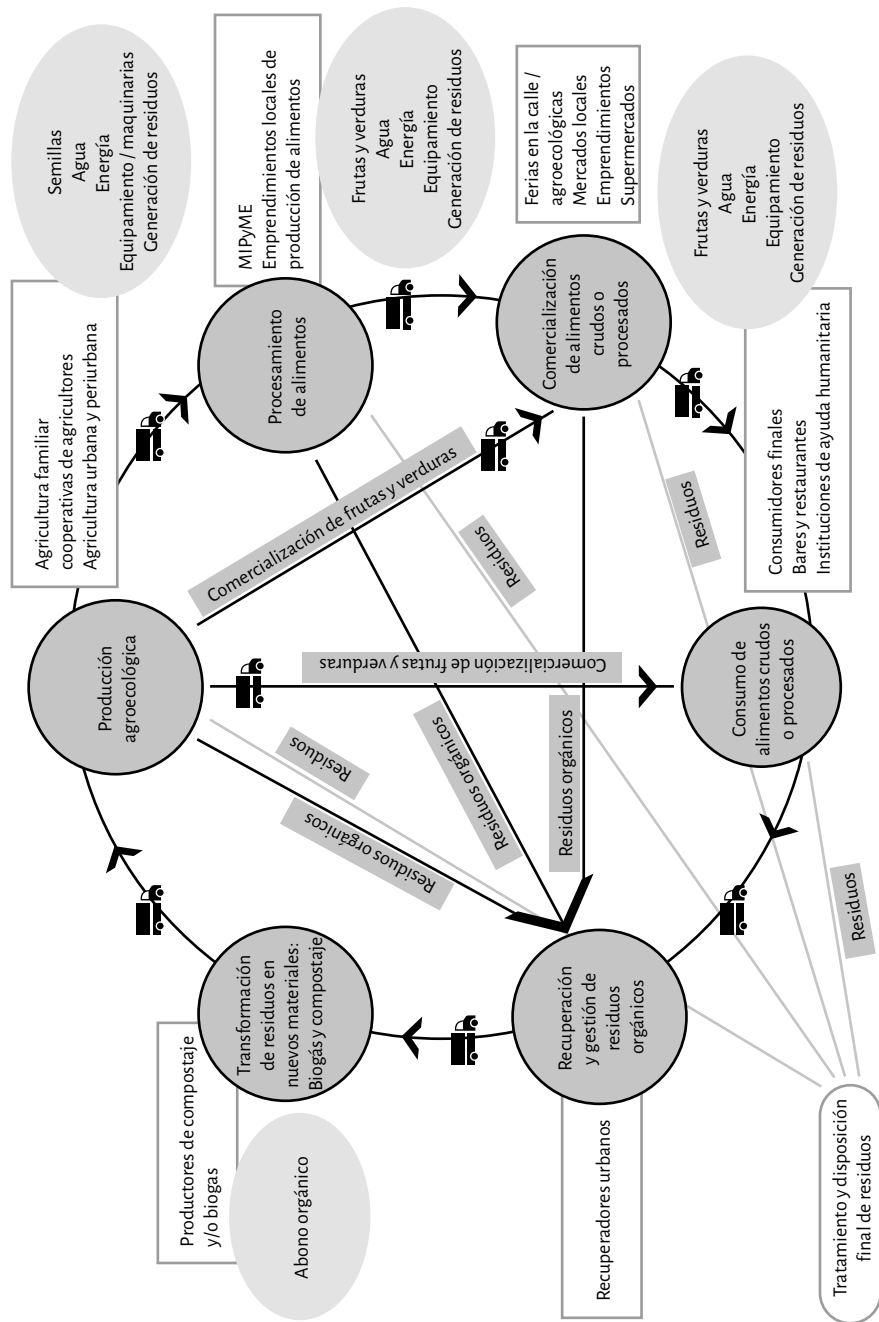


Figura 2. Modelo de cadena de valor agroecológica y gastronómica.

Reflexión final

La transformación de las ciudades hacia un modelo resiliente y sustentable no es un camino simple, debido a la escala y a la complejidad del funcionamiento sistémico que se da en un entorno urbano. Sin embargo, hay aproximaciones que se pueden realizar para esta transformación y aquí se presenta un caso concreto en el cual, a través de una cadena de valor específica, se impulsan acciones que construyan nuevos modelos de negocio basados en la economía circular y en la resiliencia y la sostenibilidad económica, social y ambiental para la ciudadanía. En este sentido, algunos de los conceptos que trae la teoría pueden ser aplicados en la práctica, generando cambios sistémicos que deben indefectiblemente realizarse a través de procesos colaborativos multiactorales y de la implementación de nuevas políticas públicas que promuevan un funcionamiento metabólico circular en las ciudades de Latinoamérica, contribuyendo al desarrollo local, la prevención y la mitigación de impactos ambientales y a combatir el cambio climático, con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas.

Referencias

- Delgado Ramos, G. C. (2020). "El peso de las ciudades mexicanas en un contexto de cambio climático: consumo de energía y materiales del Sistema Urbano Nacional". *Pluralidad y Consenso*, n° 46, pp. 48-59.
- IPCC (2018). Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. En Masson-Delmotte, V. P.; Zhai, H. O.; et al. (eds.). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*.
- International Resource Panel (2018). *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. International Resource Panel y United Nations Environment Programme. <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- International Resource Panel (2020). *Resource efficiency and climate change. Material efficiency strategies for a low-carbon future*. United Nations

Environment Programme. <https://www.resourcepanel.org/file/1966/download?token=dNgPqfZE>

Sanches, T. L. y Bento, N. (2020). "Urban Metabolism: A Tool to Accelerate the Transition to a Circular Economy". En Leal Filho, W.; Marisa Azul, A.; et al. (eds.). *Sustainable Cities and Communities. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer: Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-95717-3_117

Seto, K.; Dhakal, S.; et al. (2014). "Human Settlements, Infrastructure, and Spatial Planning". En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press.

Watts, N.; Amann, M.; et al. (2020). "The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises". *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)

Sitios web

<https://blog.oxfamintermon.org/cuales-son-las-caracteristicas-de-una-ciudad-sostenible/>

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/ciudades-sostenibles>

<https://resilientcitiesnetwork.org/urban-resilience/>

<https://www.avina.net/>

<http://www.avsibrasil.org.br/>

<https://escolaagricolamanaus.org.br/es/la-escuela/>

El impacto del cambio climático en las ciudades. Las soluciones basadas en la naturaleza

Por Patricia Himschoot¹

De acuerdo con el Banco Mundial (2022), alrededor del 56% de la población vive en ciudades y se espera que para el 2050 aumente a más del doble, lo que significa que 7 de cada 10 personas habitarán ciudades. Esta población urbana, parte de la cual vive en barrios vulnerables, queda expuesta a los severos impactos del calentamiento global, principalmente los relacionados con temperaturas extremas, olas de calor, inundaciones,

¹ Doctora en Ciencias Biológicas (UBA), especializada en Ecología Matemática (Cornell University, USA). Especialista en cambio climático, sistemas de información ambiental y gestión de cuencas transfronterizas. Consultora experta en temas ambientales para organismos internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Banco Mundial y la Agencia de Cooperación Española, entre otros. Coordinadora del Sistema de Información Ambiental Nacional (SIAN) de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina. Miembro de la unidad ejecutora del Proyecto Binacional GEF "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo" FREPLATA 1 (Argentina). Coordinadora nacional del Proyecto GEF FREPLATA 2 (Argentina). Miembro y líder de redes de trabajo interinstitucional, entre las cuales se destacan la Red de nodos provinciales del SIAN, la Red de Intercambio de Información de Gobiernos Locales del proyecto FREPLATA (Argentina) y la Red de Infraestructura Verde Urbana del Gobierno de la Ciudad. Docente de la Maestría de Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín y de varios cursos de posgrado en el CIEE Global Institute. Directora de Asuntos Científicos de la Fundación R21. Gerente de Cambio Climático del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (Argentina).

sequías, huracanes y tornados que afectan tanto a la población como a la infraestructura. Muchas son las soluciones que se pueden implementar en las urbes para adaptarse a los impactos del cambio climático y transformar las ciudades en lugares resilientes. En este capítulo nos enfocaremos en las soluciones basadas en la naturaleza.

En la Ciudad de Buenos Aires, los principales impactos del cambio climático están vinculados con las inundaciones como consecuencia de las lluvias extremas y las olas de calor. Una de las principales herramientas con las que contamos para combatir ambos impactos es la infraestructura verde urbana (IVU). La IVU es una red de áreas naturales y seminaturales planificada estratégicamente, diseñada y gestionada para lograr una gran amplitud de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad en entornos rurales y urbanos (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, s.f.).

Muchos son los beneficios que produce la IVU en una ciudad. Entre ellos destacan el hecho de aumentar la captura de carbono y producir oxígeno, regular las temperaturas, reducir la escorrentía ante lluvias extremas aprovechando las capacidades de retención y de absorción de la vegetación y del suelo, mejorar la calidad del aire, mitigar el efecto de la isla de calor urbana y aumentar la biodiversidad urbana, crear espacios recreativos y de conexión social. Es así que las soluciones basadas en la naturaleza que consideran la gestión de la IVU se constituyen como una estrategia conjunta de adaptación y mitigación del cambio climático.

Ciertamente, los árboles absorben más dióxido de carbono y presentan más cobeneficios que las terrazas y muros verdes. Sin embargo, estas últimas son apropiadas para ciudades que no cuentan con espacio para plantar árboles que permitan aumentar superficies absorbentes y regular la temperatura de viviendas y calles. En la Imagen 1 podemos observar una sencilla y liviana estructura que se utiliza en Dinamarca para construir terrazas verdes y aumentan la superficie de espacios verdes de la ciudad.



Imagen 1. Estructura para construir terrazas verdes en Dinamarca.

Fuente: Fotografía de Patricia Himschoot.

En relación con los muros verdes, la Imagen 2 corresponde a la ciudad de Nueva York y presenta amplios espacios verticales cubiertos de plantas que también aumentan el verde de la ciudad. En todos estos casos se debe considerar que la IVU requiere de un esfuerzo importante de mantenimiento y riego. La mala calidad o degradación de los espacios verdes produce el efecto contrario al que se espera, y se observa un aumento de la temperatura del aire respecto de áreas con buena calidad de vegetación.



Imagen 2. Paredes verdes en la ciudad de Nueva York.

Fuente: <https://www.designboom.com/architecture/green-walls-new-york-vertical-gardens-roundup-08-26-2016/>

Otra consecuencia del cambio climático es el aumento de eventos de lluvias torrenciales y de chubascos.² También en Dinamarca se implementan caminos de piedra que permiten enlentecer y dirigir los excedentes de agua, así como reservorios que acumulan dichos excedentes. A este tipo de intervenciones se las conoce como infraestructura azul, y se las aprovecha



Imagen 3. Ejemplos de caminos de piedra en Dinamarca.

Fuente: Fotografía de Patricia Himschoot.

² Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) la lluvia es un tipo de precipitación líquida que cae de manera continua durante un periodo prolongado y abarca un espacio territorial amplio. En cambio, los chubascos se caracterizan por su comienzo y final abruptos, y por la rápida y, en ocasiones, violenta variación en la intensidad de la precipitación.

para generar lugares de esparcimiento y de encuentro social, como se observa en las gradas de la imagen 3 de la izquierda.

Muchas ciudades del mundo están empezando a desentubar ríos y arroyos. Este proceso se conoce como *daylighting* (pasaje de luz del día), y consiste en dejar a cielo abierto cursos de agua que se volvieron subterráneos. Es el caso del río Cheonggyecheon, en Seúl, capital de Corea del Sur, que había sido entubado en los años setenta debido a que su cauce se había convertido en una autopista de diez carriles. Estas estrategias permiten regenerar espacios naturales, reducir la contaminación del aire y la sonora, crear espacios de esparcimiento y contacto con la naturaleza para los vecinos, y ayudar a manejar grandes volúmenes de agua ante lluvias intensas e inundaciones cada vez más frecuentes.

Otra intervención interesante para enfrentar los impactos del cambio climático es el East Side Coastal Resiliency Project (NYC, s.f.) que se lleva a cabo en la zona sur de la Ciudad de Nueva York como una iniciativa conjunta con el Gobierno Federal. Este proyecto de infraestructura urbana y resiliencia costera comenzó en 2020 y finalizará en 2026 (Imagen 4).



Imagen 4. Proyecto de Resiliencia Costera del Lado Este en Nueva York.

Fuente: <https://www.mas.org/news/complex-coastal-resiliency-project-requires-more-review-and-input/>

Considerando los efectos de las tormentas intensas y los huracanes que han afectado a la zona sur de Manhattan, así como las previsiones en cuanto al aumento del nivel del mar, se decidió llevar adelante una obra de infraestructura costera que consiste en áreas verdes y espacios deportivos, que en caso de eventos extremos funcionan como reservorios y ayudan a manejar los excedentes de agua, actuando como una barrera para que esta no llegue a las carreteras interrumpiendo el transporte.

Cómo deberían ser las ciudades en un futuro con cambio climático

Las ciudades del futuro deberían priorizar la IVU y los espacios verdes, permitiendo que la energía se genere a partir de fuentes renovables y se consuma de forma eficiente, que los autos particulares sean la excepción y que los ciudadanos se trasladen caminando, en bicicleta o en transporte público. Deberían ser ciudades con equidad ambiental, en las que el acceso a la naturaleza sea para todos los vecinos y se planifique y urbanice considerando la inclusión social. Volviendo al ejemplo de Dinamarca, allí existe una política según la cual los nuevos desarrollos en zonas requeridas y costosas de las ciudades tienen que contemplar un 30% de los departamentos a precios accesibles para personas con capacidades reducidas de pago (estudiantes, inmigrantes, entre otros).

Las ciudades están enmarcadas en una región y muchas veces rodeadas de espacios naturales que proveen servicios ecosistémicos que influyen en el metabolismo de las mismas. A modo de ejemplo podemos mencionar el Delta del Paraná, un humedal a 50 km de la Ciudad de Buenos Aires, que ayuda a regular la temperatura, evitar inundaciones, y funciona como una esponja que retiene los excedentes de agua, especialmente aquellos que inundan las costas como resultado de las sudestadas que presionan el agua del Río de la Plata contra el continente cuando el viento sopla durante varios días y se suma a los eventos de lluvias extremas.

Un fenómeno interesante es el de los incendios que ocurrieron en los últimos años en el delta, a raíz de los cuales, pese a la distancia, la ciudad sufrió la llegada del humo y vio comprometida la calidad de su aire. Estos incendios destruyen áreas verdes y reducen servicios ecosistémicos fun-

damentales para la ciudad. Es por esto que resulta tan importante contar con una ley de humedales, que nos permita disponer de inventarios de esos ecosistemas para preservar las áreas verdes que nos rodean y nos ayudan a morigerar los impactos del cambio climático.

Referencias

Banco Mundial (2022). Desarrollo urbano. Panorama general.

<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevdevelopment/overview#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20alrededor%20del,10%20personas%20vivir%20en%20ciudades>.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (s.f.). Infraestructura verde Urbana. <https://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/cambioclimatico/infraestructura-verde-urbana>

New York City (s.f.). The East Side Coastal Resilience Project.

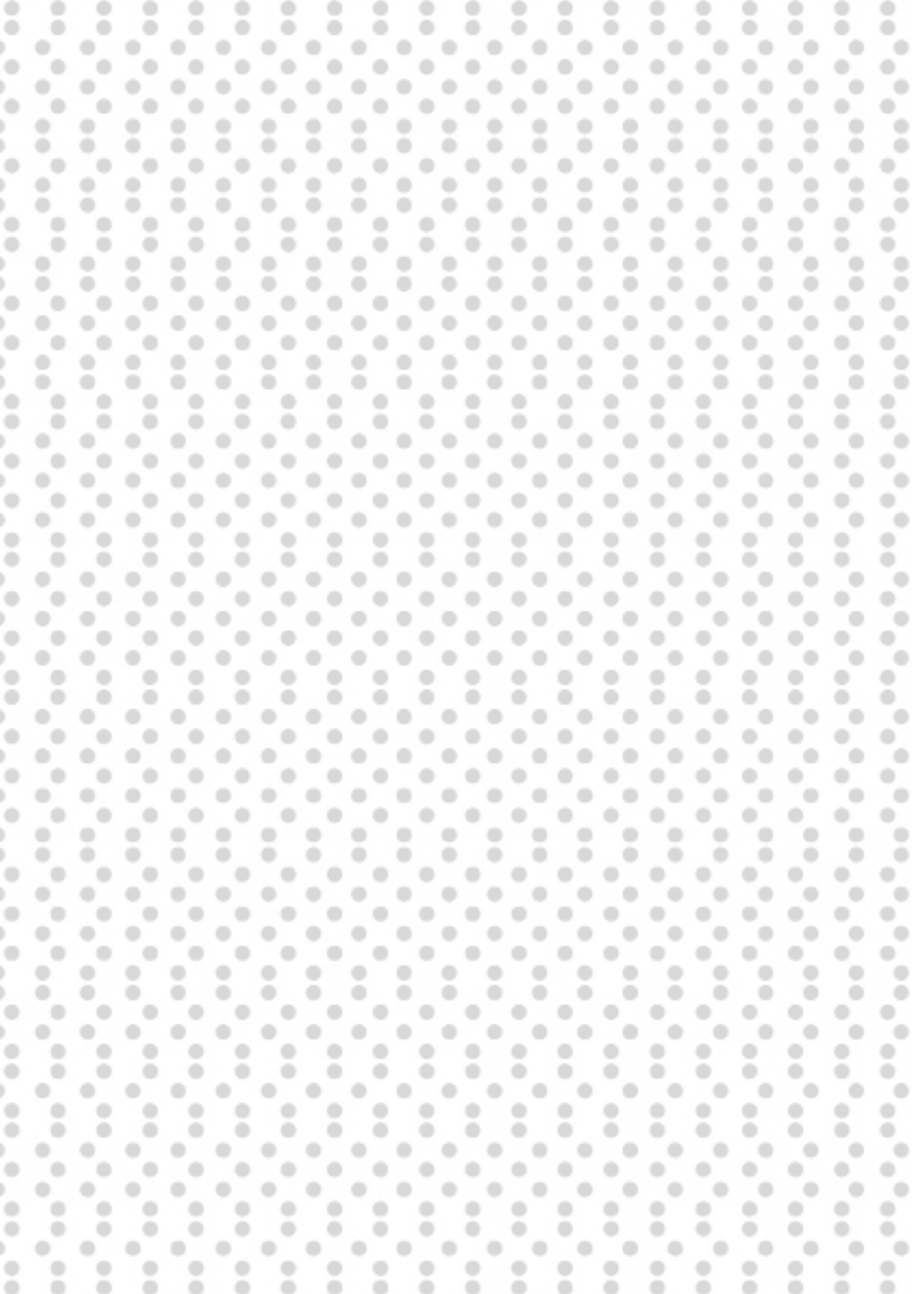
<https://www.nyc.gov/site/escr/index.page>

2

Aplicación a ciudades y al sector pesca



**José Matildo Paredes
Santiago Ochoa Posada
Micaela Giorgini**



Impacto natural y antrópico en eventos extremos de precipitaciones

El caso Comodoro Rivadavia, 2017

Por José Matildo Paredes ¹

Entre el 29 de marzo y el 8 de abril de 2017, en la región de Comodoro Rivadavia (sur de la provincia del Chubut, Argentina) se registraron precipitaciones extremas que alcanzaron los 399 mm. Este artículo se propone analizar el contexto geológico y geomorfológico y las condiciones climáticas que tuvieron lugar durante este evento de precipitaciones, el rol del cambio climático en los impactos generados así como los efectos antropogénicos, esto es, los impactos asociados directamente con el emplazamiento de la ciudad y la actividad industrial en ese escenario. Cabe aclarar que en las zonas áridas, de las que Comodoro Rivadavia es un ejemplo típico, las precipitaciones son infrecuentes, llueve intensamente pocos días al año y esto produce una serie de rasgos en la superficie

¹ Geólogo (Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco"). Doctor en Geología (Universidad de Barcelona). Profesor titular de Sedimentología (Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco"). Director interino ad honorem del Laboratorio de Sedimentología y Estratigrafía de la sede Comodoro Rivadavia y Director regular del Doctorado de Geología (Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco"). Autor de numerosas publicaciones en la Argentina y otros países.

El autor agradece el apoyo logístico de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, así como el financiamiento de los proyectos PI CIUNPAT N° 1433 (2018-2020) y PDTs-UNPSJB (2021-2023).

terrestre. En la Figura 1 se observan las cuencas de drenaje desarrolladas alrededor de la ciudad.

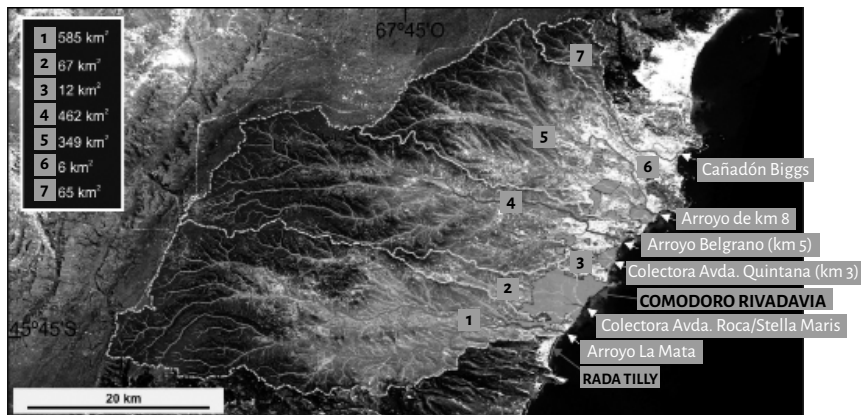


Figura 1. Cuencas de drenaje efímeras o estacionales de los alrededores de Comodoro Rivadavia. El recuadro indica el área de las siete cuencas que drenan dentro y alrededor de la ciudad, que se activaron durante el evento extremo de precipitaciones de marzo-abril de 2017. Claves: 1) arroyo La Mata; 2) arroyo De La Quinta; 3) cuenca de Km 3; 4) arroyo Belgrano; 5) arroyo de Restinga Alí (Km 8); 6) cuenca de Caleta Córdova; 7) cuenca del Cañadón Biggs. Imagen de Google Earth™.

Fuente: Paredes y Ocampo (2019).

Causas naturales: contexto geológico-geomorfológico

En la zona analizada existe una red de cursos de agua inactivos denominados efímeros, que llevan agua pocas veces al año y han sido destacados como un rasgo característico de zonas de clima árido (Graf, 1988). Estudios geomorfológicos previos destacan que, en regiones con lluvias escasas, los detalles que se observan en la superficie terrestre son en su mayoría producto de la acción de los ríos. Por tanto, la comprensión del funcionamiento de esos ríos es fundamental para entender el ambiente natural. Por otra parte, en la zona de estudio, la ciudad de Comodoro Rivadavia se alarga sobre la costa, y hay siete cuencas de drenaje que la atraviesan de forma prácticamente transversal hacia el océano (Figura 1).

La cota máxima de las cuencas de drenaje se encuentra a valores cercanos a 750 m sobre el nivel del mar, y en unas pocas decenas de kilómetros desembocan en el océano Atlántico. Eso genera arroyos efímeros con alta

pendiente y con topografía empinada, que solamente se activan cuando llueve. En condiciones de alta pendiente, el agua tiene alta capacidad de transferir energía y poco tiempo para infiltrarse en los suelos, desplazándose junto con los sedimentos a alta velocidad hacia la zona urbana. En la región de Comodoro Rivadavia la vegetación es herbácea y los suelos tienen poco desarrollo, por lo que su capacidad de retención de agua durante las lluvias es baja. La falta de cobertura vegetal es un condicionante importante también para el transporte de polvo eólico, que se acumula temporalmente dentro de los arroyos o cañadones (Figura 2).

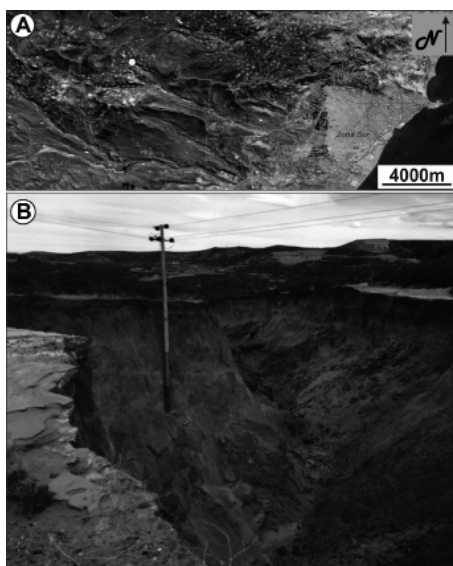


Figura 2. Cuenca del arroyo De la Quinta. A) La cuenca de drenaje se desarrolla al oeste de la zona sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia, y atraviesa la zona con mayor densidad poblacional de la ciudad. El círculo blanco muestra la posición en la que está la imagen B (imagen de Google Earth™). B) Desarrollo de una cárcava de grandes dimensiones producida durante el evento de 2017, que desplazó el sedimento faltante directamente hacia la zona sur de la ciudad. Estas condiciones erosionales tuvieron lugar en casi todas las cuencas de drenaje alrededor de la ciudad. El poste de corriente dentro de la cárcava tiene una longitud de 9 m.

Fuente: Fotografía de Paredes *et al.* (2020).

Causas naturales: clima y condiciones meteorológicas

Con ánimo de hacer una breve revisión de las condicionantes climáticas que desencadenaron el evento mencionado, en el Gráfico 1 se observa la distribución en milímetros de lluvia por cada mes.

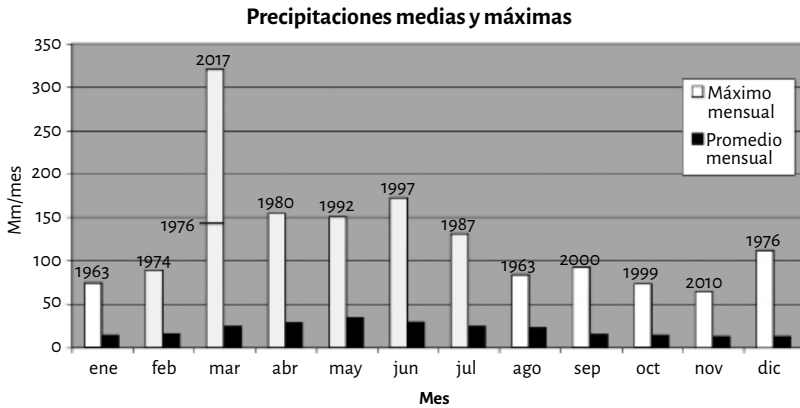


Gráfico 1. Promedio mensual y máximo de precipitaciones en Comodoro Rivadavia en el período 1963-2017. Las precipitaciones de marzo-abril de 2017 han triplicado los registros mensuales máximos del período considerado (95,5 mm en 1976).

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Modificado de Paredes *et al.* (2017).

En el Gráfico 1, las barras negras representan los valores promedio de precipitaciones mensuales (entre 20 y 25 mm), y el máximo que ocurre durante mayo, con alrededor de 35 mm. No obstante, en diferentes años se dan lluvias intensas de tres o cuatro días de duración, que superan en muchos casos el valor promedio. En general, el clima de la región tiene poca lluvia, pero hay años en los cuales llueve mucha cantidad en períodos cortos. Además, se muestra lo que ocurrió en 2017, evento que superó los 300 mm destacando de la media esperable para la región, cuyo valor está cerca de 240 mm anuales. Estos valores máximos mensuales de precipitaciones modifican el patrón regular, lo que hace que ni los valores medios mensuales ni los promedios anuales sean representativos.

La zona costera de Comodoro Rivadavia tiene vientos del oeste que traen las precipitaciones que caen en la costa. Al observar series históricas, se destaca que el evento de 2017, en los once que duró, acumuló entre 350 y 400 mm según las zonas. Estos datos fueron medidos con varias estaciones meteorológicas (Paredes *et al.*, 2020). Puntualmente, el 30 de marzo cayeron 232 mm en la estación meteorológica del Aeropuerto General Mosconi de Comodoro Rivadavia. Este dato, anómalo para la región, provoca una enorme cantidad de problemas dentro de la ciudad, que inicialmente se relacionan con el efecto del cambio climático.

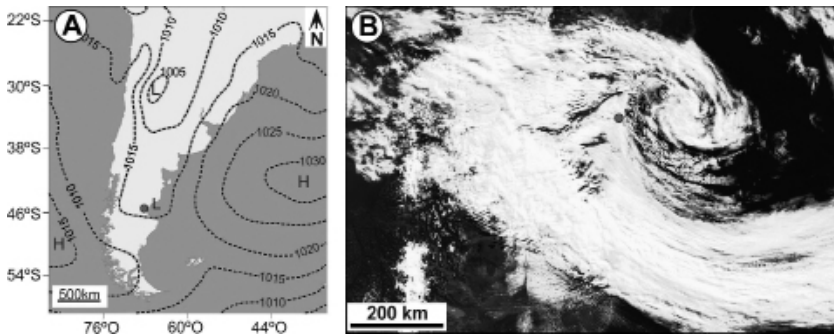


Figura 3. A) Distribución de la presión atmosférica cercana a la superficie en Argentina el 29 de marzo de 2017. La presencia de una celda de alta presión (H) ubicada sobre el océano Atlántico favoreció el desplazamiento lento de la tormenta. L es una celda de baja presión desarrollada sobre el continente. Tanto en A como en B, el punto negro marca la posición de la ciudad de Comodoro Rivadavia. B) Imagen satelital Sentinel-3 OLCI de la tormenta y Patagonia central, obtenida el 31 de marzo de 2017. Modificado de Paredes *et al.* (2020).

En la Figura 3B se presenta la imagen satelital del 31 de marzo de 2017, en la que se observa una especie de ciclón de más de 400 km de diámetro que está girando sobre la ciudad de Comodoro Rivadavia. Su tamaño está vinculado, fundamentalmente, con la distribución de presiones de la atmósfera que se observa en Figura 3A.

Generalmente, las lluvias provienen del oeste movilizadas por vientos denominados *westerlies*. Una parte de esas precipitaciones queda en la cordillera de los Andes y pasan vientos, en general secos, hacia la zona costera atlántica. Sin embargo, en los días previos y durante la tormenta de 2017, en el océano Atlántico se desarrolló un centro de alta presión. Esta celda estaba relacionada fundamentalmente con una evaporación muy alta del agua de mar, que se encontraba a una temperatura $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de lo normal, lo que hizo que hubiera mayor evaporación generando el centro de alta presión. Por tanto, la tormenta desarrollada en el Pacífico cruzó la Cordillera y se encontró con un frente que impidió que se desplazara hacia el océano Atlántico.

En general, las tormentas duran entre tres o cuatro días en Comodoro Rivadavia, pero en estas condiciones se estabilizó y comenzó a girar (como se observa en Figura 3B) incorporando el agua que se evaporaba en el océano Atlántico, con lo cual se reforzó significativamente la intensidad de la tormenta que duró once días. Esta cuestión está relacionada

específicamente con la temperatura del agua de mar, que está condicionando o cambiando, en parte, la forma en la que se generan las tormentas en la zona costera. Estas nuevas condiciones hacen que la frecuencia o la intensidad de las tormentas se aleje de las estadísticas previas. En el Gráfico 2 se observa el efecto del incremento de temperatura desde 1956 en la ciudad de Comodoro Rivadavia, con un aumento de 0,7 °C desde el año 1963 a la fecha.

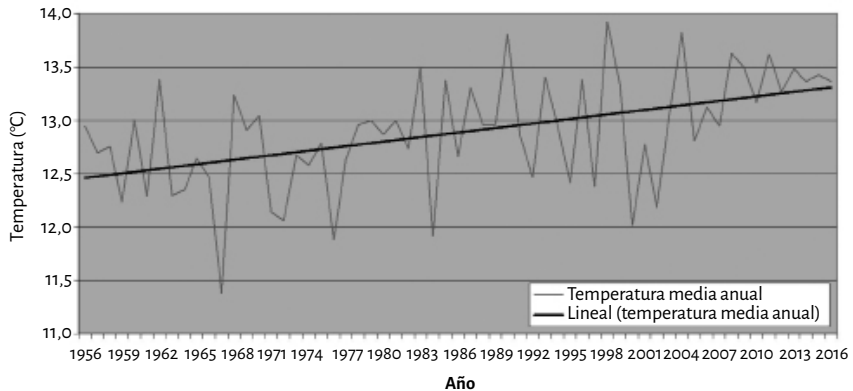


Gráfico 2. Incremento de la temperatura en los últimos cincuenta años en la localidad de Comodoro Rivadavia.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Modificado de Paredes *et al.* (2021).

El evento climático descrito generó una gran cantidad de problemas en las zonas urbanas e industriales. Fundamentalmente, se activaron todos los arroyos efímeros y se transportaron sedimentos areno-limosos y agua de forma rápida, generando inundaciones urbanas y un enorme volumen de sedimento incorporado dentro de la ciudad. Llamó particularmente la atención la cantidad de sedimento en el agua, por lo que desde la UNPSJB se realizaron una serie de estudios en relación con las pendientes y las condiciones climáticas. En principio, fue advertido que, adicionalmente a las condiciones naturales del relieve y a las características de los suelos, había degradación gradual del paisaje natural durante los últimos años y reducción de la vegetación dentro de las cuencas de drenaje (Figura 4). La falta de cobertura vegetativa, de manera directa, evita que el suelo retenga parte del sedimento y el material suelto es más susceptible de ser transportado durante las lluvias.

Otro aspecto fundamental tiene que ver con el impacto antrópico, esto es, la acción del hombre. En este sentido, se identificaron varios tipos de problemas. El principal problema en relación con la producción y el transporte de sedimentos durante las tormentas tiene que ver con el desarrollo industrial dentro de las cuencas de drenaje. El porcentaje de suelo que falta por acción del hombre (uso urbano + industrial) está cuantificado y ronda entre el 37% y el 12%, lo que implica áreas relativamente grandes dentro de las cuencas de drenaje. En la Figura 4, el área blanca de la izquierda es el área de la ciudad, con su estructura urbana, caminos asfaltados y reemplazo de la cobertura natural por instalaciones domiciliarias.

Estas condiciones implican que, durante las lluvias, la capacidad de infiltración del sustrato está reducida, por lo que se aumenta la escorrentía superficial y, por tanto, la capacidad de las lluvias de movilizar sedimentos durante eventos extremos. Otro aspecto asociado se refiere a una disponibilidad cada vez mayor de sedimento suelto dentro de las cuencas de drenaje, asociado a dos fuentes: la primera es la disponibilidad de polvo eólico transportado por los vientos regulares de la región, que alojan grandes volúmenes de arena fina en los cañadones, y la segunda la cantidad creciente de sedimento suelto vinculado con la realización de locaciones petroleras dentro de las cuencas de drenaje.



Figura 4. Porcentajes estimados de suelo desnudo en las diferentes redes de drenaje. Las zonas en blanco indican ausencia total de vegetación, ligada a caminos, viviendas, locaciones petroleras y otras obras de infraestructura.

Fuente: reproducida de Paredes *et al.* (2017). Versión en color disponible en <http://www.fcn.unp.edu.ar/index.php/sec-academica/65-eventos/313-sistemas-fluviales-efimeros-e-inundaciones-repentinias>

Impacto antrópico: desarrollo industrial

Dentro de las cuencas de drenaje de la zona periurbana hay un desarrollo petrolero importante, con más de 7000 locaciones e instalaciones para mantenimiento y transporte de los hidrocarburos que se extraen, ya que la cuenca del Golfo San Jorge produce actualmente alrededor del 45% de los hidrocarburos del país (Secretaría de Energía, 2019). Las locaciones, al igual que todos los caminos que las conectan, están impermeabilizadas, en consecuencia se reduce la capacidad de infiltración en relación con el suelo nativo. Por tanto, cuando llueve se favorece la escorrentía superficial y se incorpora mayor cantidad de sedimento al flujo.

En la Figura 5 se ilustra la importancia del desarrollo industrial en las cuencas de drenaje que forma parte del desarrollo petrolero en los alrededores del barrio Diadema Argentina, dentro de la cuenca de drenaje del arroyo Belgrano. Se observa, puntualmente, un área con desarrollo de locaciones petroleras, por lo que considerando que el relieve es empinado y que su armado implica la desagregación del suelo y su posterior traslado hacia zonas de ladera, se incrementa de forma artificial la cantidad de sedimento disponible durante las lluvias.

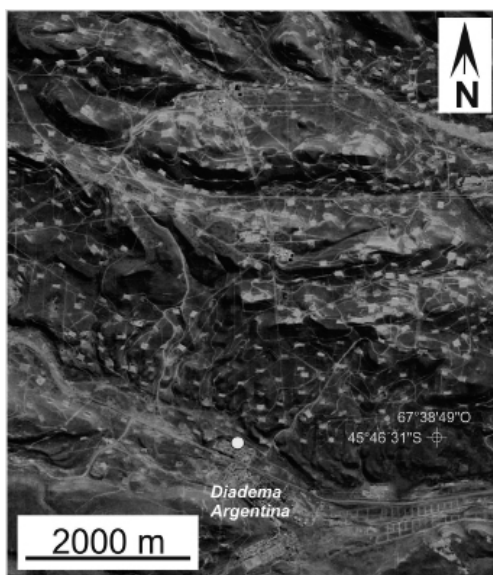


Figura 5. Imagen satelital de parte de la cuenca de drenaje del arroyo Belgrano. El círculo marca la posición del barrio Diadema Argentina, ubicado a 27 km de la ciudad de Comodoro Rivadavia y sobre el fondo de un valle fluvial inactivo. Los rectángulos claros representan locaciones petroleras donde se ubican los equipos de bombeo que extraen los hidrocarburos. Las locaciones tienen dimensiones mínimas de 50 x 50 m, y están conectadas a través de caminos de ripio compactado. Cabe destacar la reducción de la cobertura vegetal sobre las laderas de los valles (zonas claras).

Fuente: elaboración propia sobre imagen de Google Earth™.

En la Figura 6 se muestra el cambio temporal en una ladera en relación con la construcción de locaciones petroleras en los márgenes de los valles y su impacto respecto de la producción y el transporte de sedimentos.

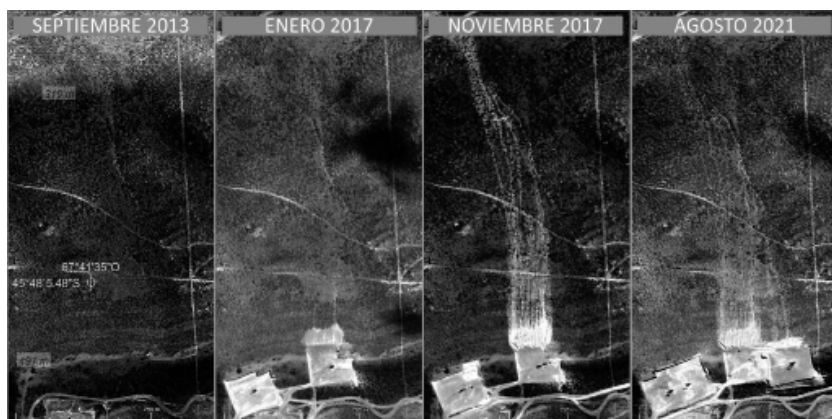


Figura 6. Evolución del paisaje en relación con el desarrollo industrial. La imagen de la izquierda presenta las condiciones de una ladera que se inclina hacia el norte con un desnivel de 172 m. Para inicios de 2017 se desarrollan en la parte alta de la ladera dos locaciones petroleras, una de ellas ubicada cerca de la ladera. Luego del temporal de marzo de 2017 (tercera imagen) se movilizó sedimento en grandes cantidades hacia la parte baja de la ladera, representada en la tercera imagen en tonos claros. Actualmente, se ha desarrollado una nueva locación adyacente, a partir de la cual se han comenzado a transportar sedimentos durante lluvias normales.

Fuente: elaboración propia sobre imagen de Google Earth™.

Impacto antrópico: desarrollo urbano

Es importante considerar algunas cuestiones relacionadas con el planeamiento y el desarrollo urbano dentro de las cuencas de drenaje, incluyendo la urbanización de antiguos cañadones, el enterramiento de cauces naturales sin obras de drenaje alternativos, la realización de pluviales subdimensionados dentro de la ciudad y la urbanización de bajos sin salida (cuencas endorreicas). Cada uno de estos aspectos ha sido el desencadenante de problemas específicos dentro del área urbana (Paredes *et al.*, 2017, 2020). En particular, la falta de pluviales urbanos que desagotan el agua en condiciones de reducida capacidad de infiltración del sustrato en las zonas bajas de la ciudad es preocupante, ya que durante el evento ex-

tremo de 2017 todos los pluviales enterrados fueron ineficientes porque se colmataron con sedimentos y desechos urbanos, y la limpieza de los pluviales principales tomó entre 45 y 60 días luego de finalizada la tormenta. Los procesos de salinización de suelos asociados a estas condiciones de infiltración reducida constituyen una problemática histórica para la zona sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Hirtz y Grizinik, 2019).

Un tema que requiere una reevaluación es el respeto de la geomorfología fluvial durante el desarrollo urbano. En las siguientes imágenes se observa el barrio General Mosconi (Km 3), uno de los barrios en los que se produjo erosión intensa en una cuenca de drenaje de dimensiones muy pequeñas (alrededor de 12 km²) en la que la falta de obras de desagüe del agua de lluvia favoreció los procesos erosionales.

En la Figura 7A, del año 1970, se observa un arroyo antiguo excavado en sedimentos blandos que conforma una cárcava de algo más de 500 m de largo. Actualmente, podemos advertir en la Figura 7B, del año 2017, que ese arroyo no existe más y en su lugar hay una avenida, que resulta un sistema ineficiente para evacuar el agua de lluvia (Paredes *et al.*, 2020). En este lugar en particular, durante la tormenta de 2017, se generó una cárcava profunda de dimensiones similares a la que existía antes de 1970 (Figura 7C), desarrollada por la falta de un canal de desagüe de hormigón ubicado de forma paralela a la ruta. La formación de la cárcava dejó sin comunicación al barrio Médanos durante meses, y generó problemas en el tráfico vehicular por un lapso de dos años. A cinco años del evento, en la zona afectada se ha rellenado la cárcava y no se han realizado obras de desagüe alternativas, por lo que el sector se encuentra en condiciones más vulnerables que antes.

Otras áreas urbanas de la zona sur de la ciudad se desarrollaron sobre zonas inundables que conformaban una antigua depresión endorreica con una laguna estacional en su parte más baja. Esta zona, que abarca alrededor de sesenta manzanas, fue inundada con más de un metro de arena durante el evento extremo. Al no tener un sistema efectivo para drenar el agua, ya que los pluviales enterrados se taponaron al inicio de la tormenta, y los que estaban en superficie se colmataron de sedimento, este sector de la ciudad se convirtió en un arroyo con agua corriendo a alta velocidad. Por otra parte, los pluviales a cielo abierto (por ejemplo, avenida Roca) están subdimensionados, solo permitieron evacuar el 20% de la descarga líquida que circulaba por la avenida (Paredes *et al.*, 2017).

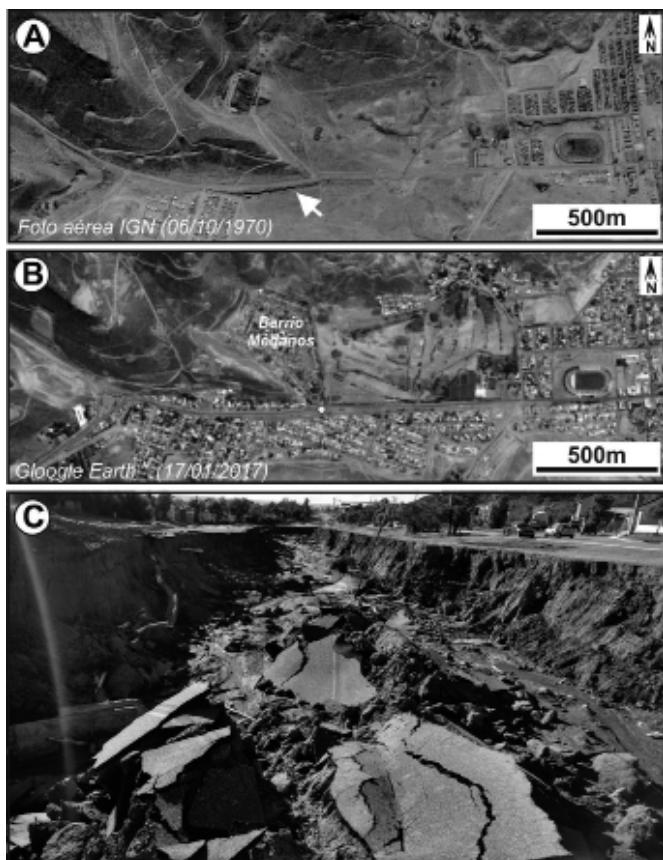


Figura 7. Comparación de A) fotografías aéreas de 1970, con B) imagen satelital de Google Earth™ previa a la tormenta (11/01/2017). Cabe destacar la presencia de una cárcava previa al emplazamiento urbano en la localización exacta de la cárcava desarrollada durante el evento extremo de precipitaciones de 2017. El punto blanco en B representa la posición de la fotografía de C. C) Vista hacia el este del acceso al barrio Médanos, donde se destaca el desarrollo de la cárcava. La urbanización Médanos está dentro de lo que se conoce como barrio General Mosconi (Km 3).

Fuente: fotografía obtenida por el autor el 5 de abril de 2017. Modificado de Paredes *et al.* (2020).

En este análisis se observa que hay sectores en los que existieron cárcavas naturales que no se consideraron en el planeamiento para evitar problemas de reocupación en caso de lluvias intensas con alta energía.

Un caso importante es el de la explotación de canteras de áridos en la zona periurbana. Todas las redes de drenaje que están fuera de la ciudad

son un sistema fluvial desarrollado antes del emplazamiento de la ciudad, y existen varios lugares dentro de las cuencas en los que hay canteras de explotación de áridos utilizados para la construcción, que conformaban la posición de antiguos paleocauces o paleovalles. En la Figura 8 se destacan los cambios granulométricos del sedimento en transporte en relación con la posición de la cantera de áridos.



Figura 8. Canteras de áridos emplazadas en el valle fluvial e impacto asociado. A) Imagen satelital de la desembocadura del arroyo del Km 8, con ubicación de la cantera de áridos y de las fotografías, que muestra las características granulométricas del sedimento. B) Aguas arriba de la cantera de áridos del Km 8. El sedimento en transporte está conformado por areniscas que van de finas a muy finas, con tamaño promedio de 0,3 mm. Las arenas mayormente representan depósitos eólicos que se encontraban temporalmente dentro de los cañadones o que fueron desplazados junto con el agua desde las laderas de los valles. Por su tamaño fino, estos materiales se desplazaron durante la tormenta como carga en suspensión. C) Vista de los materiales granulares que se incorporaron al arroyo del km 8, luego de atravesar la cantera de áridos emplazada en el valle fluvial. Se destaca un marcado aumento en la granulometría en transporte, lo cual favorece la depositación de la carga gruesa y el ensanchamiento de los cauces.

En particular, en la Figura 8C se muestra lo que ocurrió con la carga en transporte aguas abajo de la cantera de áridos del Km 8, donde hay gravas

y materiales que alcanzan 4 o 5 cm de tamaño, que generaron un ensanchamiento enorme de los arroyos.

El arroyo del Km 8 antes de la tormenta de 2017 medía 2 o 3 m de ancho. Sin embargo, durante el evento extremo de precipitaciones se produjo un ensanchamiento del cauce de 71 m, mecanismo que se asocia fundamentalmente con el cambio de tamaño del grano de los sedimentos en transporte al atravesar la cantera. Cuando en un arroyo de granulometría fina se introduce una granulometría mayor, los materiales gruesos son transportados a una corta distancia y posteriormente se depositan, produciendo agradación del sustrato y ensanchando la forma del canal. La incorporación súbita (y puntual) de sedimentos granulares gruesos desde la cantera generó una modificación instantánea de las características del sedimento en transporte, lo que derivó en el depósito rápido de esos materiales al salir el flujo de la zona de la cantera y en el aumento de la peligrosidad del emplazamiento urbano aguas abajo (Figura 9).



Figura 9. Modificación del ancho del arroyo del Km 8 en la posición aguas abajo de la cantera de áridos. El círculo en ambas fotografías es en una vivienda que se encontraba a 71 m del margen del arroyo y que quedó allí tras el evento extremo. Cabe destacar la incorporación de una construcción de cemento (flecha) dentro del cauce. **Fuente:** elaboración propia sobre imagen de Google Earth™.

Conclusiones

El evento de precipitaciones extremas ocurrido en marzo y abril de 2017 generó muchos daños, tanto dentro del ámbito urbano como del sector industrial, y dejó ver problemas de planeamiento a escala de cuenca de drenaje. Observamos que existe un gran riesgo, tanto para los habitantes como para sus bienes, respecto de la falta de respeto hacia la geomorfología fluvial, previa al emplazamiento de la ciudad, y se sugiere minimizar la erosión del suelo nativo y la iniciación de cárcavas a través de la implementación de prácticas más responsables.

Los dos problemas más importantes identificados luego del evento extremo de precipitaciones son: 1) la gestión de evacuación de los volúmenes de agua durante las lluvias dentro del ejido urbano; 2) la necesidad de minimizar la incorporación de sedimento durante las lluvias. Las fuentes de sedimento son naturales y artificiales, estas últimas están relacionadas con la construcción de instalaciones petroleras y con la explotación de canteras de áridos que están emplazadas en las redes de drenaje. Para reducir el impacto en las poblaciones emplazadas en la cuenca se ha propuesto la construcción de reservorios en la zona periurbana que contengan el sedimento en transporte, o una parte de él, que reduzcan la velocidad del flujo durante las tormentas, y que hagan que este llegue de manera más controlada a la zona urbana para evitar el taponamiento de los pluviales, y para que no se deteriore la trama urbana. Otra cuestión importante es el redimensionamiento de los pluviales urbanos, ya que con los cálculos que se hicieron luego del evento de 2017 se vio que los pluviales más importantes podían evacuar solamente el 20% del agua de lluvia que arribaba a la ciudad durante los eventos extremos.

Referencias

- Graf, W. L. (1988). *Fluvial Processes in Dryland Rivers*. Springer-Verlag.
- Hirtz, N. R. y Grizinik, M. (2019). El bajo anegadizo del suroeste de la ciudad: su evolución desde la salinización a la inundación de marzo-abril de 2017. En Paredes, J. M. (comp.). *Comodoro Rivadavia y la catástrofe de 2017: visiones múltiples para una ciudad en riesgo*. Editorial Universitaria de la Patagonia. <http://www.edupa.unp.edu.ar/comodoro-rivadavia-y-la-catastrofe-de-2017-visiones-multiples-para-una-ciudad-en-riesgo/>
- Paredes, J. M. y Ocampo Foix, N. *et al.* (2020). Precipitaciones extremas e inundaciones repentinas en ambiente semiárido: impactos del evento de marzo-abril de 2017 en Comodoro Rivadavia, Chubut. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 77(2), pp. 294-316. <https://revista.geologica.org.ar/raga/article/view/10>
- Paredes, J. M y Ocampo, S. M. (2019). Sistemas fluviales efímeros de Comodoro Rivadavia. En Paredes, J. M. (comp.). *Comodoro Rivadavia y la catástrofe de 2017: visiones múltiples para una ciudad en riesgo*. Comodoro Rivadavia: Editorial Universitaria de la Patagonia. <http://www.edupa.unp.edu.ar/comodoro-rivadavia-y-la-catastrofe-de-2017-visiones-multiples-para-una-ciudad-en-riesgo/>
- Paredes, J. M. y Ocampo, S. M., *et al.* (2017). Sistemas fluviales efímeros e inundaciones repentinas de la ciudad de Comodoro Rivadavia: causas, procesos y mitigaciones. Informe Técnico FCNyCS. UNPSJB, pp. 1-44. Comodoro Rivadavia. <http://www.fcn.unp.edu.ar/index.php/sec-academica/65-eventos/313-sistemas-fluviales-efimeros-e-inundaciones-repentinias>
- Paredes, J. M. y Ocampo, S. M., *et al.* (2021). “Geomorphic and Sedimentological Impact of the 2017 Flash Flood Event in the City of Comodoro Rivadavia (Central Patagonia, Argentina)”. En Bouza, P.; Rabassa, J.; Bilmes, A. (eds.) *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*. Springer Earth System Sciences. Springer, Cham, pp. 3-29, https://doi.org/10.1007/978-3-030-66161-8_1
- Secretaría de Energía (2019). Informe estadístico anual 2019 del sector energético. Ministerio de Energía y Minería. Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico. http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/publicaciones/iea_2019.pdf

La seguridad hídrica

El caso del sistema de acueducto de las Empresas Públicas de Medellín

Por Santiago Ochoa Posada¹

Empresas Públicas de Medellín (EPM) es una compañía de carácter público. El ciento por ciento pertenece a la municipalidad de Medellín. Es una empresa *multi-utility*, es decir, presta los servicios públicos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, gas por red, provisión de aguas, gestión de aguas residuales y gestión de residuos sólidos. Tiene presencia en seis países de América Latina con 44 empresas que forman parte del grupo.



Figura 1. Distribución de Empresas Públicas de Medellín en América Latina.

Fuente: EPM, 2022.

¹ Vicepresidente de Agua y Saneamiento.

En el reporte resumen para tomadores de decisiones del IPCC del año 2022, la Comisión Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en torno al impacto, la adaptación y la vulnerabilidad en América Central y América del Sur, se detallan los siguientes puntos a tener en cuenta:

- riesgo para la seguridad del agua;
- graves efectos en la salud debido al aumento de las epidemias, en particular de las enfermedades transmitidas por vectores;
- degradación de los ecosistemas de arrecifes de coral debido a la decoloración de los corales;
- riesgo para la seguridad alimentaria debido a sequías frecuentes y/o extremas;
- daños a la vida y a la infraestructura, debido a inundaciones, deslizamientos de tierra, aumento del nivel del mar, marejadas ciclónicas y erosión costera.

Es importante aclarar que sobre todos estos elementos existe mucha incertidumbre. Según un estudio realizado a nivel nacional en 2018, la variabilidad climática en Colombia refleja una disminución del 53% de los volúmenes de agua a nivel nacional en relación con la cantidad de lluvias en un año seco respecto de un año promedio. En cambio, en un año húmedo se observan aumentos de hasta el 122%. En este sentido, la misma realidad que se presenta en otros países también se vive en Colombia (Figura 2).

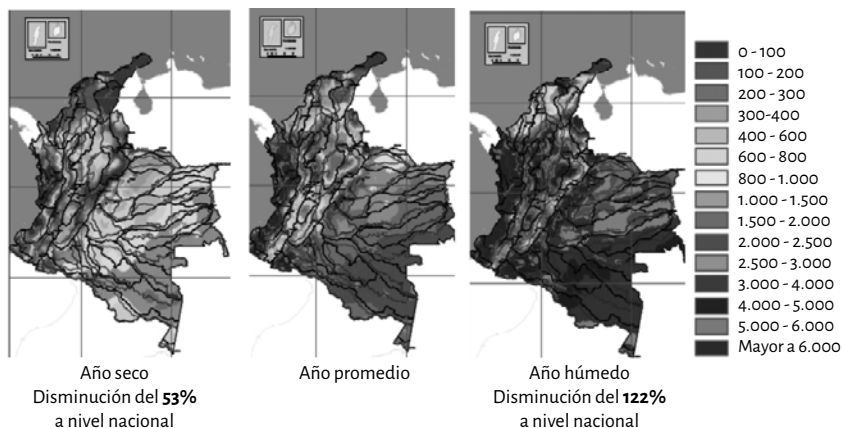


Figura 2. Variabilidad climática en Colombia para año seco, promedio y húmedo.
Fuente: IDEAM, 2018. Estudio Nacional del Agua.

En el país se estableció una Política Nacional de Cambio Climático, Ciudades y Agua, que busca fundamentalmente promover la infraestructura urbana resiliente, el uso eficiente del agua y la reducción de pérdidas y de agua no contabilizada, así como hacer un control de la expansión de las ciudades y de la conservación de la estructura ecológica que conforma todo el entorno alrededor de las ciudades. Específicamente, en cuanto al abastecimiento de agua en las ciudades para consumo humano, actualmente lo más relevante es tener fuentes de abastecimiento resilientes. Estas cuestiones deben estar enfocadas hacia lo que se conoce como seguridad hídrica (Figura 3).

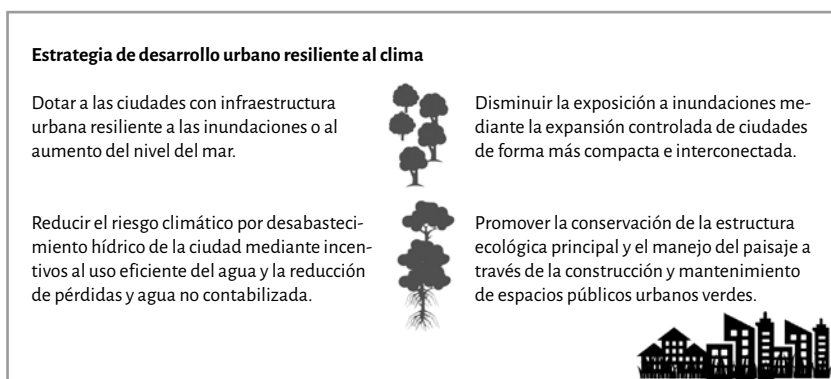


Figura 3. Política Nacional de Cambio Climático, Ciudades y Agua, seguridad hídrica.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017. Política Nacional de Cambio Climático.

En este sentido, es preciso reconocer que hay algunos conflictos asociados al uso del recurso hídrico en las grandes ciudades, marcados y definidos en la frontera entre lo urbano y lo rural, y que las ciudades son altamente dependientes de los servicios que esas zonas rurales aledañas le prestan a el entorno urbano. La forma de abordar este tema es a través de la gobernanza del agua, en la que todos los actores de la cuenca abastecedora comparten sus necesidades, aspiraciones y responsabilidad frente al recurso y se comprometen a movilizar acciones para su mejoramiento en horizontes de tiempo de corto, mediano y largo plazo. En la Figura 4 se observa la realidad que se presenta en el valle de Aburrá, Departamento de Antioquia, República de Colombia.

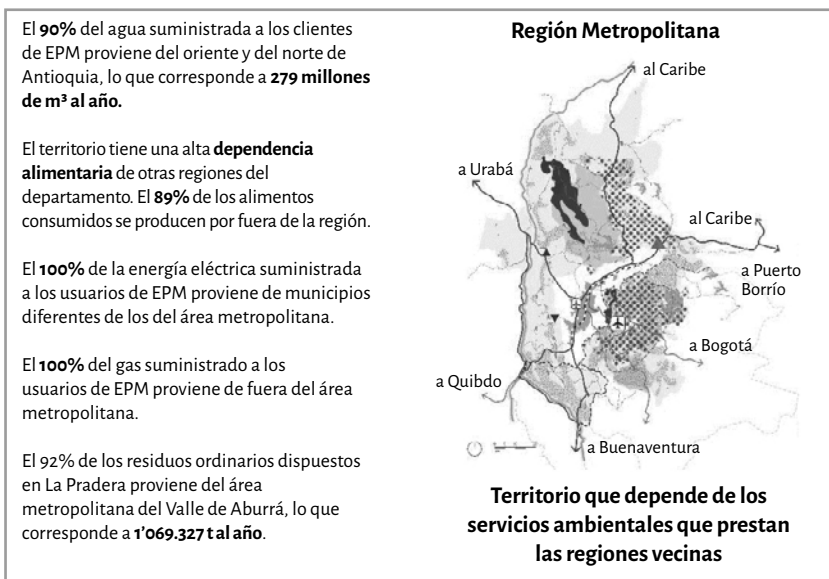


Figura 4. Situación en el Valle de Aburrá, Departamento de Antioquia.

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019. Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial.

Actualmente, en el Valle de Aburrá existen diez (10) ciudades que se conurbaron en ese proceso de crecimiento acelerado. Prácticamente no hay diferenciación en el límite entre una ciudad y otra. Es un territorio de una extensión muy pequeña, que corresponde al 1,8% del área de todo el departamento de Antioquia, habitado por el 58,5% de la población de ese departamento, de 3.500.000 habitantes aproximadamente en el área urbana (Figura 5).

Evidentemente, este valle depende de los servicios ambientales que le prestan las zonas vecinas, en especial el sector rural. Y ese es uno de los grandes retos para gestionar. Su sistema de abastecimiento de agua consta actualmente de trece (13) plantas de producción de agua potable y treinta y dos (32) fuentes concesionadas para hacer uso de ese recurso (Figura 6).

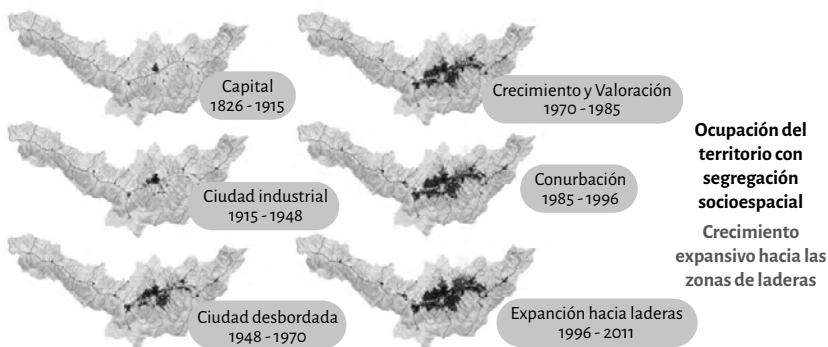


Figura 5. Evolución de la ocupación del territorio del Valle de Aburrá con segregación socioespacial.

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013. Plan Director Bio 2030.

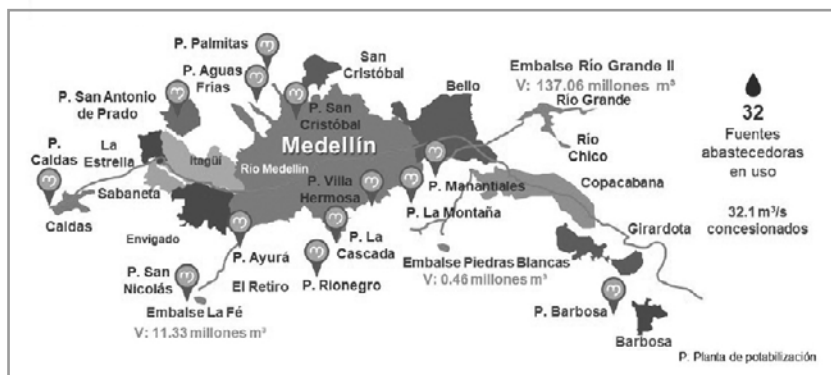


Figura 6. Sistema de acueducto de Medellín.

Fuente: EPM, 2022.

En cuanto al saneamiento, hay cuatro (4) plantas de tratamiento de aguas residuales en las que se trata el 84% de las aguas de este tipo que se generan en las diez ciudades presentes en el valle, y se está cerca de alcanzar el 94% (Figuras 7 y 8).

EPM definió un direccionamiento ambiental que puso en el centro de la estrategia el desarrollo humano sostenible, el gran propósito que ha buscado en los últimos años. En el marco de esta política, se definieron tres estrategias importantes: la gestión integral del recurso hídrico y la biodiversidad; la economía circular en los rubros de agua, energía y materia; y el cambio climático. Esos son los tres direccionadores de la estrategia. Además, determinó ejes de gestión para el recurso hídrico y la biodiversi-

dad que parten de una planeación territorial, un conjunto de baterías para la conservación del recurso, la biodiversidad y los ecosistemas y la gestión eficiente del agua en las operaciones directas. Esta última es de gran relevancia, ya que, actualmente, por ejemplo, existe un reúso del agua en el proceso de potabilización, esto es, el agua para el lavado de filtros en las plantas de potabilización se reincorpora al comienzo de la cadena, lo que ha permitido reducir en gran medida el consumo de agua requerida para la producción de agua potable.



Figura 7. Sistema de alcantarillado de Medellín.

Fuente: EPM, 2022.

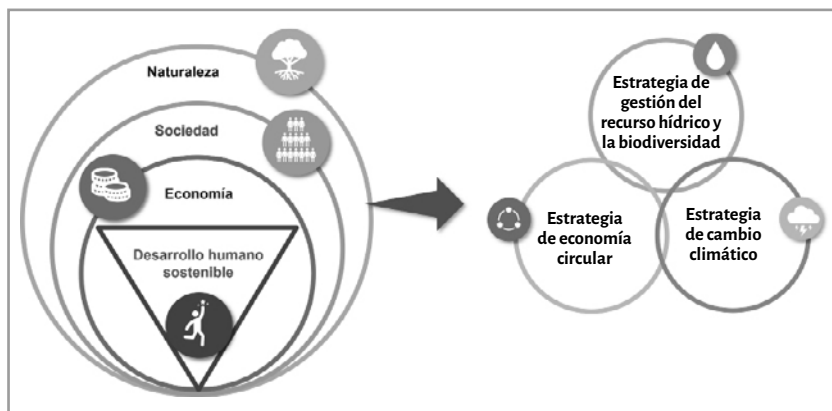


Figura 8. Ejes de direccionamiento ambiental.

Fuente: EPM, 2022.

EPM ha ido irradiando esta iniciativa a su cadena de proveedores al animarlos a que incorporen estas buenas prácticas en sus compañías y sus líneas de producción, donde es fundamental fortalecer la gestión de riesgos asociados al recurso hídrico y la biodiversidad y el monitoreo de varios indicadores que permiten establecer si se está avanzando en la dirección correcta o si es necesario hacer ajustes a lo largo del recorrido.

Aunque EPM es una empresa que presta los servicios de acueducto, ante la escasez que se genera por el desbalance entre oferta y demanda del recurso hídrico, el incentivo al ahorro y al uso eficiente del agua es una variable muy importante. Eso es una palanca de valor para garantizar la sostenibilidad en el tiempo de la prestación de estos servicios. En este orden de ideas, se diseñan y ejecutan estrategias para motivar a los diferentes actores al cuidado y protección de este importante recurso.

De igual manera, es primordial fortalecer el conocimiento de los riesgos que pueden generar los extremos climáticos (cambiantes y bastante dinámicos), y brindar herramientas de mitigación y adaptación que favorezcan la apropiación social, de forma que cada persona movilice acciones a la luz de sus competencias si llegara a materializarse uno de los riesgos identificados.

En este sentido, el Grupo EPM tiene una estrategia climática con cuatro principios: integralidad, competitividad, flexibilidad, innovación; y tres lineamientos de trabajo: gestión de emisiones de gases de efecto invernadero, gestión resiliente y gestión de recursos hídricos y biodiversidad, que resultan claves para desarrollar acciones de mitigación y adaptación articuladas con la Estrategia de Gestión Integral del Recurso Hídrico y la biodiversidad (Figuras 9 y 10).



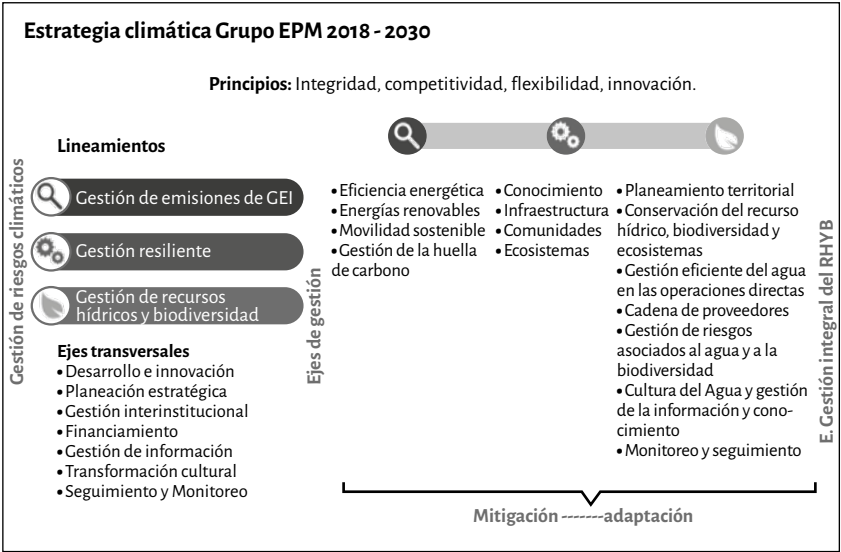


Figura 9. Estrategia de Gestión Integral del recurso hídrico y la biodiversidad.

Fuente: EPM, 2022.

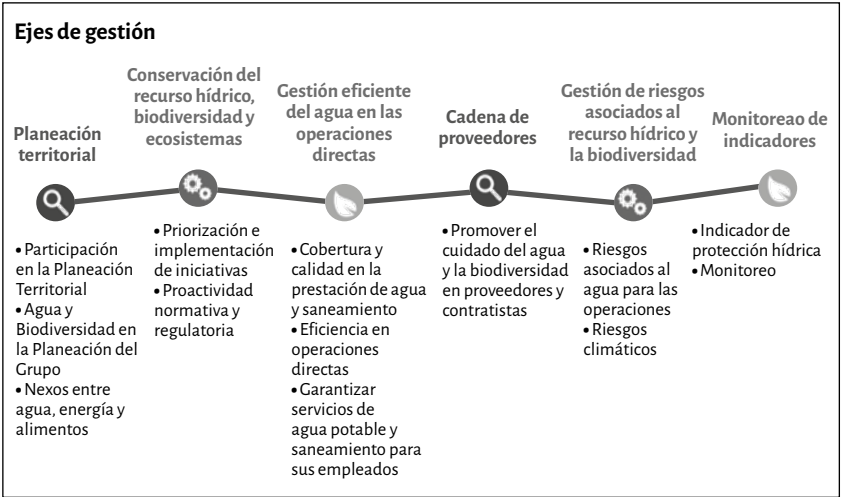


Figura 10. Ejes de gestión de la Estrategia de Gestión Integral del recurso hídrico y la biodiversidad.

Fuente: EPM, 2022.

A continuación, se presentan brevemente los diferentes temas que se están trabajando en cada uno de los escenarios para llevar a cabo lo que se conoce como mitigación y adaptación al cambio y la variabilidad climática, con el fin de que el territorio pueda ser más asertivo y resiliente al implementar las estrategias planteadas.

Respecto de la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero hay varias estrategias que ya han sido materializadas. En particular, existe un programa de eficiencia energética. En este sentido, es sabido que los servicios de acueducto y alcantarillado son grandes consumidores de energía eléctrica, por los grandes volúmenes de energía que se consumen en el bombeo de aguas crudas, tratadas, residuales, entre otras. Por lo tanto, mantener una vigilancia sobre la eficiencia de los equipos es vital para garantizar que siempre estén operando en su punto óptimo evitando el desperdicio de energía eléctrica. Asimismo, otro eje del programa es el aprovechamiento del biogás. La empresa actualmente lo hace en sus plantas de tratamiento de aguas residuales. Por un lado, en la Planta de San Fernando, donde se tratan $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ y se produce el 30% de la energía que demanda a través de la generación con el biogás que se da en la digestión de los lodos (Figura 12). Actualmente, se avanza en un proyecto para migrar la producción de biogás de la planta San Fernando, haciendo una especie de lavado y secado de ese biogás para inyectarlo limpio a la red de distribución de gas de la ciudad. Por lo tanto, se contará con un pozo “virtual” de gas al interior de la ciudad que va a permitir tener una ciudad más sostenible, en la medida en que podrá reincorporar a sus propios procesos algunos subproductos que se generan en este tipo de actividades.



Figura 11. Planta San Fernando, Municipio de Itagüí.
Fuente: EPM, 2022.

Por otro lado, en la Planta Aguas Claras, que trata 5 m³/s de capacidad, se están alcanzando producciones del 85% de la energía que demanda por la generación de energía con el biogás (Figura 12).



Figura 12. Planta Aguas Claras, Municipio de Bello.
Fuente: EPM, 2022.

EPM, en su línea de negocio de generación de energía, está haciendo un aprovechamiento de generación de energía eléctrica a partir del transporte de grandes volúmenes de agua. De esta manera, se cuenta con una batería de minicentrales instaladas en las tuberías que traen el agua de los embalses a las plantas de producción de agua potable y con otra batería de microcentrales, mucho más pequeñas, que están generando energía eléctrica con el transporte del agua potable antes de llevarla a los tanques de distribución para la ciudad.

En el tema de la huella de carbono se presenta una estrategia de reducción de las emisiones, se realiza la medición de la huella permanentemente y se usan plataformas informáticas que permiten tomar decisiones para alcanzar la meta de carbono neutral en 2025.

En cuanto a la gestión resiliente, la empresa tiene una serie de instrumentos de modelos matemáticos y de simulación que le permiten conocer el comportamiento de las redes de acueducto. Además, se está avanzando de manera importante en la modelación de las redes de alcantarillado, lo que es un poco más complejo. En este sentido, un número importante de sus redes, alrededor de un 40%, ya cuenta con modelos

digitales que permiten hacer la gestión. Asimismo, se han construido modelos para monitorear y predecir el comportamiento más local del cambio climático, un asunto de suma importancia, tanto en el suministro de agua para la ciudad como en la evacuación de las aguas residuales y lluvias en ambos extremos de los fenómenos del cambio climático. Por esta razón, es muy importante tener muy bien monitoreados esos comportamientos y tener modelos que permitan predecirlos. Sobre todo porque las oportunidades de poner energía en el mercado y en la bolsa energética dependen de los volúmenes de agua que pueda tener almacenados en los embalses.

También es importante el monitoreo sobre la calidad del agua de las fuentes, porque, si bien en energía es muy importante el volumen, esto es, la cantidad de agua, la calidad es un parámetro fundamental para garantizar su potabilización y entrega a los usuarios. Además, permanentemente se evalúan las fuentes alternativas de abastecimiento de agua y hay proyectos de reúso de agua residual en México y en Chile, países donde, sobre todo en las áreas más áridas como el desierto de Atacama y el norte de Chile, ofrecen una oportunidad muy grande para que el agua residual tratada pueda ser reutilizada en la industria. Hay lugares en los que se puede tomar esta agua para incorporarla en faenas mineras; otros donde se puede usar para la refrigeración en centrales de generación térmica, para producir papel o para una refinería, por ejemplo, en México, en una refinería de Pemex; y en procesos industriales. De esta manera, se libera el agua natural, fresca, para el consumo humano, la agricultura y otros usos.

EPM ha materializado todas estas cuestiones al pasar de la teoría sobre la visión estratégica, las directrices y demás, a los planes de empresa y los planes de negocio de cada una de las compañías en las geografías donde está presente.

Por otra parte, respecto de la gestión del recurso hídrico la empresa hace varios años impulsó la creación de un Fondo del Agua, llamado Cuenca Verde, el cual es una alianza público-privada ganadora porque permite incorporar el sentido de corresponsabilidad que debe tener la sociedad en el cuidado del recurso y, de alguna manera, gestionar el tema de la gobernanza y equilibrar las cargas entre lo rural y lo urbano. La empresa se reconoce como un actor importante, como un gestor y un motivador, que participa activamente con los entes territoriales, las autoridades ambientales, los propietarios de predios, las familias campesi-

nas, la academia, los gremios, entre otros, movilizando acciones conjuntas para obtener mejores resultados en las cuencas abastecedoras.

Por último, EPM desarrolla exitosamente el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua. En los últimos diez años, la empresa viene bajando de manera consecutiva el indicador de agua no contabilizada, lo que se conoce comúnmente como pérdidas de agua. Esto trae grandes beneficios desde el punto de vista ambiental, social y económico, porque, en primer lugar, permite dejar en las fuentes de agua los volúmenes naturales que ya no se están demandando; y, en segundo lugar, posibilita atender un crecimiento de demanda natural en la ciudad sin necesidad de incorporar más inversiones, infraestructura y fuentes. Además, de alguna manera, ha logrado instalar en la sociedad la semilla del uso eficiente del recurso y del cuidado que se debe tener con él para asegurarlo no solo para esta generación sino para las generaciones futuras. Entonces, este es uno de los puntos más ganadores, el hecho de que la sociedad tiene una relación con el recurso hídrico distinto, en la medida en que puede ser más consciente de su protección.

En el marco de este programa, se desarrolla la campaña “Cuido el agua-cuido la vida”, que comenzó sus actividades en noviembre de 2020 con veinte líderes comunitarios de diferentes zonas de los municipios de Medellín y Bello, y a 2022 está presente en los diez municipios del Valle de Aburrá y del Municipio de Rionegro, especialmente en vecindarios cercanos a algún cuerpo de agua. Allí se realizaron unas 90.000 conversaciones con niños, jóvenes y adultos a través de diferentes actividades en 110 barrios o sectores (Figura 13).



Figura 13. Campaña “Cuido el agua-cuido la vida”.
Fuente: EPM, 2022.

De igual manera, este año iniciamos la puesta en marcha del Programa Hidrofonías EPM, Voces y sonidos comunitarios del agua, dando continuidad a toda la gestión social que se viene haciendo hace más de siete años en asentamientos y lava-autos informales, donde se ha logrado reducir de manera significativa el índice de pérdida por usuario facturado IPUF, gestando cercanía con las comunidades y relaciones estables en el marco de la confianza y el respeto.

En cuanto a protección hídrica se refiere, hasta octubre de 2022 se lograron proteger 8030 hectáreas por parte de la VP Agua y Saneamiento en las cuencas de los sistemas Río grande II y La Fe y cuencas menores del Valle de Aburrá, así como cuencas del valle de Aburrá (109%), sistema La Fe (121%) y sistema Riogrande II (107%), en alianza con el Fondo del Agua Cuenca Verde, la Autoridad ambiental Cornare y el programa del Fomento Forestal. Se logró la instalación de cuarenta pozos sépticos en cada uno de los municipios de Belmira, Donmatías y San Pedro de los Milagros, en alianza con CORANTIOQUIA y los Municipios, en las cuencas abastecedoras del embalse Riogrande II. Y se logró la participación de 700 jóvenes en el programa de educación ambiental JAGUARES, en alianza con CORNARE y COREDI (Figura 14).



Figura 14. Programa de Educación ambiental.

Fuente: EPM, 2022.

En definitiva, hemos podido observar cómo la empresa ha pasado de la teoría a la práctica materializando acciones en pro de la seguridad hídrica, lo cual tiene un impacto significativo en sus operaciones y, por tanto, en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Bibliografía

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2013). Plan Director Bio 2030.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2019). Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial,
- IDEAM (2018). Estudio Nacional del Agua.
- IPCC (2022). Reporte resumen para tomadores de decisiones del del año.
- Ministerio de Medio ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Política Nacional de Cambio Climático.

El cambio climático y su impacto en las pesquerías. Iniciativas para una pesca sostenible

Por **Micaela Giorgini**¹

Para entender qué cambios ambientales observados pueden atribuirse a un cambio climático, es importante comprender las escalas temporales de variabilidad climática. Existe una variación natural del clima: a aquella que ocurre a lo largo de las horas, los días y los meses se la denomina variabilidad atmosférica; a aquella que ocurre a lo largo de los meses y los años se denomina variabilidad climática. La característica de este tipo de variabilidad es que, si bien se registran variaciones respecto de los valores medios históricos y en los desvíos, no son significativas y tampoco perduran a lo largo de un período de tiempo prolongado. Algunos ejemplos de eventos asociados a estas escalas son: la variación generada por tormentas, la variación entre las estaciones secas y las húmedas y las variaciones interanuales, como el Niño y la Niña y la Oscilación decadal del Pacífico. En cuanto a la variación del clima entre décadas y entre siglos, cuando las variaciones en los valores medios y en los desvíos sí presen-

¹ Doctora en Ciencias (área Biología) por la Universidad Nacional de Mar del Plata). Investigadora del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP, Argentina).

tan una diferencia significativa, persisten en el tiempo y además llevan a aumentar los valores extremos de ciertas variables, se está frente a una variación que se denomina cambio climático. Ejemplos de esta escala registrados en el océano son: la acidificación, el aumento de la temperatura del mar, los cambios en la salinidad y en las corrientes oceánicas, el aumento en el aporte de agua dulce y el aumento del nivel del mar. Considerando las vastas evidencias existentes reunidas y actualizadas periódicamente en los reportes de El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (ver IPCC, 2021), puede afirmarse que el planeta se encuentra frente a una situación de cambio, lo cual lleva a que la acción por el clima sea urgente.

Cómo se llegó a este punto

A partir de la Revolución Industrial, se realizó un uso intenso de combustibles fósiles, como el carbón, el gas y el petróleo, que llevó a un aumento de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), principalmente del dióxido de carbono. Cabe recordar que el efecto invernadero en sí es un proceso natural muy importante, ya que permitió el desarrollo de la vida en la Tierra, debido a que mantiene la atmósfera a una temperatura templada que permite el desarrollo de la vida. Sin embargo, a causa de un aumento en la concentración de los GEI, el efecto invernadero se encuentra magnificado. La consecuencia de esto es una elevación de la temperatura en la atmósfera, la cual actualmente se encuentra 1,09 °C por encima del valor histórico en etapas previas al desarrollo industrial (Arias *et al.*, 2021). De seguir al ritmo actual, se espera que la temperatura se eleve hasta 1,5 °C para 2050. Algunas de las consecuencias de este calentamiento global son: un aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos, tales como tormentas, inundaciones y sequías; la pérdida de la biodiversidad, tanto de plantas como de animales, y los riesgos ecosistémicos que esto conlleva. Estas consecuencias, a su vez, impactan en el desarrollo socioeconómico de los seres humanos (Figura 1).

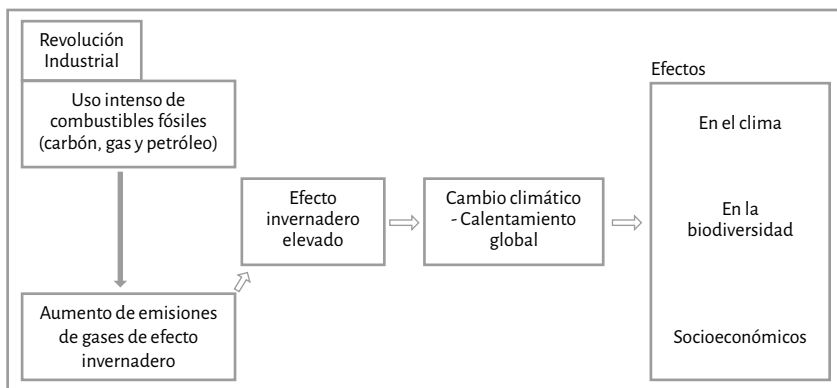


Figura 1. Causas y consecuencias del cambio climático global.
Fuente: elaboración propia.

Cambios observados en los océanos

Para comprender cómo el cambio climático puede impactar en las economías nacionales, a continuación se toma de ejemplo la pesca como una actividad económica que ha experimentado cambios en el nivel mundial. Como se mencionó, los cambios ambientales naturales, tales como las variaciones estacionales y las variaciones interanuales, impactan en aspectos como la circulación atmosférica, los patrones de huracanes y las precipitaciones. Frente a estos cambios el océano es resiliente, es decir, tiene la capacidad de volver a su estado funcional previo. Sin embargo, cuando a esta variabilidad natural se suma el efecto de los cambios ligados a la actividad humana (por ejemplo, el uso de combustibles fósiles, los cambios en el uso de suelo, la deforestación, la sobrepesca), la resiliencia del océano es superada. Frente a este escenario, ¿cómo serán afectados los ecosistemas marinos? ¿Cómo debe adaptarse el manejo de las pesquerías?

Entre los cambios informados en el océano como consecuencia del cambio climático, uno de los más estudiados es el aumento de la temperatura superficial del mar. Las respuestas biológicas más reportadas frente a este cambio son el desplazamiento hacia zonas más profundas y hacia mayores latitudes, es decir, hacia los polos (Perry *et al.*, 2005, Tasker, 2008), lo cual se traduce como un cambio en la abundancia y distri-

bución de las especies (Pörtner y Peck, 2010). Esto puede tener profundas consecuencias económicas, considerando que estos cambios impactan en especies y grupos de especies que sostienen pesquerías importantes a nivel mundial. Este es el caso de las pesquerías que se desarrollan en el Mar de Barents (Océano Ártico), de gran importancia económica para Europa. Hasta inicios del año 2000, en el norte de esta zona la comunidad de peces estaba dominada por especies de pequeño tamaño y crecimiento lento, de dieta especializada (por ejemplo, se alimentan de presas específicas) y asociada al fondo. Hacia el sur y en menor abundancia, la comunidad de peces se caracterizaba por la presencia de especies de mayor tamaño y crecimiento rápido, de dieta generalista y con la capacidad de forrajear tanto en el fondo como en la columna de agua. Este grupo incluye al bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*), especie de gran importancia económica para varios países europeos (Stige y Kvile, 2017). De 2004 a 2012 (período analizado en Frainer *et al.*, 2017) se registró un aumento en la temperatura y derretimiento de hielos en algunas zonas del Ártico (ver reporte Boitsov *et al.*, 2012), lo cual llevó a un cambio en la distribución de estos dos grupos. Previo al aumento de temperatura, la comunidad dominada por especies pequeñas ocupaba un 50% del área estudiada, mientras que tras dicho disturbio la comunidad dominada por especies de mayor tamaño pasó a ocupar el 80% del área (Frainer *et al.*, 2017). Estos cambios son los que pueden traducirse en impactos en la economía de los países, más aún si involucran especies transfronterizas (por ejemplo, casos en los que su distribución abarca las zonas económicas exclusivas de más de un país).

La caballa del Atlántico (*Scomber scombrus*) que habita en el mar del Norte es un ejemplo de especie transfronteriza. Esta especie representa uno de los principales recursos pelágicos que se ha explotado históricamente en dicha zona, muy importante para la industria de la harina de pescado. La caballa del Atlántico se pesca en cinco zonas pertenecientes a países de la Unión Europea, para las cuales se establecen cuotas de pesca que corresponden a un porcentaje de la captura máxima permisible fijada anualmente. Existe un número elevado de trabajos en los que se ha reportado un cambio en la distribución de la caballa del Atlántico. Particularmente, se halló una relación positiva entre la expansión hacia el noroeste y la concentración de nutrientes y una mayor disponibilidad

de presas (Pacariz *et al.*, 2016); así como también con un aumento en la temperatura superficial del mar y la abundancia del arenque (*Clupea harengus*) uno de sus principales competidores (Nikolioudakis *et al.*, 2019).

Teniendo en cuenta que la distribución de las especies responde, entre varios factores, a los rangos de tolerancia a ciertas variables ambientales, el aumento en la temperatura superficial del mar genera una respuesta de desplazamiento hacia zonas de menor temperatura. Dado que en los océanos no hay barreras físicas, los organismos marinos se mueven libremente en él, atravesando las zonas económicas exclusivas de distintos países. Como consecuencia se produce una disminución en la abundancia de una especie en una zona donde solía ser muy abundante, y por el contrario, un aumento de abundancia en zonas donde no solía estar presente. En el caso de la caballa del Atlántico, su desplazamiento hacia el norte significó una nueva oportunidad de pesca para países como Islas Feroe, Islandia y Groenlandia. Sin embargo, esto generó un gran conflicto entre estos países y los que forman parte de la Unión Europea; trayendo como consecuencia la ruptura de acuerdos preexistentes sobre las cuotas de pesca para cada zona. Así, en los últimos años Noruega, Islas Feroe, Islandia y Groenlandia han establecido cuotas de pesca de forma unilateral, las cuales están entre un 25% y un 40% por encima de los límites recomendados para que la gestión de la pesca de esta especie permanezca dentro de los límites sostenibles (Spijkers y Boonstra, 2017). Esto es un claro ejemplo de cómo el cambio climático, al afectar la distribución de especies que son objeto de explotación comercial, impacta en la economía y en la política internacional. Y, de no llegarse a un acuerdo sobre el manejo y la explotación, se pondrá en riesgo la disponibilidad de los recursos marinos.

Sin una adecuada gestión pesquera adaptada al clima, se espera que el cambio climático altere las prácticas en toda su cadena de valor, desde la distribución y la abundancia de los recursos hasta el momento y la ubicación de la pesca, los lugares en donde se desembarca, la conservación del pescado, su comercialización y su consumo (Bahri *et al.*, 2021). Esto se traduce en el impedimento de alcanzar o mantener una pesca sostenible, herramienta de gestión fundamental frente a este cambio de paradigma al que nos somete el cambio climático. La pesca sostenible es una práctica clave, ya que considerando los ecosistemas en su totalidad,

contribuye con la protección de las especies y de ciertos hábitats marinos que son sensibles, mantiene las poblaciones de todas las especies en un nivel saludable, utiliza métodos de pesca selectivos y mantiene la biodiversidad. Asimismo, cumple con la legislación y las normativas vigentes a escala mundial y facilita el origen de todo lo que implica un producto pesquero, desde el punto de captura hasta su destino final en el mercado. Lo que es más importante aún es que emplear un manejo de la pesca adaptado al clima es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria. Son muchos los países en los cuales el consumo de pescado representa un elevado porcentaje de la dieta y, además, es quizás la única fuente de proteínas en ella (FAO, 2017).

Iniciativas para lograr una pesca sostenible

Existen distintas iniciativas o proyectos a nivel mundial que se desarrollan en pos de efectuar, garantizar y hacer cumplir una pesca sostenible. En principio, podemos destacar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por Naciones Unidas en 2015. Son 17 en total y el objetivo número 14 refiere a la vida submarina y está conformado por ocho metas, entre las cuales se mencionan puntos que contribuyen a una gestión sostenible de la pesca, además de la conservación de la biodiversidad y la mejora de la salud de los océanos, y también un proyecto para preservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas para el pasado 2020.

Otra herramienta impulsada por FAO para alcanzar una gestión sostenible de la pesca es la implementación de un enfoque ecosistémico. Esto consiste en un proceso de planificación de gestión que abarca los principios del desarrollo sostenible, pero su aporte clave es incluir los elementos humanos y sociales de la sostenibilidad. Esto significa que no solo queda acotado a las cuestiones ecológicas y medioambientales. Este enfoque propone una visión holística para el manejo de las pesquerías, en el cual se busca una sinergia entre mantener una productividad sostenible de los stocks de pesca, conservar la biodiversidad y garantizar una actividad que sea socio-económicamente rentable para la sociedad (Defeo, 2015).

En cuanto a la pesca en Argentina, si bien hasta el momento las pesquerías no han sufrido cambios significativos atribuibles al cambio climá-

tico, sí hay ciertos cambios oceanográficos en el Atlántico sudoccidental que resultan relevantes. Por ejemplo, se han identificado unas zonas de calor o *hotspots* en la zona frente al Río de la Plata, donde en los últimos años han ocurrido eventos frecuentes de aumentos de temperatura por encima de los valores históricos. Por el contrario, en el sur del Atlántico sudoccidental, frente a la zona sur de la Patagonia, se registra un descenso de la temperatura superficial del mar (Chidichimo *et al.*, 2022).

Iniciativas y proyectos del INIDEP en la temática cambio climático y pesquerías

El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) está involucrado en distintas iniciativas y proyectos que buscan mantener y mejorar el asesoramiento de la pesca considerando una gestión sostenible y adaptada al clima. En materia de investigación, se elaboró un informe en el que se resume el estado del conocimiento del efecto del cambio climático en el Atlántico sudoccidental sobre los recursos pesqueros, del cual participaron investigadores y técnicos tanto de INIDEP como de otras instituciones nacionales. También se encuentra en formación un grupo de trabajo que aborda la temática del cambio climático y las pesquerías, compuesto por integrantes de los distintos programas y gabinetes del INIDEP. Una cuestión fundamental de estos trabajos es el abordaje transversal de la temática. Asimismo, el INIDEP participa en los talleres organizados por FAO para la gestión del enfoque ecosistémico de la pesca y en proyectos de análisis de *bycatch* en las pesquerías argentinas.

A modo de conclusión, las estrategias mencionadas contribuirán a desarrollar pesquerías resilientes al cambio climático. Un marco de gestión adaptable y sólido que permita a los gestores de la pesca y a las partes interesadas probar, evaluar, revisar y ajustar las decisiones en función del seguimiento o de las observaciones de las condiciones cambiantes de la pesca, el clima y el medio ambiente, es esencial para mejorar la preparación para el clima en el ciclo de gestión de la pesca.



Referencias


- Arias, P.; Bellouin, N.; Coppola, E.; *et al.* (2021). *IPCC AR6 WGI Technical Summary*. doi: 10.1017/9781009157896.002.
- Bahri, T.; Vasconcellos, M.; Welch, D. J.; Johnson, J.; Perry, R. I., Ma, X. & Sharma, R. (eds.). (2021). *Adaptive management of fisheries in response to climate change*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n° 667, Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb3095en>
- Chidichimo, M. P.; Martos, P.; Allega, L.; *et al.* (2022). "Sección 2: Cambios físicos y geoquímicos en el Océano Atlántico Sudoccidental". En Buratti, C. C.; Chidichimo, M. P.; Cortés, F.; *et al.* (eds.). *Estado del conocimiento de los efectos del cambio climático en el Océano Atlántico Sudoccidental sobre los recursos pesqueros y sus implicancias para el manejo sostenible*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, p. 27-81.
- Defeo, O. (2015). *Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina*. FAO, Documento Técnico de Pesca y Acuicultura n° 592, Roma.
- FAO (2017). *FAO working for SDG 14. Healthy oceans for food security, nutrition and resilient communities*. Roma, Italia.
- Frainer, A.; Primicerio, R.; Kortscha, S.; *et al.* (2017). *Climate-driven changes in functional biogeography of Arctic marine fish communities*. PNAS, 114,12202-12207.
- IPCC (2021). *Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. En Masson-Delmotte, V.; P. Zhai, A.; Pirani, S. L.; *et al.* (eds.). Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157896.
- Nikolioudakis, N.; Skaug, H. J.; Olafsdottir, A. .H; Jansen, T. J.; Jacobsen, A. & Enberg, K. (2019). *Drivers of the summer-distribution of Northeast Atlantic mackerel (Scomber scombrus) in the Nordic Seas from 2011 to 2017; a Bayesian hierarchical modelling approach*. ICES Journal of Marine Science 76, 530-548.
- Pacariz, S. V; Hátún, H.; Jacobsen, J. A.; Johnson, C.; Eliassen, S. & Rey, F. (2016). *Nutrient-driven poleward expansion of the Northeast Atlantic mackerel (Scomber scombrus) stock: A new hypothesis*. Elementa: Science of the Anthropocene. 4: 000105. doi: 10.12952/journal.elementa.000105

- Pörtner H. O. & Peck M. A. (2010). *Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding*. J Fish Biol 77, 1745-1779.
- Stige L. & Kvile K. (2017). *Climate warming drives large-scale changes in ecosystem function*. PNAS 114, 12100-12102.
- Tasker, M. L. (ed.) (2008). *The effect of climate change on the distribution and abundance of marine species in the OSPAR Maritime Area*. ICES Cooperative Research Report n° 293. 45 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.5450>



Este libro reúne una serie de trabajos abordados en los Foros federales “Hablemos del agua”. La iniciativa es el resultado de una construcción fraterna entre ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento) y FUTRASAFODE (Fundación de los Trabajadores Sanitaristas para la Formación y el Desarrollo), cuyo foco es uno de los temas clave de la agenda global: el problema del cambio climático por causas antrópicas y la necesidad de pensar alternativas de acción en diversas escalas para contrarrestarlo. Con *Aportes para pensar desafíos y propuestas de desarrollo*, el IUAS continúa con su proyecto editorial que aspira a consolidarse no solo como un espacio de creación de conocimiento, investigación científica y formación, sino también como una forma de fortalecer una identidad cultural solidaria.

9 786319 029154



ISBN 978-631-90291-5-4



FUTRASAFODE
FUNDACIÓN DE LOS TRABAJADORES
SANITARISTAS PARA LA FORMACIÓN
Y EL DESARROLLO



IUAS
Editora